

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

62991

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 04. IV. 1967 (P 119 833)

Pierwszeństwo: 05. IV. 1966 Francja

Opublikowano: 20. VIII. 1971

Kl. 21 d¹, 5

MKP H 02 n, 4/02



Twórca wynalazku: Pierre Rieateau

Właściciel patentu: Commissariat à l'Énergie Atomique, Paryż (Francja)

**Dysza akceleratora lub konwertora
magnetohydrodynamicznego pozwalająca zredukować
niedogodności wynikające z efektu Hall'a**

1

Przedmiotem wynalazku jest dysza akceleratora lub konwertora magnetohydrodynamicznego pozwalająca zredukować niedogodności wynikające z efektu Hall'a w pobliżu ścianek elektrody.

Znana dysza akceleratora lub konwertora magnetohydrodynamicznego jest na ogół prostym kanałem, którego przekrój prostopadły do jego osi jest równoległy do płaszczyzny ZX, co oznacza, że jego krawędzie są równoległe do kierunku OX, OY prostokątnego przestrzennego układu współrzędnych. Plazma gazowa wydzielana z metalu alkalicznego rozchodzi się w takiej dyszy wzdłuż jej osi podłużnej (OY). Występujące tu pole magnetyczne ma kierunek prostopadły do osi podłużnej dyszy. Ścianki boczne dyszy są przewodzące i stanowią jej elektrody, zaś ścianki dolna i górna są nieprzewodzące.

Linie występującego w elektrodach pola elektrycznego przebiegają równoległe do osi podłużnej dyszy.

Najsukuteczniejszą przemianę energii w dyszy otrzymuje się, gdy linie pola elektrycznego w elektrodzie są równoległe w każdym punkcie, a więc prostopadłe do kierunku przepływu. Na skutek występującego efektu Hall'a linie pola elektrycznego ulegają zniekształceniu, co powoduje nagrzewanie elektrod dyszy, wskutek czego pogarsza się działanie konwertora.

Miarą efektu Hall'a jest kąt Hall'a θ , określany jako kąt pomiędzy wektorem prądu i normalną do

2

płaszczyzny elektrod. Jeżeli tangens kąta Hall'a (określony jako β) jest znacznie mniejszy od jedności (kąt mniejszy od 45°), to zniekształcenia linii pola elektrycznego są małe.

Jeżeli efekt Hall'a powoduje duże zniekształcenia linii pola elektrycznego, to zastępując elektrodę jednolitą dyszy przez elektrodę złożoną z elementów przewodzących izolowanych wzajemnie od siebie, zmniejsza się w pewnym stopniu jego szkodliwe działanie. W tych warunkach linie pola elektrycznego zachowują kierunek prostopadły do przepływu plazmy, ale tylko wewnątrz strumienia plazmy i to w tej jego części, która nie przylega do ścianek elektrod, oczywiście pod warunkiem, że elektrody te mają odpowiednio zróżnicowane potencjały. Realizuje się to przez łączenie elektrod parami w niezależne elektrycznie obwody. Oprócz wady nagrzewania się elektrod dyszy, występuje w znanych konstrukcjach dysz zmniejszenie się czynnej powierzchni elektrod, co powoduje wzrost gęstości prądu. Wady te nie są bezpośrednio związane z efektem Hall'a.

Efekt Hall'a wywołuje bezpośrednie zwiększenie strat energii w pobliżu powierzchni elektrod. Wskutek czego w sąsiedztwie elektrod powstaje nachylenie linii pola elektrycznego w stosunku do kierunku OX o kąt Hall'a θ , a za tym przewodność gazu wyrażona jako stosunek składowej normalnej prądu do amplitudy pola elektrycznego jest funkcją malejącą.

W pobliżu elementów izolacyjnych między elektrodami różnica potencjałów pomiędzy dwoma sąsiednimi elektrodami wytwarza w tym miejscu pole elektryczne o składowej zgodnej z kierunkiem podłużnej osi dyszy. Średnia wartość tego pola elektrycznego jest mniej więcej równa jego wartości w obszarach, gdzie nie występują zniekształcenia. W tym obszarze kierunek linii pola elektrycznego jest prostopadły do przepływu plazmy, przy czym wartość tej składowej jest proporcjonalna do β . Natomiast wzdłuż elementów izolacyjnych składowa normalna prądu jest zerowa, a średnia wartość pola elektrycznego jest proporcjonalna do β i do gęstości prądu.

