

В настоящей заявке заявлен приоритет по заявкам на американские патенты, регистрационные номера: 60/273,556, поданной 7 марта 2001 г.; 60/279,764, поданной 30 марта 2001 г.; 60/281,408, поданной 5 апреля 2001 г.; 60/284,865, поданной 20 апреля 2001 г.; 60/290,067, поданной 11 мая 2001 г.; 60/295,024, поданной 4 июня 2001 г.; 60/304,783, поданной 13 июля 2001 г.; 60/310,848, поданной 9 августа 2001 г.; 60/326,731, поданной 4 октября 2001 г.; 60/328,446, поданной 12 октября 2001 г.; 60/330,688, поданной 29 октября 2001 г.; и 60/333,534, поданной 28 ноября 2001 г., полное описание которых приводится здесь в качестве ссылки.

## СОДЕРЖАНИЕ

### I. ВВЕДЕНИЕ

1. Область техники, к которой относится изобретение
2. Уровень техники
  - 2.1 Гидрино
  - 2.2 Ионы гидрида
  - 2.3 Водородная плазма
  - 2.4 Магнитогидродинамика
  - 2.5 Магнитное зеркало
  - 2.6 Плазмодинамика

### II. СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Катализ водорода для формирования новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода
2. Гидридный реактор
3. Катализаторы
  - 3.1 Катализаторы на основе атомов и ионов
  - 3.2 Катализаторы на основе гидрино
4. Регулирование скорости катализа
5. Катализаторы и продукты на основе инертных газов
6. Образование плазмы и света при катализе водорода
7. Энергетический реактор
8. Гидридный реактор и энергетический реактор на основе микроволновой плазменной ячейки
9. Гидридный реактор и энергетический реактор на основе радиочастотной плазменной ячейки с емкостной и индуктивной связью
10. Магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом
11. Плазмодинамический преобразователь энергии
12. Гидрино-гидридная батарея

### III. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

### IV. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Энергетическая ячейка, гидридный реактор и преобразователь энергии
  - 1.1 Гидридный реактор с ячейкой на основе плазменного электролиза
  - 1.2 Гидридный реактор и энергетический реактор на основе газовой ячейки
  - 1.3 Гидридный реактор на основе газоразрядной ячейки
  - 1.4 Радиочастотная (РЧ) разрядная ячейка с барьерным электродом
  - 1.5 Гидридный реактор на основе ячейки с плазменным факелом
2. Гидридный и энергетический реактор на основе микроволновой газовой ячейки
3. Гидридный и энергетический реактор на основе газовой ячейки с радиочастотной плазмой с емкостной и индуктивной связью
4. Преобразователь энергии
  - 4.1 Удержание плазмы с использованием пространственного управления катализом
  - 4.2 Преобразователь энергии на основе инвариантности магнитного потока
    - 4.2.1 Преобразователь энергии на основе потока ионов
    - 4.2.2 Преобразователь энергии с магнитным зеркалом
    - 4.2.3 Преобразователь энергии с магнитной бутылкой
  - 4.3 Преобразователь энергии на основе магнитного разделения пространственного заряда
  - 4.4 Плазмодинамический преобразователь энергии
  - 4.5 Радиочастотный преобразователь энергии с группированием протонов

#### 1. Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к источнику энергии и/или преобразователю энергии. Источник энергии содержит ячейку, предназначенную для катализа атомарного водорода с формированием новых разновидностей водорода и/или соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода. Реакция может инициироваться и/или поддерживаться с помощью микроволновой плазмы или плазмы тлеющего разряда, сформированной на основе водорода и источника катализатора. Энергия, получаемая в результате катализа водорода, может быть непосредственно преобразована в электрическую энергию, поскольку в результате выделения этой энергии образуется плазма или эта энергия расходуется на под-

держание плазмы. Энергия плазмы может быть преобразована в электричество с помощью магнитогиродинамического преобразователя энергии из энергии направленного потока ионов, формирующегося с использованием магнитного зеркала, в основе работы которого используется условие адиабатической инварианты

$$\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant.}$$

В качестве альтернативы в преобразователе энергии используется магнитное поле, которое позволяет разделять положительные ионы и электроны с использованием, по меньшей мере, одного электрода, для получения напряжения по отношению, по меньшей мере, к одному противоэлектроду, подключенному через нагрузку.

