

Institut Fizyki UMCS
Zakład Fizyki Ogólnej i Dydaktyki Fizyki
Kierownik: doc. dr Maksymilian Piłat

Helena MURLAK-STACHURA, Danuta STACHÓRSKA,
Zdzisław WRÓŃSKI

Ekstrakcja jonów z plazmy wyładowania jarzeniowego

In Extraction from the Glow Discharge Plasma

Вытяжка ионов из плазмы тлеющего разряда

WSTĘP

W spektrometrii mas plazmy wyładowania jarzeniowego źródłem jonów dla spektrometru jest kolumna dodatnia lub strefy katodowe wyładowania jarzeniowego. Jony wyciągane są za pomocą dodatkowej elektrody z otworem umieszczonej na ścianie rury, w której zachodzi wyładowanie. Elektroda ta zachowuje się tak jak sonda Langmuira. Już samo wprowadzenie sondy prowadzi do zaburzenia plazmy. Przed sondą tworzy się warstwa ładunku przestrzennego, znana w literaturze pod nazwą warstwy przysondowej. Przyjmuje się w przybliżeniu, że miarą grubości tej warstwy jest długość Debaya. Jeśli średnia droga swobodna jo-

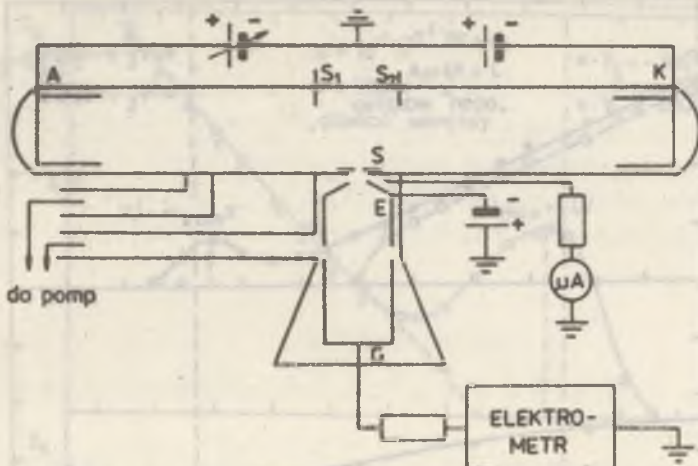
nów jest mniejsza od długości Debaya, w warstwie przysondowej mogą zachodzić zderzenia. Otwór w sondzie zmienia lokalnie rozkład pola elektrycznego i deformuje się powierzchnia graniczna plazmy. Sonda ekstrakcyjna znajduje się na ściance rury, która jest naładowana ujemnie w stosunku do plazmy. Za sondą umieszcza się elektrodę przyspieszającą, potencjał której również może wpływać na kształt powierzchni plazmy wokół sondy. Wszystkie te wymienione czynniki prowadzą do zaburzenia plazmy.

W przypadku masowej i energetycznej analizy jonów z plazmy wyładowania jarzeniowego bardzo ważne jest ustalenie takich warunków pracy sondy i całego układu ekstrakcyjnego, aby wyciągane jony pochodziły z plazmy niezaburzonej. Problemu tego dotyczy szereg prac, których wyniki są rozbieżne [3]. Autorzy prac [1, 2] wykazali, że natężenie prądu wyciąganych jonów zależy od napięcia spolaryzowania sondy. W określonym przedziale wartości napięcia U_s przykładanego na sondę, na krzywej natężenia prądu jonów wyciąganych I_c występuje maksimum. Jego położenie względem potencjału pływania zależy od ciśnienia gazu [4]. Powstawanie tego maksimum autorzy prac [1, 2] wiążą z procesami zachodzącymi w warstwie przysondowej. Natomiast Novak i Waidmann [5] otrzymali prawie liniową zależność natężenia prądu wyciąganych jonów od napięcia polaryzacji sondy.

W tej pracy przedstawiono otrzymane zależności $I_c = f(U_s)$ dla różnych potencjałów elektrody przyspieszającej.

