

**Получение поликристаллического кремния из моносилана
газоструйным плазмохимическим методом.
Моделирование и эксперимент**

В. О. Константинов, В. Г. Щукин, Р. Г. Шарафутдинов

Предложен метод плазмохимического получения поликристаллического кремния. Метод основан на разложении моносилана, подаваемого в реактор в виде сверхзвуковой струи и активированного с помощью электронного пучка. Проведено газодинамическое моделирование распределения потерь кремния в процессе осаждения. Определены коэффициент разложения моносилана с помощью масс-спектрометрических измерений, а также коэффициенты прилипания кремния к поверхности и коэффициент использования моносилана при помощи газодинамического моделирования и весовых измерений.

Ключевые слова: поликристаллический кремний, моносилан, электронно-пучковая плазма, газодинамическое моделирование, масс-спектрометрия.

DOI: 10.51368/1996-0948-2022-2-45-49

Константинов Виктор Олегович, м.н.с.

E-mail: konstantinov@itp.nsc.ru

Щукин Виктор Геннадьевич, м.н.с.

E-mail: shchukin@itp.nsc.ru

Шарафутдинов Равель Газизович, гл.н.с., д.ф.-м.н.

E-mail: molkin@itp.nsc.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 1.

Статья поступила в редакцию 08 февраля 2022 г.

© Константинов В. О., Щукин В. Г., Шарафутдинов Р. Г., 2022

Авторы выражают благодарность Сквородко П. А. за помощь в проведении газодинамического моделирования.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института Теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН.
Работы выполнены с использованием УНУ ВГК ИТ СО РАН.*

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2021>
2. Jäger-Waldau A. // EPJ Photovoltaics. 2021. Vol. 12. P. 2.
3. Pires J. C. S., Otubo J., Braga A. F. B., Mei P. R. // J. Mater. Process. Technol. 2005. Vol. 169. P. 16.
4. Liu T., Dong Z., Zhao Y., Wang J., Chen T., Xie H., Li J., Ni H., Huo D. // J. Cryst. Growth. 2012. Vol. 351. P. 19.
5. Pires J. C. S., Braga A. F. B., Mei P. R. // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2003. Vol. 79. P. 347.
6. Khattak C. P., Joyce D. B., Schmid F. // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2002. Vol. 74. P. 77.

7. Rousseau S., Benmansour M., Morvan D., Amouroux J. // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2007. Vol. 91. P. 1906.

8. Petrov S. V., Rubets D. I., Honcharuk Yu. A., Kolesnikova E. P., Zhovtyansky V. A. // IJESIT. 2014. Vol. 3. P. 32.

9. Skovorodko P. A. in Proc. 20th Intern. Symp. (Beijing 1997), pp. 579–584.

10. Щукин В. Г., Константинов В. О., Морозов В. С. // ЖТФ. 2018. Т. 88. № 6. С. 914.

11. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C7803625&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec>

12. Константинов В. О., Щукин В. Г., Шарафутдинов Р. Г., Карстен В. М., Гартвич Г. Г., Семенова О. И. // Прикладная физика. 2009. № 4. С. 95.

PACS: 41.75.-i, 52.50.Dg, 81.15.-z

Polycrystalline silicon production from monosilane by gas-jet plasma-chemical method. Modeling and experiment

V. O. Konstantinov, V. G. Shchukin, and R. G. Sharafutdinov

Kutateladze Institute of Thermophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
1 Lavrentieva Ave., Novosibirsk, 630090, Russia

Received February 08, 2022

A method for the plasma-chemical production of polycrystalline silicon is proposed. The method is based on the decomposition of monosilane fed into the process in the form of a supersonic jet and activated by an electron beam. A gas-dynamic simulation of the distribution of silicon losses during the deposition process has been carried out. The decomposition coefficient of monosilane was determined using mass spectrometric measurements. Also, the silicon adhesion coefficient to the surface and the monosilane usage coefficient were determined using gas-dynamic modeling and weight measurements.

Keywords: polycrystalline silicon, monosilane, electron beam plasma, gas dynamic modeling, mass spectrometry.

DOI: 10.51368/1996-0948-2022-2-45-49

REFERENCES

1. <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2021>
2. A. Jäger-Waldau. EPJ Photovoltaics **12**, 2 (2021).
3. J. C. S. Pires, J. Otubo, A. F. B. Braga, and P. R. Mei, J. Mater. Process. Technol. **169**, 16 (2005).
4. T. Liu, Z. Dong, Y. Zhao, J. Wang, T. Chen, H. Xie, J. Li, H. Ni, and D. Huo, J. Crys. Growth. **351**, 19 (2012).
5. J. C. S. Pires, A. F. B. Braga, and P. R. Mei, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. **79**, 347 (2003).
6. C. P. Khattak, D. B. Joyce, and F. Schmid, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. **74**, 77 (2002).
7. S. Rousseau, M. Benmansour, D. Morvan, and J. Amouroux, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. **91**, 1906 (2007).
8. S.V. Petrov, D.I. Rubets, Yu.A. Honcharuk, E.P. Kolesnikova, V.A. Zhovtyansky. IJESIT. **3**, 32 (2014).
9. P. A. Skovorodko, in Proc. 20th Intern. Symp. (Beijing, 1997), pp. 579–584.
10. V. G. Shchukin, V. O. Konstantinov, and V. S. Morozov, Tech. Phys. **63**, 888 (2018).
11. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C7803625&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec>
12. V. O. Konstantinov, V. G. Shchukin, R. G. Sharafutdinov, V. M. Karsten, G. G. Gartvich, and O. I. Semenova, Plasma Phys. Rep. **36**, 1278 (2010).