Wskutek silnego wpływu efektu Hall'a gęstość prądu jest dużo większa przy powierzchniach wsporników elektrod niż wewnątrz gazu. Ponadto w konwertorach i niektórych akceleratorach przewodność elektryczna jest wzrastającą funkcją prądu, co powoduje jeszcze wzrost strat energii. Znana jest konstrukcja dyszy zawierająca elektrody z materiału półprzewodnikowego, w której linie pola elektrycznego są prostopadłe do elektrod, co eliminuje w pewnym stopniu powyżej opisane wady. Rozwiązanie to jest jednak trudne do wykonania praktycznego, gdyż wymaga z góry określonej przewodności elektrycznej użytego materiału półprzewodnikowego oraz konkretnego kształtu elektrod. Zapewnienie jednocześnie odpowiedniej przewodności materiału i jego odporności na działanie korozyjne plazmy, na ścieranie i wysoką temperaturę jest w praktyce bardzo trudne do wykonania.

Celem wynalazku było opracowanie takiej dyszy, w której zmniejszone zostały do minimum wady powyższe i która jednocześnie jest łatwiejsza do wykonania.

Istotą dyszy według wynalazku jest to, że ma taki kształt, że styczne do krzywizny jej boków w przekroju prostopadłym do osi dyszy tworzą z kierunkiem OZ pola magnetycznego kąt 30° na części obwodu równej co najmniej 80% długości obwodu wspomnianego przekroju.

Często przekrój prostopadły do osi dyszy ma kształt wielokąta i zawiera dwie powierzchnie nieprzewodzące, które są równoległe do kierunku prostopadłego do pola magnetycznego.

Odmianą wykonania dyszy według wynalazku jest dysza o przekroju prostopadłym do swojej osi w kształcie sześciokąta, symetrycznego, przy czym boki odpowiadające ściankom nieprzewodzącym są prostopadłe do pola magnetycznego, zaś boki odpowiadające ściankom wsporczym elektrod tworzą kąt o wartości około 45° z kierunkiem pola magnetycznego.

Odmiana wykonania dyszy według wynalazku ma przekrój prostopadły do osi dyszy zawierający dwa boki prostopadłe do kierunku pola magnetycznego oraz dwa boki równoległe do kierunku pola magnetycznego są wyprofilowane piórośnie. Inna odmiana dyszy według wynalazku ma taki kształt, że jej dwa boki, usytuowane są skośnie względem kierunku OZ i pola magnetycznego, a względem siebie tak, że łączą się ze sobą tworząc

profil zaokrąglony lub łączą się ze sobą poprzez dwa styczne łuki.

Dysza może być wykonana w ten sposób, że elektrody będące częścią boków dyszy składają się z elementów (kształtek) o identycznych profilach na przemian izolujących i przewodzących.

Wynalazek polega więc zasadniczo na nadaniu przekrojowi prostopadłemu do osi dyszy kształtu różnego od prostokąta, tak by żadna z części obrysu tego przekroju nie miała kierunku zbliżonego do kierunku pola magnetycznego, a w przypadku występowania zgodności tych kierunków część taka musi mieć możliwie najmniejszą długość. Konstrukcja dyszy według wynalazku tym skuteczniej eliminuje efekt Hall'a, im bardziej wartość β zbliża się do jedności.

Nachylenie boku elektrody w stosunku do kierunku pola magnetycznego powoduje w sąsiedztwie elementu izolującego występowanie składowej prądu o kierunku poprzecznym OX. Moduły gęstości prądu w pobliżu elementów izolujących i w obszarach, gdzie nie występują zniekształcenia linii pola elektrycznego są porównywalne.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia znaną dyszę o przekroju w kształcie prostokąta, fig. 2 — dyszę o przekroju w kształcie sześciokąta, fig. 3 — dyszę o przekroju tego samego typu co fig. 2, w której boczne boki są od wewnątrz zaokrąglone w dwa łuki, fig. 4 — dyszę o wyprofilowanych piórośnie bocznych ściankach, fig. 5 — częściowo dyszę, której elektrody stanowią układ kształtek izolujących i przewodzących o identycznych profilach, fig. 6 — dyszę o prostopadłym do jej osi przekroju w kształcie prostokąta utworzoną z elementów zamkniętych o identycznym profilu, na przemian przewodzących i izolacyjnych, a fig. 7 — dyszę o przekroju prostopadłym do jej osi w kształcie sześciokąta różniącą się od dyszy z fig. 6 przekrojem.

Dysza 2 przedstawiona na fig. 1 stanowi znane i stosowane rozwiązanie konstrukcyjne. Dysza ta jest prostym kanałem o przekroju w kształcie prostokąta 4, którego krawędzie są równoległe do kierunków OX, OZ przestrzennego układu współrzędnych.