OPIS APARATURY

Schemat układu pomiarowego jest na ryc. 1. Długość rury, w której zachodziło wyładowanie wynosiła 110 cm, a jej średnica 5,5 cm. Ruchoma katoda umożliwiała ekstrakcję jonów z różnych części wyładowania. Na ściance rury do wyładowań umieszczona była płaska platynowa sonda S z otworem o średnicy 0,1 mm. Średnica sondy wynosiła 1 mm a jej grubość 0,06 mm. W odległości 4 mm za sondą znajdowała się stożkowa elektroda E, do której przykładano ujemny potencjał. Polaryzację sondy S zmieniano poprzez zmianę potencjału sondy. Jony wyciągane z



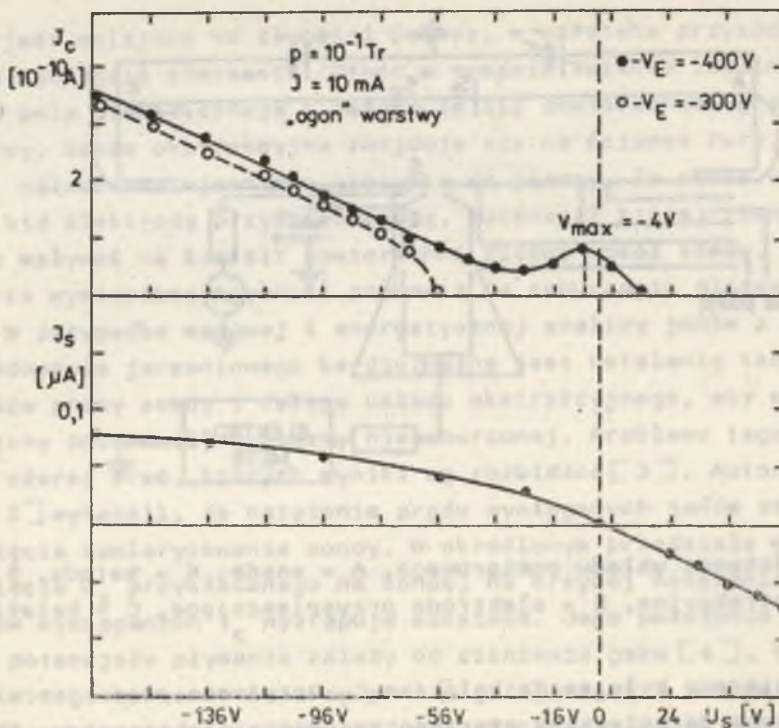
Ryc. 1. Schemat układu pomiarowego. A - anoda, K - katoda, S - sonda ekstrakcyjna, E - elektroda przyspieszająca, C - kolektor

plazmy zbierane były przez kolektor C. Natężenie prądu jonów dochodzących do kolektora mierzono za pomocą elektrometru. Eksperymentalnie wyznaczono zależność natężenia prądu jonów wyciąganych I_c od napięcia U_s polaryzacji sondy dla różnych potencjałów V_E stożkowej elektrody przyspieszającej oraz sporządzono charakterystyki sondy S.

Pomiary wykonano dla plazmy wyładowania jarzeniowego w powietrzu dla ciśnień $/0,05 - 0,15/\text{Tr}$ i natężeń prądów wyładowania $/5 - 40/\text{mA}$. W badanym przedziale ciśnienia i natężenia prądu kolumna dodatnia była rozwarstwiona, występowały warstwy stojące. Pomiary wykonano w "główicy" oraz w "ogonie" warstwy stojącej.

WYNIKI POMIARÓW

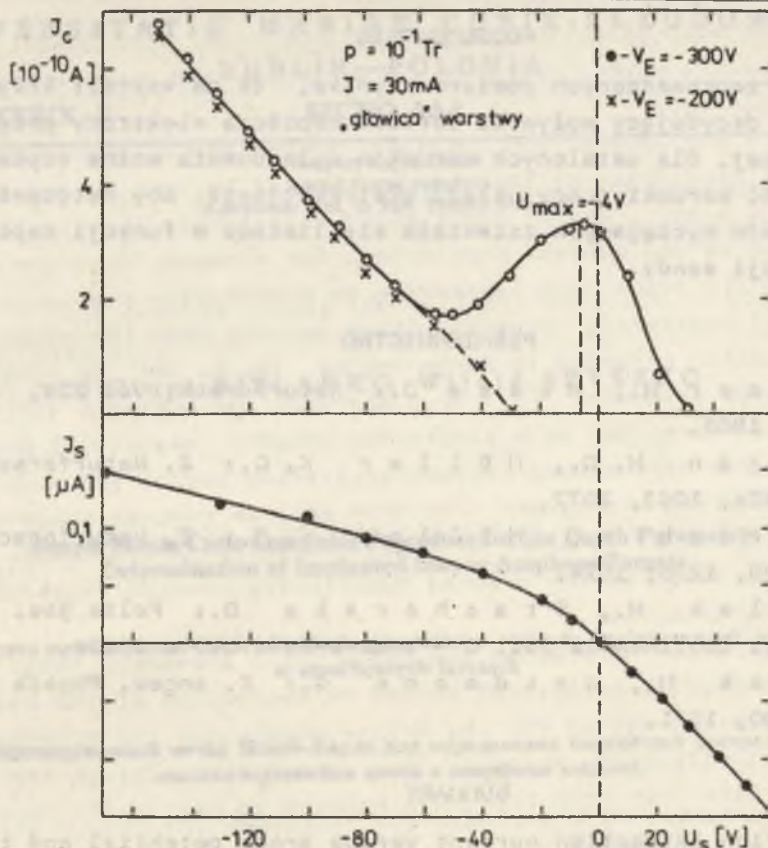
Na ryc. 2 i 3 przedstawiono przykłady wyników pomiarów otrzymanych w "główicy" i w "ogonie" warstwy stojącej. Widać, że zmiany natężenia prądu jonów wyciąganych w funkcji napięcia polaryzacji sondy mają taki sam przebieg zarówno w "ogonie" jak



