

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

66 192

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 21h,16/60

Zgłoszono: 26.V.1970 (P 140 880)

Pierwszeństwo: _____

MKP H05b 7/00

Opublikowano: 10.X.1972

CZYTELNIA

UK Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej L.

Współtwórcy wynalazku: Wojciech Brzozowski, Michał Mikoś

Właściciel patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

Piec plazmowy zwłaszcza do topienia metali i materiałów ceramicznych

1

Przedmiotem wynalazku jest piec plazmowy do wytwarzania obszarów o wysokiej temperaturze i wysokiej koncentracji przekazywania energii zwłaszcza do topienia metali, materiałów ceramicznych i trudnotopliwych, w którym źródłem ciepła jest strumień plazmy, to jest gazu zjonizowanego o temperaturze rzędu 10 000°C — 20 000°C.

Dotychczas stosuje się głównie strumienie plazmy do topienia trudnotopliwych materiałów w skali laboratoryjnej. Wysoka koncentracja energii w strumieniu plazmy oraz możliwości przekazywania mocy cieplnej rzędu 20 — 40 kW na 1 cm² powierzchni ciała omywanego strumieniem plazmy, stworzyły warunki do stopienia każdego materiału stałego. Przeniesienie jednak tych możliwości na skalę techniczną natrafiło na pewne trudności. Po pierwsze: duża koncentracja energii w strumieniu plazmy o niewielkiej średnicy rzędu 1 — 3 cm powodowała nierównomierność w rozkładzie temperatury w przypadku zastosowania większej objętości pieca i pociągała za sobą nierówne ogrzewanie materiału topionego. Wada ta występuje jaskrawo np. w piecach do topienia metali o płytkich tyglach lub wannach przy stosunku

$$\frac{\text{średnica tygla}}{\text{głębokość tygla}} > 1$$

Po drugie: dotychczasowe konstrukcje pieców plazmowych charakteryzują się koniecznością posiadania tak zwanego spodniego trzonu dla odprowadzenia prądu, który to trzon spełnia rolę anody,

2

podczas gdy katodą jest plazmotron wytwarzający plazmę. Trzon umieszczony w spodzie tygla lub wanny, będąc w kontakcie z ciekłym metalem musi być intensywnie chłodzony wodą. Stwarza to dodatkowe komplikacje konstrukcyjne oraz potencjalne możliwości poważnych awarii w przypadku przecieku wody do topionego metalu.

Celem wynalazku jest stworzenie dużych obszarów wysokiej temperatury i wysokiej koncentracji przekazywania energii bez powyższych wad, a zadaniem technicznym opracowanie takiego pieca plazmowego, w którym uzyskane temperatury będą mogły być wykorzystane do celów przemysłowych.

Zgodnie z wynalazkiem rozwiązanie tego zadania polega na wbudowaniu w piecu plazmowym co najmniej dwu plazmotronów wytwarzających strumienie plazmowe tworzące zewnętrzny obwód zamknięty, przez który przepuszcza się prąd elektryczny z dodatkowego zewnętrznego źródła zasilania przez co zwiększa się znacznie entalpię plazmy zwłaszcza w obszarze przecinania się — łączenia się — strumieni plazmowych. Obwód przewodzący może składać się zarówno ze strumieni plazmowych jak i odcinków przewodzących utworzonych na przykład z ciał topionych. W przypadku zastosowania dwóch plazmotronów przecinające się osie obu strumieni plazmowych mogą tworzyć kąt od 0° — 180°. Jeden z plazmotronów pracuje wówczas w specjalnych warunkach z dyszą-anodą zasilaną prądami o przeciwnych kierunkach. Przy

kącie 0° strumienie plazmowe nie przecinają się, a obwód zamknięty tworzy się na przykład poprzez topiony materiał. Natomiast przy większej ilości strumieni plazmowych wspólnie połączonych może powstać obwód przewodzący o dowolnej geometrii płaskiej lub przestrzennej. Zwiększenie temperatury i mocy na jednostkę długości strumienia plazmowego przy ustalonej geometrii obwodu wyładowania odbywa się najczęściej na drodze powiększania gęstości prądu w obwodzie (ampery na cm^2 przekroju strumienia plazmy).

Wynalazek wprowadza istotny postęp w dziedzinie zastosowania plazmy do topienia i przetapiania wszelkich materiałów trudnotopliwych zarówno przewodzących jak i nieprzewodzących prąd elektryczny w stanie stałym. Stwarza on możliwości podwyższenia mocy pieców, podwyższenia temperatury przy wysokiej równomierności jej rozkładu oraz sprawności ogrzewania poprzez lepsze wyrównanie temperatur i zwiększenie powierzchni wymiany ciepła.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat obwodu przewodzącego z użyciem dwóch plazmotronów, fig. 2 — schemat pary obwodów przewodzących na dwóch równoległych płaszczyznach z użyciem czterech plazmotronów, fig. 2a — uproszczony schemat z fig. 2, fig. 3 — schemat pieca plazmowego z odcinkiem obwodu przewodzącego utworzonego przez topiony materiał, fig. 4 — schemat pieca plazmowego, zwłaszcza do topienia materiałów ceramicznych z obwodem przewodzącym według fig. 1, fig. 5 — schemat pieca plazmowego z obwodem przewodzącym według fig. 2.