## 2. Уровень техники

### 2.1 Гидрино.

Атом водорода, имеющий энергию связи, определенную следующим образом:

$$\text{Энергия связи} = \frac{13,6\text{эВ}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} \quad (1)$$

где  $p$  представляет собой целое число, большее 1, предпочтительно в диапазоне от 2 до 200, описан в следующих публикациях:

R. Mills, The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics, издание января 2000 г. Edition, BlackLight Power, Inc., Cranbury, New Jersey, распространяется Amazon.com (" '00 Mills GUT"), предоставлена BlackLight Power, Inc., 493 Old Trenton Road, Cranbury, NJ, 08512; R. Mills, The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics, сентябрь 2001 Edition, BlackLight Power, Inc., Cranbury, New Jersey, распространяется Amazon.com (" '01 Mills GUT"), предоставлена BlackLight Power, Inc., 493 Old Trenton Road, Cranbury, NJ, 08512 (представлена на сайте [www.blacklightpower.com](http://www.blacklightpower.com)); R Mills, P. Ray, R. Mayo, "CW HI Laser Based on a Stationary Inverted Lyman Population Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Group I Catalysts", IEEE Transactions on Plasma Science, submitted, R. L. Mills, P. Ray, J. Dong, M. Nansteel, B. Dhandapani, J. He, "Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Molecular Hydrogen", Int. J. Hydrogen Energy, submitted; R. L. Mills, P. Ray, E. Dayalan, B. Dhandapani, J. He, "Comparison of Excessive Balmer  $\alpha$  Line Broadening of Inductively and Емкостной Coupled RF, Microwave, and Glow Discharge Hydrogen Plasmas with Certain Catalysts", Spectrochimica Acta, Part A, submitted; R. Mayo, R. Mills, M. Nansteel, "Direct Plasmadynamic Conversion of Plasma Thermal Power to Electricity", IEEE Transactions on Plasma Science, submitted; H. Conrads, R. Mills, Th. Wrubel, "Emission in the Deep Vacuum Ultraviolet from an Incandescently Driven Plasma in a Potassium Carbonate Cell", Plasma Sources Science and Technology, submitted; R. L. Mills, P. Ray, "Stationary Inverted Lyman Population Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Chem. Phys. Letts., submitted; R. L. Mills, B. Dhandapani, J. He, "Synthesis and Characterization of a Highly Stable Amorphous Silicon Hydride", Int. J. Hydrogen Energy, submitted; R. L. Mills, A. Voigt, B. Dhandapani, J. He, "Synthesis and Characterization of Lithium Chloro Hydride", Int. J. Hydrogen Energy, submitted; R. L. Mills, P. Ray, "Substantial Changes in the Characteristics of a Microwave Plasma Due to Combining Argon and Hydrogen", New Journal of Physics, submitted; R. L. Mills, P. Ray, "High Resolution Spectroscopic Observation of the Bound-Free Hyperfine Levels of a Novel Hydride Ion Corresponding to a Fractional Rydberg State of Atomic Hydrogen", Int. J. Hydrogen Energy, in press; R. L. Mills, E. Dayalan, "Novel Alkali and Alkaline Earth Hydrides for High Voltage and High Energy Density Batteries", Proceedings of the 17<sup>th</sup> Annual Battery Conference on Applications and Advances, California State University, Long Beach, CA, (15-18 января 2002 г.), pp. 1-6; R. Mayo, R. Mills, M. Nansteel, "On the Potential of Direct and МГД Conversion of Power from a Novel Plasma Source to Electricity for Microdistributed Power Applications", IEEE Transactions on Plasma Science, submitted; R. Mills, P. Ray, J. Dong, M. Nansteel, W. Good, P. Jansson, B. Dhandapani, J. He, "Excessive Balmer  $\alpha$  Line Broadening, Power Balance, and Novel Hydride Ion Product of Plasma Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Int. J. Hydrogen Energy, submitted; R. Mills, E. Dayalan, P. Ray, B. Dhandapani, J. He, "Highly Stable Novel Inorganic Hydrides from Aqueous Electrolysis and Plasma Electrolysis", Japanese Journal of Applied Physics, submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, J. He, "Comparison of Excessive Balmer  $\alpha$  Line Broadening of Glow Discharge and Microwave Hydrogen Plasmas with Certain Catalysts", Chem. Phys., submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, J. He, "Spectroscopic Identification of Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", J. of Phys. Chem. (letter), submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, M. Nansteel, X. Chen, J. He, "New Power Source from Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", Chem. Phys. Letts., in press; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, M. Nansteel, X. Chen, J. He, "Spectroscopic Identification of Transitions of Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", Quantitative Spectroscopy and Energy Transfer, submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, M. Nansteel, X. Chen, J. He, "New Power Source from Fractional Quantum Energy Levels of Atomic Hydrogen that Surpasses Internal Combustion", Spectrochimica Acta, Part A, submitted; R. L. Mills, P. Ray, "Spectroscopic Identification of a Novel Catalytic Reaction of Rubidium Ion with Atomic Hydrogen and the Hydride Ion Product", Int. J. Hydrogen Energy, in press; R. Mills, J. Dong, W. Good,