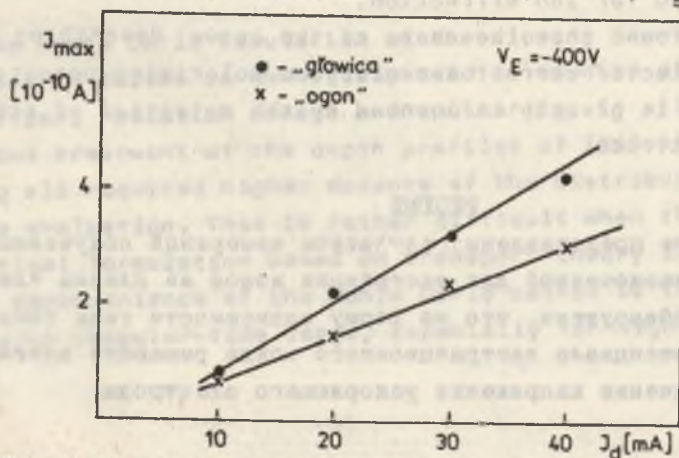
Ryc. 2. Charakterystyka sondy oraz zależność natężenia prądu jonów wyciąganych I_c od napięcia U_s polaryzacji sondy.

i w "główicy" warstwy. Otrzymane zależności wskazują, że przy pewnych napięciach polaryzacji elektrody przyspieszającej obserwuje się prawie liniową zależność $I_c = f / U_s /$ U_s równe zeru oznacza, że sonda znajduje się na potencjale pływania.

Przyłożenie do elektrody przyspieszającej ujemnego potencjału V_E o większej wartości, powoduje powstanie na krzywej $I_c = f / U_s /$ maksimum prądu. Wysokość tego maksimum zależy liniowo od natężenia prądu wyładowania I_D / ryc. 4., nie zależy natomiast od ciśnienia gazu. Wartość ujemnego potencjału V_E , przy której na krzywej $I_c = f / U_s /$ pojawia się maksimum, zależy od parametrów plazmy.



Ryc. 3. Charakterystyka sondy oraz natężenie prądu kolektora I_c w funkcji napięcia polaryzacji sondy U_s



Ryc. 4. Wysokość maksimum na krzywej $I_c = f/U_s$ w zależności od natężenia prądu wyładowania

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że na kształt krzywej $I_c = f(U_s)$ decydujący wpływ ma wartość napięcia elektrody przyspieszającej. Dla ustalonych warunków wyładowania można odpowiednio dobrać warunki pracy układu ekstrakcyjnego, aby natężenie prądu jonów wyciąganych zmieniało się liniowo w funkcji napięcia polaryzacji sondy.

PIŚMIENNICTWO

1. B r ů m e r H., H e s s e J.: Naturforsch, vol 23a, 1960, 1963.
2. L e r g o n H. G., M ů l l e r K. C.: Z. Naturforsch., vol. 32a, 1093, 1977.
3. H e n r i c h K., M ů l l e r K. C.: Z. Naturforsch., vol. 29, 1276, 1974.
4. M u r l a k H., S t a c h ó r s k a D.: Folia Soc. Scient. Lublinensis Soc. C - oddano do druku w 1983r.
5. N o v a k M., W a i d m a n n G.: Z. angew. Physik 31, 300, 1971.

SUMMARY

The ion extraction current versus probe potential and the probe characteristics have been measured with a small wall probe, perforated for ion extraction.

It was found that the shape of the curve describing dependence of collector current intensity on polarizing potential of the probe is greatly influenced by the potential of accelerating electrode.

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты измерений полученные в системе предназначенной для экстракции ионов из плазмы тлеющего разряда. Обнаружено, что на форму зависимости силы тока коллектора от потенциала экстракционного зонда решающее влияние оказывает значение напряжения ускоряющего электрода.