Jak pokazano na fig. 1 plazmatron 1 będący anodą obwodu zewnętrznego zasilany ze źródła 3 wytwarza laminarny strumień plazm wypływający wzdłuż osi plazmotronu w kierunku osi x . Jednocześnie plazmatron 2 będący katodą obwodu zewnętrznego zasilany ze źródła 4 poprzez opór R wytwarza również laminarny strumień plazmy w kierunku osi y . W momencie spotkania się obu strumieni plazmy popłynie przez nowoutworzony obwód prąd I_z ze źródła zasilania 4, jednocześnie zostanie rozłączony obwód wewnętrzny plazmotronu 2 za pomocą wyłącznika W . W obu obwodach to jest w obwodzie zewnętrznym utworzonym przez strumienie 5 i 6 oraz w obwodzie wewnętrznym plazmotronu 1 ustalą się prądy I_z i I_w zgodnie z opornością obwodów i charakterystyką źródeł zasilania. Wyładowanie łukowe z prądem wewnętrznym I_w w plazmotronie 1 stwarza w jego dyszy-anodzie obszar zjonizowany, stabilizujący przepływ prądu I_z z obwodu zewnętrznego do dyszy-anody plazmotronu 1. Jest to warunek konieczny dla zapewnienia stabilnej pracy obu plazmotronów według konfiguracji przedstawionej na fig. 1.

Kąt α , pomiędzy osiami strumieni plazmy 5 i 6 może przyjmować wszelkie wartości w przedziale otwartym od 0° — 180° . Przypadek gdy kąt α przyjmuje wartość zerową odpowiada równoległemu ustawieniu osi obu plazmotronów, to jest oś x jest równoległa do osi y , obwód elektryczny może wówczas zamykać się poprzez topiony metal lub

inny materiał przewodzący. Dalszym konsekwentnym krokiem naprzód w kierunku podniesienia sprawności przekazywania energii cieplnej do określonego obszaru jest urządzenie przedstawione schematycznie na fig. 2, w którym wykorzystano zdwojony układ z fig. 1. Jak widać na fig. 2a układ z indeksami a usytuowany jest w płaszczyźnie a — a , układ z indeksami b w płaszczyźnie b — b . Obie płaszczyzny są do siebie równoległe i odległe o Δz .

Obszar C (objętość technologiczna) otoczony strumieniem plazmowym 5a i 5b oraz 6a i 6b charakteryzuje się wysoką równomiernością rozkładu temperatury oraz dużą objętością do ewentualnego wykorzystania technologicznego. W obszarze c występują szczególnie korzystne warunki dla przetapiania materiałów o najwyższej temperaturze topnienia przy zachowaniu warunku maksymalnej czystości materiału. Zastosowanie wynalazku do konkretnych potrzeb technologicznych przedstawione jest na fig. 3, fig. 4 i fig. 5.

Na fig. 3 przedstawiono odmianę rozwiązania pieca plazmowego do topienia materiałów przewodzących prąd elektryczny w stanie stałym. Będzie to na przykład typowe rozwiązanie do topienia metali. Obwód roboczy prądu zamyka się poprzez strumienie plazmowe 5 i 6 oraz odcinek wsadu A — B . Regulację temperatury oraz mocy grzania zapewnia się przez zmianę wielkości prądu ze źródła zasilania 4.

Dzięki odcinkowi drogi przepływu prądu I_z przez stopiony metal możliwe jest intensywne mieszanie wsadu polem magnetycznym. Do wytwarzania strumienia magnetycznego służy cewka elektromagnesu L umieszczona pod spodem pieca. Do topienia materiałów ceramicznych, które w temperaturach do 1000°C nie przewodzą praktycznie biorąc prądu elektrycznego, a nabierają dopiero własności przewodników elektrycznych po przekroczeniu 1500°C oraz w stanie stopionym, proponuje się konstrukcję pieca plazmowego według fig. 4. Oba plazmotrony 1 i 2 dostarczają energię cieplną do obszaru topienia materiału ceramicznego, pracując na początku według schematu przedstawionego na fig. 1.

