

## **Komora próżniowa urządzenia elektronowiązkowego i sposób jej odpompowania**

Przedmiotem wynalazku jest komora próżniowa urządzenia elektronowiązkowego i sposób jej odpompowania.

Komory robocze urządzeń elektronowiązkowych, takich jak spawarki czy drukarki typu Electron Beam Melting, są zwykle pompowane przez zespół pomp: mechanicznej, Rootsa i dyfuzyjnej. Najpierw załączana jest pompa mechaniczna. Gdy ciśnienie w komorze spadnie do wartości kilkudziesięciu hPa uruchamiana jest pompa Rootsa, która ma większą szybkość pompowania niż pompa mechaniczna w zakresie ciśnień od ułamka hPa do kilkudziesięciu hPa. Gdy ciśnienie w komorze spadnie do wartości rzędu 0,1-0,5 hPa, za pomocą systemu zaworów uruchamiana jest pompa dyfuzyjna, która pompuje wydajnie w zakresie ciśnień poniżej 0,01-0,05 hPa. Po osiągnięciu ciśnienia poniżej  $10^{-3}$  hPa przystępuje się do procesu spawania. Czas osiągnięcia potrzebnej próżni w komorze roboczej od chwili zamknięcia drzwi przy ciśnieniu atmosferycznym do uzyskania ciśnienia  $10^{-3}$  hPa wynosi kilka minut. Znaczne spowolnienie procesu pompowania zachodzi przy ciśnieniach rzędu 0,5-0,05 hPa, gdy pompa dyfuzyjna ma jeszcze stosunkowo małą szybkość pompowania. Proces pompowania spowalnia także, gdy ciśnienie w komorze spadnie do wartości około  $2 \times 10^{-3}$  hPa, gdyż następuje wtedy stosunkowo powolna desorpcja gazów i pary wodnej ze ścianek komory.

Opis patentowy o numerze WO2019161579 przedstawia konstrukcję komory próżniowej do zastosowania przy spawaniu wiązką elektronową. Z kolei opis patentowy o numerze WO2019159642 opisuje konstrukcję urządzenia zawierającego komorę urządzenia elektronowiązkowego wykorzystywanego do addytywnych technik wytwarzania. Kolejny opis patentowy o numerze CA3050819 przedstawia urządzenie elektronowiązkowe umieszczone w komorze próżniowej wykorzystywane również do addytywnych technik wytwarzania.

Komora próżniowa urządzenia elektronowiązkowego **według wynalazku** charakteryzuje się tym, że w środku komory próżniowej, korzystnie w połowie jej wysokości, ponad stołem roboczym umieszczona jest elektroda w kształcie czaszy, z izolatorem, na przegubie połączonym z układem napędowym zasilanym ze źródła. Do komory dołączony jest układ pompowy, wyrzutnia elektronowa i zawór dozujący gaz roboczy z butli. Elektroda ma korzystnie średnicę 25 mm i promień krzywizny 4 mm, i jest osłonięta z boku i góry izolatorem ze szkła kwarcowego.

Sposób odpompowania komory próżniowej urządzenia elektronowiązkowego **według wynalazku** polega na tym, że odpompowuje się powietrze w komorze próżniowej do ciśnienia 2 hPa. Do elektrody przykłada się napięcie 600 V, które płynnie wzrasta do napięcia 3 kV przy ciśnieniu  $4 \times 10^{-2}$  hPa. Po osiągnięciu w komorze próżniowej próżni niższej od  $4 \times 10^{-2}$  hPa do elektrody przykłada się napięcie 3 kV o polaryzacji odwrotnej po czym dozuje się gaz roboczy o ciśnieniu  $5-8 \times 10^{-2}$  hPa. Następnie strumień elektronów z elektrody skupia się w miejscu na powierzchni stołu roboczego, które ma być oczyszczone strumieniem elektronów poprzez odpowiednie ustawienie układu napędowego. Po skończonym procesie czyszczenia zamyka się zawór dozujący, odpompowuje się komorę próżniową poniżej ciśnienia  $10^{-3}$  hPa i przystępuje do procesu wykorzystującego wiązkę elektronową.