Dysza 6 wykonana według odmiany wynalazku z fig. 2, przedstawiona w przekroju zawiera boki 8, stanowiące powierzchnie nieprzewodzące dolną i górną. Boki 10 i 12 przewodzące stanowią boki nośne elektrod, przy czym kąt α stanowi kąt między bokami 10, 12, a kierunkiem OZ pola magnetycznego i wynosi 45° . Styczne do wierzchołków 14 tych boków, które są zaokrąglone, są równoległe do pola magnetycznego. W sąsiedztwie wierzchołków 14 występują obszary w których styczne do krzywizny boków są równoległe do kierunku pola magnetycznego.

Odmiana wykonania dyszy według wynalazku, w której boki prowadzące są tak ukształtowane, że nie istnieją na nich obszary, w których styczne do ich krzywizny miałyby kierunek zgodny z kierunkiem OZ pola magnetycznego, przedstawiona została na fig. 3, na której części są oznaczone tak samo jak na fig. 2. W odmianie wykonania dyszy

z fig. 3 powierzchnie nachylone boków 10 i 12 schodzą się stycznie poprzez łuki kołowe 16 i 18.

W odmianie wykonania dyszy według wynalazku z fig. 4, boki 20—22 równoległe do kierunku OZ podtrzymujące elektrody mają profil piłozębny. Taki układ jest korzystny, jeżeli przekrój prostokątny dyszy jest bliski przekrojowi kwadratu, jednak powstają pewne niedogodności spowodowane dużą ilością wierzchołków i kątów, takich jak 24—26, które sprzyjają pojawieniu się składowej prądu o kierunku OY działającej szkodliwie. Poza tym ten kształt dyszy powoduje znaczne straty wywołane gwałtownym wzrostem przewodności w funkcji prądu.

Opisana poniżej dysza i przedstawiona na fig. 5 charakteryzuje się tym, że jej elektroda jest zbudowana z szeregu elementów przewodzących i izolacyjnych o identycznym profilu ułożonych na przemian. Oprócz tego dysza z fig. 5 zawiera podstawy 28 oraz elektrody wyżej opisane, których elementy izolacyjne 30 i przewodzące 32 ułożone na przemian stanowią jednocześnie boki dyszy, przy czym boki te tworzą ze sobą wklęsłość o kącie prostym.

W przypadku dyszy z fig. 4 można stosować tę samą odmianę wykonania co ma fig. 5, z tą tylko różnicą, że elementy muszą mieć profil piłozębny oraz muszą być ułożone prostopadle do przepływu gazów z dyszy. Układ tego rodzaju jest nie zawsze najkorzystniejszy. W normalnym stanie pracy dysza może przedstawiać powierzchnie ekwipotencjalne płaskie, równoległe i pochylone w stosunku do kierunku przepływu plazmy (kierunek OY).

W tym przypadku korzystnie jest stosować elementy pochylone w stosunku do osi OY, w ten sposób jak płaszczyzny ekwipotencjalne, przy czym kształt elementów jest tak określony, aby po uwzględnieniu ich nachyleń można było otrzymać żądany kształt kanału dyszy.

Skośny układ elementów jest korzystny w przypadku dysz, o przekrojach prostokątnych, takich jak na fig. 2, 3 i 4. Jednak stosując profil piłozębny w ściankach elektrod równoległych do kierunku OZ wynikające korzyści z pochylenia elementów zmniejszają się wraz ze wzrostem ilości zębów.

Jeżeli pochylenie płaszczyzn ekwipotencjalnych w stosunku do kierunku przepływu plazmy jest małe lub moduł zębów jest niewielki w stosunku do dużo większego rozmiaru przekroju, to wówczas zachowuje się budowę prostą elektrody.

Jeszcze inne odmiany wykonania elektrod dyszy według wynalazku przedstawione są na fig. 6 i fig. 7. Zawierają one elementy połączone ze sobą tak, że tworzą zamknięty pierścień, przy czym elementy przewodzące 34 i izolacyjne 36 są ułożone na przemian. W tym przypadku przekrój prostokątny jednej dyszy ma kształt prostokąta fig. 6, a drugiej kształt wieloboku fig. 7.

Części elementów przewodzących równoległe do XOY, pełnią rolę elektrod, a części równoległe do kierunku OZ wnoszą niewielką oporność pozorną gazu w stosunku do powierzchni elektrod. Z tego wynika, że wpływają one na utrzymanie potencjału płaszczyzny ekwipotencjalnej elementu przewodzą-

cego co jest korzystne — jednak należy zaznaczyć, że duża stosunkowo część prądu rozplywa się i nie powraca do tych części elementów, które są równoległe do kierunku OZ, wobec czego gęstość prądu w pobliżu części tychże elementów równoległych do XOY oraz OZ wzrasta powoli.

