

THE THEORY OF THE TRANSPORT PHENOMENON ON THE PLASMA-METAL HYDRIDE INTERFACE

V.N. Borisko*, S.V. Borisko, D.V. Zinov'ev, Ye.V. Klochko⁽¹⁾

Kharkov National University by V.N. Karazin, Kurchatov Av. 31, Kharkov, 61108, Ukraine

⁽¹⁾Institute for Mechanical Engineering Problems by A.N. Podgorny of NAS of Ukraine, Pozharsky 2/10 Str., Kharkov, 61046 Ukraine

Introduction

The hydride forming getter alloys on the basis of Zr-V are perspective in the case of using the hydrogen isotopes for the plasma forming medium. The metal hydride electrodes of the gas-discharge devices manufactured from these alloys, allow to combine in one device the functions of the compact storage of hydrogen isotopes, the purification of the electrodes from gas impurities and programmed leak in of the working gas into the gas-discharge volume and pumping-out of the working gas excesses also [1]. The temperature stability of the gas feed mode is the difficult problem for the making of the metal hydride gas supply systems for vacuum - plasma devices. The aim of this paper is the theoretical study of the pressure autostabilized mode of glow discharge with the metal-hydride cathode.

Results and discussion

The theory of ion stimulated emission of vibrationally excited molecules of hydrogen in the conditions of the ion bombardment of the metal hydride cathode surface of the reflective discharge has been constructed.

Process of the direct transmission of the momentum from the collided ions and atoms of high energy to atoms of hydrogen, which are dissolved in metal body has been assume as a basis of the theory. It has been shown, that the efficiency of this process can be high, that is explained by equality of masses of colliding particles and high volume density of hydrogen atoms, which are dissolved in the metal matrix. It leads to the intensive hydrogen emission from the metal-hydride. The calculations from this mechanism, give the linear dependence on the current of H⁻

ions of the H⁺ ion current which bombarding metal hydride:

$$I^- = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\left(1 - \frac{\Delta_0 S}{S} \right) \cdot \left(1 + \frac{\delta S_H}{S_H} \theta \right) \right]^{2k-2} \frac{\Delta S}{S} I$$

Where ΔS - the cross-section of the back scattering by the point of lattice; $\Delta_0 S$ - the total cross-section of scattering by the point of lattice; δS_H - the cross-section of scattering by the hydrogen atom, which dissolved in the metal-hydride; S_H - the cross-sectional area of the interstice occupied by the hydrogen atom; S - the sectional area of the unit cell of the metal-hydride lattice; Q - the degree of filling of free vacancies in the metal-hydride by hydrogen atoms.

The results of the evaluations are well agreed with the experimental data.

Conclusion

The steady state processes in near cathode area of the normal glow discharge with metal hydride cathode and the transport phenomena on the plasma-metal hydride interface have been discussed. Has been shown, that the single-valued functional dependence of hydrogen pressure in the gas-discharge cell from current value of discharge exists in this mode.

References

1. Borisko V.N. et. al. An investigation of the mechanism of pressure autostabilization in the discharges with metal hydride cathode. Hydrogen Materials Science and Chemistry of Metal Hydrides. Eds. by M.D. Hampton et. al. NATO Science Series. II. Mathematics, Physics and Chemistry, 2002., vol. 71, p. 217-235.

* Fax: 380 (572) 35 05 25 E-mail: Borisko@pht.univer.kharkov.ua

ТЕОРИЯ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ПЛАЗМА – МЕТАЛЛОГИДРИД

В.Н. Бориско*, **С.В. Бориско**, **Д.В. Зиновьев**, **Е.В. Клочко**⁽¹⁾

Харьковский Национальный Университет им. В.Н. Каразина, пр. Курчатова 31,
Харьков, 61108, Украина

⁽¹⁾ Институт проблем машиностроения им. А.М. Подгорного НАН Украины,
ул. Д. Пожарского 2/10, Харьков, 61946, Украина

Введение

В случае использования изотопов водорода в качестве плазмообразующей среды, перспективными являются гидридообразующие геттерные материалы на основе Zr-V сплавов. Металлогидридные электроды газоразрядных устройств, изготовленные из этих сплавов, позволяют совмещать в одном устройстве функции компактного хранения изотопов водорода, их очистку от газовых примесей и программируемый напуск в рабочий объем газоразрядной камеры, а также откачку излишка рабочего газа [1]. Температурная стабильность режима напуска является сложной проблемой при создании металлогидридных систем газового питания вакуумно - плазменных устройств. Целью данной работы есть теоретическое исследование автостабилизированного по давлению режима тлеющего разряда с металлогидридным катодом.

Результаты и обсуждение

Построена теория ионно-стимулированной эмиссии колебательно-возбужденных молекул водорода в условиях бомбардировки поверхности металлогидридного катода отражательного разряда.

В основу теории положены представления о прямой передаче импульса при столкновении налетающих ионов и атомов высокой энергии с растворенными в металле атомами водорода. Показано, что эффективность этого процесса может быть достаточно высокой, чтобы обеспечить интенсивную эмиссию водорода из металлогидрида. Это объясняется равенством масс сталкивающихся частиц и высокой объемной плотностью атомов водорода, растворенных в металлической матрице. Основанные на этом механизме расчеты дают линейную зависимость тока отрицательных

ионов Г от тока бомбардирующих металлогидрид положительных ионов водорода:

$$I^- = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\left(1 - \frac{\Delta_0 S}{S} \right) \cdot \left(1 + \frac{\delta S_H}{S_H} \theta \right) \right]^{2k-2} \frac{\Delta S}{S} I$$

где ΔS – сечение рассеяния назад на узле кристаллической решетки; $\Delta_0 S$ – полное сечение рассеяния на узле кристаллической решетки; δS_H – сечение рассеяния на растворенном в металлогидриде атоме водорода; S_H – площадь сечения междоузлия, занятого атомом водорода; S – площадь сечения элементарной ячейки кристаллической решетки металлогидрида; θ – степень заполнения свободных вакансий в металлогидриде атомами водорода. Результаты вычислений согласуются с экспериментальными данными.

Выводы

Рассмотрены стационарные процессы в прикатодной области нормального тлеющего разряда с металлогидридным катодом и явления переноса на поверхности раздела плазма – металлогидрид. Показано, что в режиме автостабилизированного по давлению разряда существует однозначная функциональная зависимость рабочего давления водорода в газоразрядной ячейке от значения тока разряда.

Литература

1. Borisko V.N. et. al. An investigation of the mechanism of pressure autostabilization in the discharges with metal hydride cathode. Hydrogen Materials Science and Chemistry of Metal Hydrides. Eds. by M.D. Hampton et. al. NATO Science Series. II. Mathematics, Physics and Chemistry, 2002., vol. 71, p. 217-235.

* Факс: 380 (572) 35 05 25

E-mail: Borisko@pht.univer.kharkov.ua