Sposób ten pozwala oczyścić wybrane elementy w komorze roboczej na drodze czyszczenia jonowego i bombardowania elektronowego niskoenergetyczną wiązką elektronów i jednocześnie skraca czas odpompowania komory roboczej urządzenia elektronowiązkowego dla osiągnięcia ciśnienia poniżej  $10^{-3}$  hPa.


Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który stanowi schemat komory.

Komora próżniowa 1 spawarki posiada w środku w połowie jej wysokości, ponad stołem roboczym 2, elektrodę 3, w kształcie czaszy, na przegubie 5 połączonym z układem napędowym 6 zasilanym ze źródła 7. Do komory dołączony jest układ pompowy 8, wyrzutnia elektronowa 9 i zawór dozujący 10 gaz roboczy z butli 11. Elektroda 3 ma średnicę 25 mm i promień krzywizny 4 mm, i jest osłonięta z boku i góry izolatorem 4 ze szkła kwarcowego.

Sposób odpompowania komory spawarki przebiega następująco:

Do elektrody 3 w momencie osiągnięcia ciśnienia 2 hPa przykładana się jest napięcie stałe 600 V, które płynnie wzrasta do wartości 3 kV w miarę obniżania się ciśnienia w komorze próżniowej 1 do wartości  $4 \times 10^{-2}$  hPa przez układ pompowy 8. Wzrost napięcia w miarę spadku ciśnienia może być liniowy jak i nieliniowy. Katodę stanowi komora próżniowa 1 spawarki. Elektrodę 3 stanowi wklęsła czasza aluminiowa, korzystnie o średnicy 25 mm i promieniu krzywizny 4 mm, osłonięta z boku i góry izolatorem 4 korzystnie ze szkła kwarcowego. W komorze próżniowej 1 następuje jonizacja gazów resztkowych, zaś powstałe jony bombardują te elementy wnętrza komory próżniowej 1, które są uziemione i znajdują się naprzeciw odsłoniętej wklęsłej powierzchni elektrody 3, a więc ścianki komory próżniowej 1 czy stół roboczy 2. Wskutek tego z tych miejsc następuje intensywna desorpcja gazów. Gazy te są odpompowywane przez układ pompowy 8, którego prędkość pompowania w zakresie do  $4 \times 10^{-2}$  hPa stopniowo rośnie. Pozwala skrócić czas odpompowania o 30 sekund w porównaniu do czasu pompowania komory bez opisanego układu. Po osiągnięciu w komorze próżniowej 1 próżni niższej od  $4 \times 10^{-2}$  hPa do elektrody 3 przykładana się napięcie 3 kV, ale o polaryzacji odwrotnej tzn. biegunem ujemnym do elektrody 3. Wówczas dozując gaz taki jak powietrze, gaz szlachetny czy tlen za pomocą zaworu dozującego 10 z butli 11 ustawia się ciśnienie gazu roboczego  $5 \times 10^{-2}$  hPa, w którym zachodzi silnie emisja elektronów z elektrody 3. Strumień elektronów z elektrody 3 skupia się w miejscu na powierzchni stołu roboczego 2, które ma być oczyszczone strumieniem elektronów poprzez odpowiednie ustawienie układu napędowego 6. Po skończonym procesie czyszczenia zamyka się zawór dozujący 10, odpompowuje się komorę próżniową poniżej ciśnienia  $10^{-3}$  hPa i przystępuje do prowadzenia procesu spawania wiązką elektronową przy użyciu wyrzutni elektronowej 9 wraz z układami skupiania i odchylania.

DYREKTOR INSTYTUTU

  
dr inż. Janusz Sitek