Dysza o budowie takiej jak przedstawiono na fig. 7 w porównaniu z dyszą z fig. 6 zawiera płaszczyzny elementów zamkniętych przewodzących, usytuowane równoległe do teoretycznych płaszczyzn ekwipotencjalnych, dzięki czemu zostaje zachowany warunek równego potencjału. Cały obwód każdego elementu przewodzącego pozostaje tu w dobrym kontakcie z gazem.

Zastrzeżenia patentowe

1. Dysza akceleratora lub konwertora magneto-hydrodynamicznego pozwalająca zredukować niedogodności wynikające z efektu Hall'a, **znamienna tym**, że ma taki kształt, że styczne do krzywizny jej boków w przekroju prostopadłym do osi dyszy tworzą z kierunkiem (OZ) pola magnetycznego kąt 30° na odcinku równym co najmniej 80% długości obwodu przekroju prostopadłego.

2. Dysza według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ma przekrój prostopadły w kształcie wielokąta.

3. Dysza według zastrz. 2, **znamienna tym**, że ma przekrój prostopadły w kształcie sześciokąta symetrycznego przy czym dwa boki są prostopadłe do kierunku pola magnetycznego.

4. Dysza według zastrz. 2, **znamienna tym**, że jej przekrój prostopadły zawiera dwa boki prostopadłe do kierunku pola magnetycznego oraz dwa boki wyprofilowane piłozębnie.

5. Dysza według zastrz. 2, **znamienna tym**, że jej dwa boki nachylone po obu stronach kierunku prostopadłego do pola magnetycznego tworzą ze sobą kąt ostry.

6. Dysza według zastrz. 2, **znamienna tym**, że jej boki usytuowane skośnie względem kierunku (OZ) pola magnetycznego łączą się ze sobą tworząc profil zaokrąglony.

7. Dysza według zastrz. 2, **znamienna tym**, że jej boki usytuowane skośnie względem kierunku (OZ) pola magnetycznego łączą się ze sobą poprzez dwa styczne łuki.

8. Dysza według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ma dwa boki całkowicie izolacyjne, prostopadłe do kierunku pola magnetycznego.

9. Dysza według zastrz. 1—8, **znamienna tym**, że posiada elektrody będące częścią boków dyszy, które stanowią układ ułożonych na przemian izolujących i przewodzących elementów o identycznych profilach.

10. Dysza według zastrz. 9, **znamienna tym**, że każda elektroda jest ograniczona przez dwie płaszczyzny prostopadłe do osi dyszy.

11. Dysza według zastrz. 9, **znamienna tym**, że każda elektroda jest ograniczona przez dwie płaszczyzny równoległe do płaszczyzn ekwipotencjalnych dyszy w normalnych warunkach działania

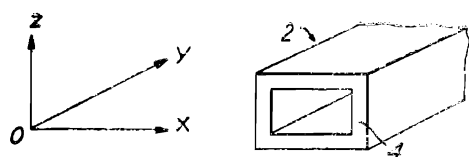


FIG. 1

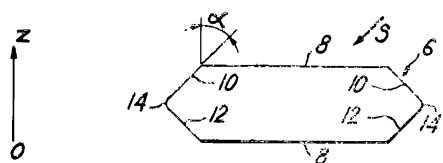


FIG. 2

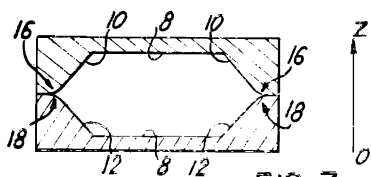


FIG. 3

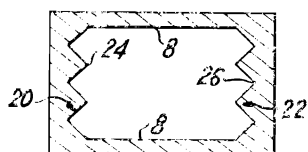


FIG. 4

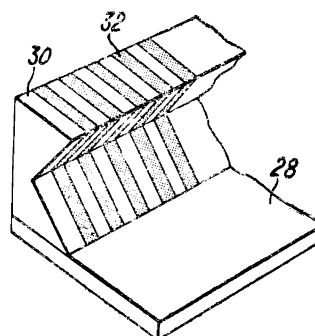


FIG. 5

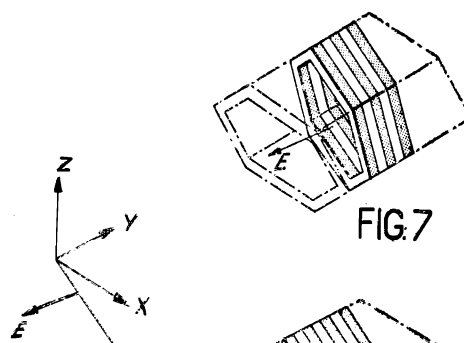


FIG. 6

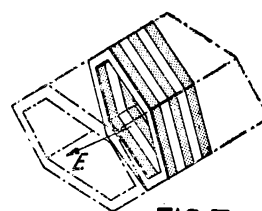


FIG. 7