Kąt α pomiędzy strumieniami plazmy 5 i 6 może wynosić na przykład 60° — 90° . Po uzyskaniu stopionego jeziora na powierzchni topionego materiału ceramicznego można zmniejszyć kąt pomiędzy osiami strumieni plazmowych 5 i 6. W ten sposób obwód prądu elektrycznego na odcinku A — B zależnie od stopnia przewodności elektrycznej materiału ceramicznego zamknie się częściowo w płynnej masie stopionego materiału ceramicznego i częściowo przez strumienie plazmowe przyległe do topionego wsadu na odcinku A — B . Zwiększy się jednocześnie powierzchnia wymiany ciepła od strumienia plazmy do topionego materiału ceramicznego. Stosunek prądów płynących przez materiał ceramiczny i kolumnę łukową będzie uwarunkowany temperaturą i składem chemicznym topionego materiału ceramicznego. Tygiel topionego materiału ceramicznego uformowany jest w tym samym materiale ceramicznym przeznaczonym do topienia. Piec plazmowy do topienia materiałów ceramicznych w skali przemysłowej z pionowym

doprowadzeniem materiału topionego 7 przedstawiony jest na fig. 5. Wykorzystano tutaj układ z fig. 2. Strumienie plazmowe 5 i 6 tworzą czworo- bok, wewnątrz którego powstaje obszar C o bardzo wysokiej temperaturze.

W utworzony obszar C za pomocą urządzenia napędowego 9 wprowadzany jest materiał topiony 7, który po stopieniu skupuje kroplami na dno pieca 8. Może to być materiał zarówno przewodzący jak i nieprzewodzący. Plazmotrony 1a, 2a i 1b, 2b umieszczone są w gniazdach w ten sposób, że można je przesuwac osiowo jak i przemieszczać w płaszczyźnie prostopadłej do osi pieca w celu regulacji długości i położenia kolumn łukowych 5a i 6a oraz 5b i 6b. Wziernik 10 służy do obserwacji

Zastrzeżenia patentowe

1. Piec plazmowy zwłaszcza do topienia metali i materiałów ceramicznych, za pomocą plazmotronów wytwarzających strumienie laminarne plazmy, **znamienny tym**, że ma co najmniej dwa plazmotrony (1 i 2), których strumienie plazmowe (5 i 6) zasilane energią ze źródła (4) zewnętrznego tworzą obwód zamknięty, przy czym plazmotron (1) będący anodą obwodu zewnętrznego pracuje w układzie podwójnych prądów o przeciwnych kierunkach w obszarze swej dyszy-anody.

2. Odmiana pieca plazmowego do topienia metali według zastrz. 1, **znamienna tym**, że wytworzone przez co najmniej dwa plazmotrony (1 i 2) strumienie plazmowe (5 i 6), tworzą zewnętrzny obwód zamknięty poprzez materiał przewodzący prąd elektryczny.