P. Ray, J. He, B. Dhandapani, "Measurement of Energy Balances of Noble Gas-Hydrogen Discharge Plasmas Using Calvet Calorimetry", *Int. J. Hydrogen Energy*, in press; R. L. Mills, A. Voigt, P. Ray, M. Nansteel, B. Dhandapani, "Measurement of Hydrogen Balmer Line Broadening and Thermal Power Balances of Noble Gas-Hydrogen Discharge Plasmas", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 6, (2002), pp. 671-685; R. Mills, P. Ray, "Vibrational Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Hydrogen Molecular Ion", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 5, (2002), pp. 533-564; R. Mills, P. Ray, "Spectral Emission of Fractional Quantum Energy Levels of Atomic Hydrogen from a Helium-Hydrogen Plasma and the Implications for Dark Matter", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 3, pp. 301-322; R. Mills, P. Ray, "Spectroscopic Identification of a Novel Catalytic Reaction of Potassium and Atomic Hydrogen and the Hydride Ion Product", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 2, (2002), pp. 183-192; R. Mills, "BlackLight Power Technology-A New Clean Hydrogen Energy Source with the Potential for Direct Conversion to Electricity", *Proceedings of the National Hydrogen Association, 12 th Annual U.S. Hydrogen Meeting and Exposition, Hydrogen: The Common Thread, The Washington Hilton and Towers, Washington DC, (6-8 марта 2001 г.)*, pp. 671-697; R. Mills, W. Good, A. Voigt, Jinquan Dong, "Minimum Heat of Formation of Potassium Iodo Hydride", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 11, (2001), pp. 1199-1208; R. Mills, "Spectroscopic Identification of a Novel Catalytic Reaction of Atomic Hydrogen and the Hydride Ion Product", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 10, (2001), pp. 1041-1058; R. Mills, N. Greenig, S. Hicks, "Optically Measured Power Balances of Glow Discharges of Mixtures of Argon, Hydrogen, and Potassium, Rubidium, Cesium, or Strontium Vapor", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 6, (2002), pp. 651-670; R. Mills, "The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics", Global Foundation, Inc. *Orbis Scientiae* entitled *The Role of Attractive and Repulsive Gravitational Forces in Cosmic Acceleration of Particles The Origin of the Cosmic Gamma Ray Bursts*, (29th Conference on High Energy Physics and Cosmology Since 1964) Dr. Behram N. Kursunoglu, Chairman, 14-17 декабря 2000 г., Lago Mar Resort, Fort Lauderdale, FL, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 243-258; R. Mills, "The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 27, No. 5, (2002), pp. 565-590; R. Mills and M. Nansteel, P. Ray, "Argon-Hydrogen-Strontium Discharge Light Source", *IEEE Transactions on Plasma Science*, in press; R. Mills, B. Dhandapani, M. Nansteel, J. He, A. "Voigt, Identification of Compounds Containing Novel Hydride Ions by Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 9, (2001), pp. 965-979; R. Mills, "BlackLight Power Technology-A New Clean Energy Source with the Potential for Direct Conversion to Electricity", *Global Foundation International Conference on "Global Warming and Energy Policy"*, Dr. Behram N. Kursunoglu, Chairman, Fort Lauderdale, FL, 26-28 ноября 2000 г., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 1059-1096; R. Mills, "The Nature of Free Electrons in Superfluid Helium - a Test of Quantum Mechanics and a Basis to Review its Foundations