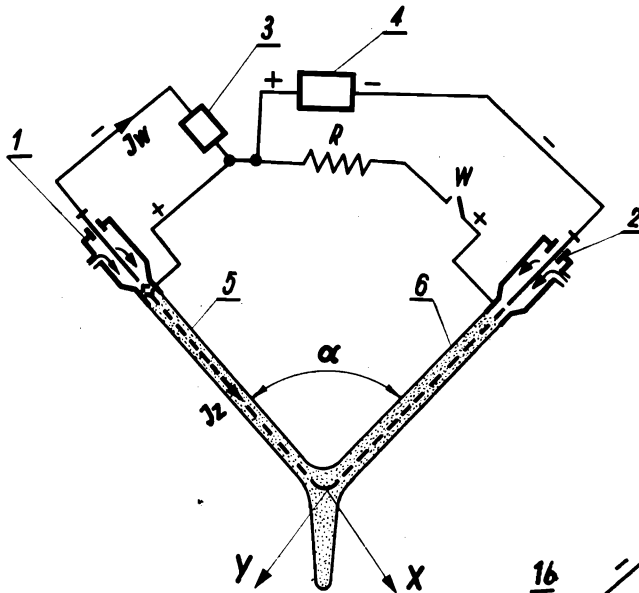


Fig. 1

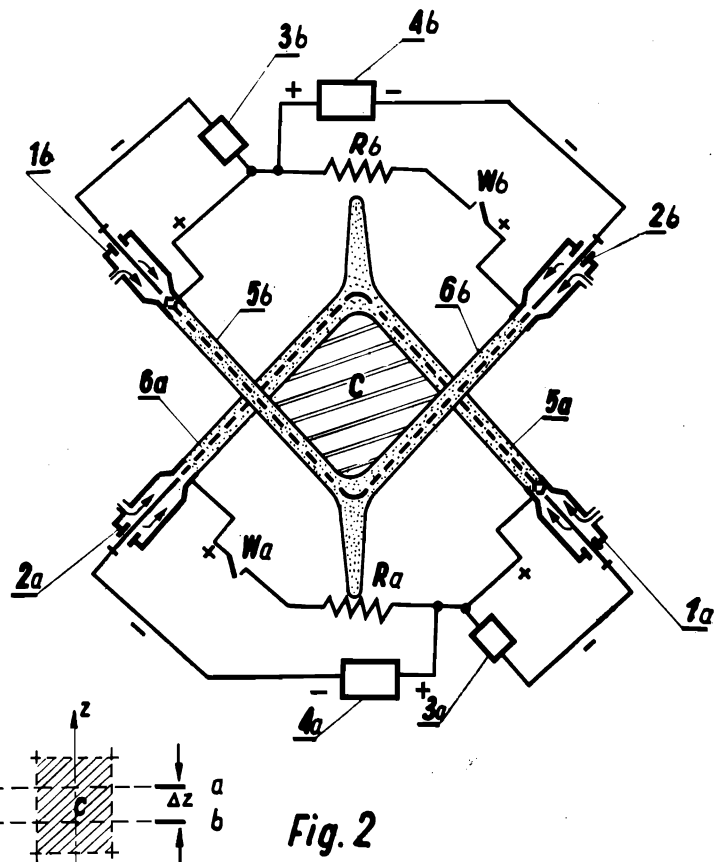


Fig. 2

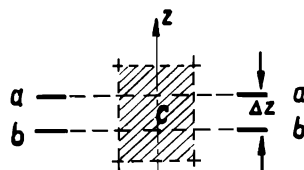
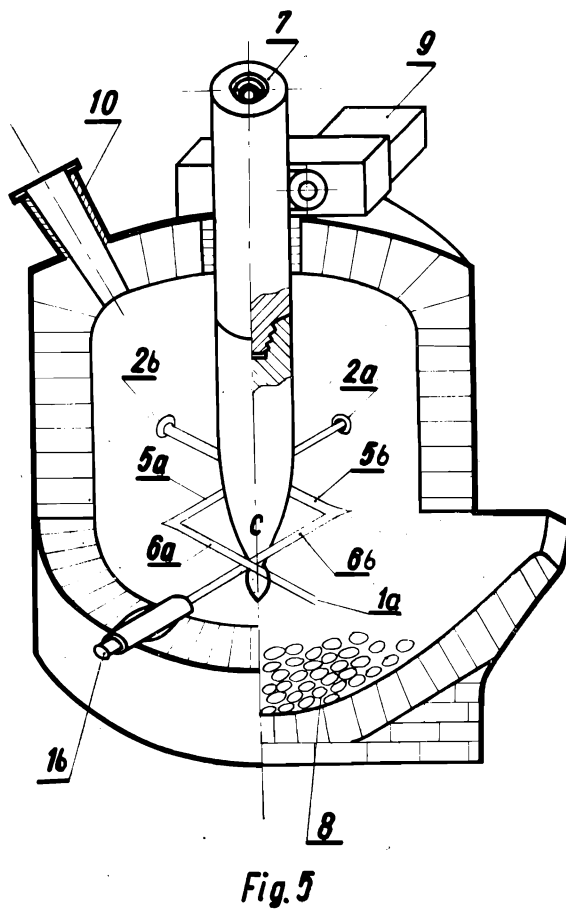
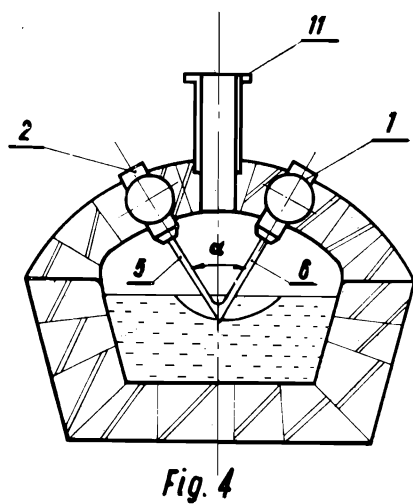
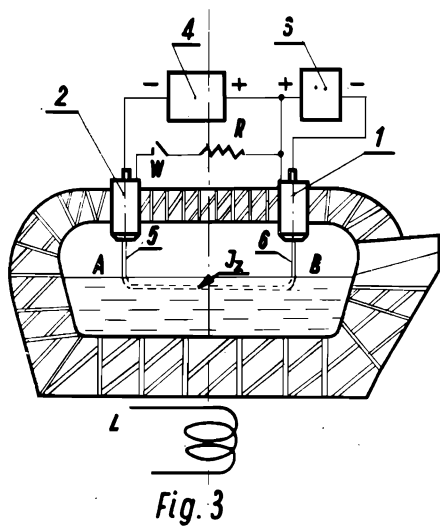


Fig. 2a



Cena zł 10,—