and Make a Comparison to Classical Theory", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 10, (2001), pp. 1059-1096; R. Mills, M. Nansteel, and Y. Lu, "Excessively Bright Hydrogen-Strontium Plasma Light Source Due to Energy Resonance of Strontium with Hydrogen", *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, submitted; R. Mills, J. Dong, Y. Lu, "Observation of Extreme Ultraviolet Hydrogen Emission from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 25, (2000), pp. 919-943; R. Mills, "Observation of Extreme Ultraviolet Emission from Hydrogen-KI Plasmas Produced by a Hollow Cathode Discharge", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 6, (2001), pp. 579-592; R. Mills, "Temporal Behavior of Light-Emission in the Visible Spectral Range from a Ti-K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-H-Cell", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 4, (2001), pp. 327-332; R. Mills, T. Onuma, and Y. Lu, "Formation of a Hydrogen Plasma from an Incandescently Heated Hydrogen-Catalyst Gas Mixture with an Anomalous Afterglow Duration", *Lit. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 7, July, (2001), pp. 749-762; R. Mills, M. Nansteel, and Y. Lu, "Observation of Extreme Ultraviolet Hydrogen Emission from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Strontium that Produced an Anomalous Optically Measured Power Balance", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 4, (2001), pp. 309-326; R. Mills, *The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics*, сентябрь 2001 Edition, BlackLight Power, Inc., Cranbury, New Jersey, распространяется Amazon.com; R. Mills, B. Dhandapani, N. Greenig, J. He, "Synthesis and Characterization of Potassium Iodo Hydride", *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol. 25, Issue 12, декабрь (2000), pp. 1185-1203; R. Mills, "Novel Inorganic Hydride", *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol. 25, (2000), pp. 669-683; R. Mills, B. Dhandapani, M. Nansteel, J. He, T. Shannon, A. Echezuria, "Synthesis and Characterization of Novel Hydride Compounds", *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol. 26, No. 4, (2001), pp. 339-367; R. Mills, "Highly Stable Novel Inorganic Hydrides", *Journal of New Materials for Electrochemical Systems*, in press; R. Mills, "Novel Hydrogen Compounds from a Potassium Carbonate Electrolytic Cell", *Fusion Technology*, Vol. 37, No. 2, март (2000), pp. 157-182; R. Mills, "The Hydrogen Atom Revisited", *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol. 25, Issue 12, декабрь (2000), pp. 1171-1183; R. Mills, R., Good, W., "Fractional Quantum Energy Levels of Hydrogen", *Fusion Technology*, Vol. 28, No. 4, ноябрь (1995), pp. 1697-1719; Mills, R., Good, W., Shaubach, R., "Dihydrino Molecule Identification", *Fusion Technology*, Vol. 25, 103 (1994); R. Mills and S. Kneizys, *Fusion Technol.* Vol. 20, 65 (1991); V. Noninski, *Fusion Technol.*, Vol. 21, 163 (1992); Niedra, J., Meyers, I, Fralick, G. C, and Baldwin, R., "Replication of the Apparent Excess Heat Effect in a Light Water-Potassium Carbonate-Nickel Electrolytic Cell, NASA Technical Memorandum 107167, февраль (1996). pp. 1-20; Niedra, J., Baldwin, R., Meyers, I., NASA Presentation of Light Water Electrolytic Tests, 15 мая 1994.; и в предшествующих заявках PCT PCT/US 00/20820; PCT/US 00/20819; PCT/US 99/17171; PCT/US 99/17129; PCT/US 98/22822; PCT/US

98/14029; PCT/US 96/07949; PCT/US 94/02219; PCT/US 91/08496; PCT/US 90/01998; и в предшествующих заявках на американские патенты регистрационный номер 09/225,687, поданной 6 января 1999 г.; регистрационный номер 60/095,149, поданной 3 августа 1998 г.; регистрационный номер 60/101,651, поданной 24 сентября 1998 г.; регистрационный номер 60/105,752, поданной 26 октября 1998 г.; регистрационный номер 60/113,713, поданной 24 декабря 1998 г.; регистрационный номер 60/123,835, поданной 11 марта 1999 г.; регистрационный номер 60/130,491, поданной 22 апреля 1999 г.; регистрационный номер 60/141,036, поданной 29 июня 1999 г.; регистрационный номер 09/009,294, поданной 20 января 1998 г.; регистрационный номер 09/111,160, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 09/111,170, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 09/111,016, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 09/111,003, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 09/110,694, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 09/110,717, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 60/053378, поданной 22 июля 1997 г.; регистрационный номер 60/068913, поданной 29 декабря 1997 г.; регистрационный номер 60/090239, поданной 22 июня 1998 г.; регистрационный номер 09/009455, поданной 20 января 1998 г.; регистрационный номер 09/110,678, поданной 7 июля 1998 г.; регистрационный номер 60/053,307, поданной 22 июля 1997 г.; регистрационный номер 60/068918, поданной 29 декабря 1997 г.; регистрационный номер 60/080,725, поданной 3 апреля 1998 г.; регистрационный номер 09/181,180, поданной 28 октября 1998 г.; регистрационный номер 60/063,451, поданной 29 октября 1997 г.; регистрационный номер 09/008,947, поданной 20 января 1998 г.; регистрационный номер 60/074,006, поданной 9 февраля 1998 г.; регистрационный номер 60/080,647, поданной 3 апреля 1998 г.; регистрационный номер 09/009,837, поданной 20 января 1998 г.; регистрационный номер 08/822,170, поданной 27 марта 1997 г.; регистрационный номер 08/592,712, поданной 26 января 1996 г.; регистрационный номер 08/467,051, поданной 6 июня 1995 г.; регистрационный номер 08/416,040, поданной 3 апреля 1995 г.; регистрационный номер 08/467,911, поданной 6 июня 1995 г.; регистрационный номер 08/107,357, поданной 16 августа 1993 г.; регистрационный номер 08/075,102, поданной 11 июня 1993 г.; регистрационный номер 07/626,496, поданной 12 декабря 1990 г.; регистрационный номер 07/345,628, поданной 28 апреля 1989 г.; регистрационный номер, 07/341,733, поданной 21 апреля 1989 г., полное описание которых приводится здесь в качестве ссылки (ниже "предыдущие публикации автора Mills").

Энергия связи атома, иона или молекулы, также известная как энергия ионизации, представляет собой энергию, необходимую для отрыва одного электрона от атома, иона или молекулы. Атом водорода, имеющий энергию связи, описываемую уравнением (1), ниже называется атомом гидрино или гидрино (hydrogino).

Радиус  $p$  гидрино, где  $a_n$  представляет собой радиус обычного атома водорода, и  $p$  представляет собой целое число, обозначается  $n \left[ \frac{a_n}{p} \right]$ .

Атом водорода с радиусом  $a_n$  ниже называется "обычный атом водорода" или "нормальный атом водорода". Обычный атом водорода характеризуется энергией связи 13,6 эВ.

Гидрино образуются в результате реакции обычного атома водорода с катализатором, имеющим суммарную энтальпию реакции, равную приблизительно

$$m \cdot 27,2 \text{ эВ} \quad (2a),$$

где  $m$  представляет собой целое число. В ранее поданных заявках на патент автора Mills этот катализатор также называется "энергетической дыркой" или "дыркой источника энергии". Считается, что скорость катализа тем выше, чем ближе значение суммарной энтальпии реакции соответствует значению  $m \cdot 27,2$  эВ. Было определено, что в большинстве случаев можно использовать катализаторы, имеющие значение суммарной энтальпии реакции в пределах  $\pm 10\%$ , предпочтительно  $\pm 5\%$ , от значения  $m \cdot 27,2$  эВ.

В другом варианте выполнения катализатор для образования гидрино имеет суммарную энтальпию реакции, равную приблизительно

$$m/2 \cdot 27,2 \text{ эВ} \quad (2b),$$

где  $m$  представляет собой целое число больше единицы. Считается, что скорость катализа тем выше, чем ближе суммарная энтальпия реакции соответствует значению  $m/2 \cdot 27,2$  эВ. Было определено, что для большинства случаев применения пригодны катализаторы, имеющие суммарную энтальпию реакции в пределах  $\pm 10\%$ , предпочтительно  $\pm 5\%$ , от значения  $m/2 \cdot 27,2$  эВ.

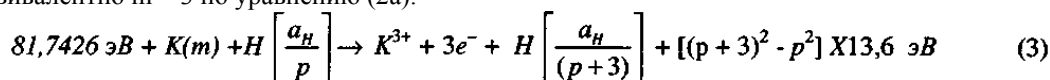
Катализатор в соответствии с настоящим изобретением может обеспечивать суммарную энтальпию, равную  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число больше единицы, с переходом на уровень энергии резонансного возбужденного состояния и передачей энергии от водорода. Например,  $\text{He}^+$  поглощает 40,8 эВ во время перехода от уровня энергии  $n = 1$  до уровня энергии  $n = 2$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$  в уравнении (2b)). Эта энергия является резонансной с разностью значений энергии между состояниями  $p = 2$  и  $p = 1$  атомарного водорода, определяемых по уравнению (1). Таким образом,  $\text{He}^+$  может использоваться в качестве катализатора для обеспечения перехода между этими состояниями водорода.

Катализатор в соответствии с настоящим изобретением позволяет обеспечить суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой це-

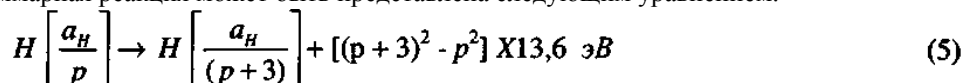
лое число больше единицы, при ионизации в ходе резонансной передачи энергии. Например, энергия третьей ионизации аргона составляет 40,74 эВ; таким образом,  $Ar^{2+}$  поглощает 40,8 эВ во время ионизации до  $Ar^{3+}$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$  по уравнению (2b)). Эта энергия является резонансной с разностью значений энергии между состояниями  $p = 2$  и  $p = 1$  атомарного водорода, определяемых по уравнению (1). Таким образом,  $Ar^{2+}$  можно использовать в качестве катализатора для перехода между этими состояниями водорода.

В ходе такого катализа из атома водорода высвобождается энергия с соизмеримым уменьшением размера атома водорода,  $r_n = na_n$ . Например, катализ с переходом из  $H$  ( $n = 1$ ) в  $H$  ( $n = 1/2$ ) высвобождает 40,8 эВ, и радиус водорода при этом уменьшается от  $a_n$  до  $\frac{1}{2}a_n$ .

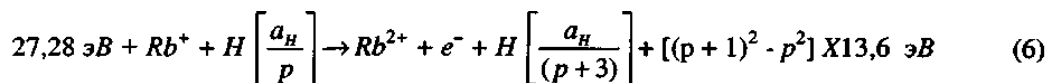
Каталитическая система обеспечивается при ионизации с отрывом  $t$  электронов от одного атома, каждый до определенного уровня континуума энергии так, что сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \times 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число. Одна из таких каталитических систем содержит металлический калий. Значения первой, второй и третьей энергии ионизации калия составляют 4,34066 эВ, 31,63 эВ, 45,806 эВ, соответственно [D. R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 78 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1997), p. 10-214 to 10-216]. Реакция тройной ионизации ( $t = 3$ ) от  $K$  до  $K^{3+}$  в связи с этим имеет суммарную энтальпию реакции 81,7426 эВ, что эквивалентно  $m = 3$  по уравнению (2a).



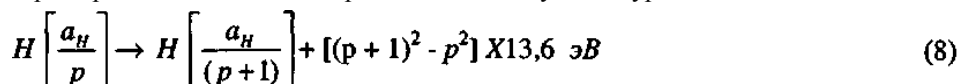
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением.



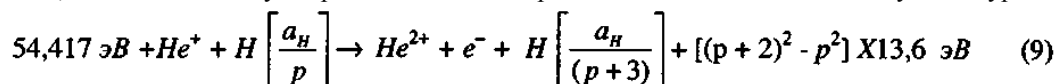
Ион рубидия ( $Rb^+$ ) также является катализатором, потому что энергия второй ионизации рубидия составляет 27,28 эВ. В этом случае реакция катализа проходит в соответствии со следующим уравнением:



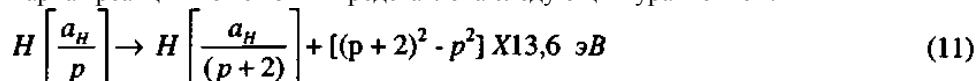
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



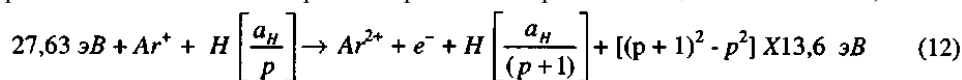
Ион гелия ( $He^+$ ) - также является катализатором, потому что энергия второй ионизации гелия составляет 54,417 эВ. В этом случае реакция катализа проходит в соответствии со следующим уравнением:



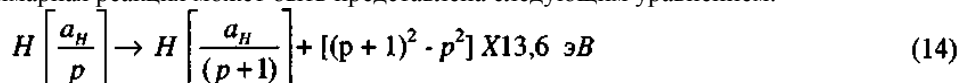
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



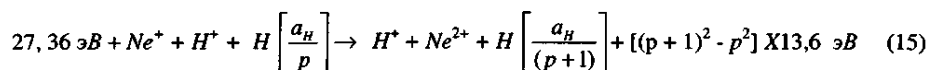
Ион аргона является катализатором. Энергия его второй ионизации составляет 27,63 эВ.



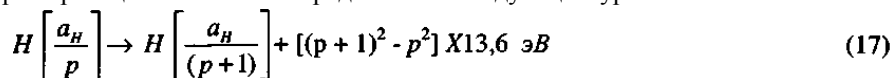
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



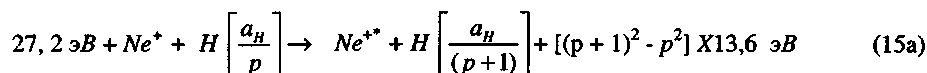
Ион неона и протон могут также обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода. Энергия второй ионизации неона составляет 40,96 эВ, и  $H^+$  высвобождает 13,6 эВ, когда он восстанавливается до  $H$ . Комбинация реакций преобразования  $Ne^+$  в  $Ne^{2+}$  и  $H^+$  в  $H$  тогда имеет суммарную энтальпию реакции 27,36 эВ, что эквивалентно значению  $m = 1$  в уравнении (2a).



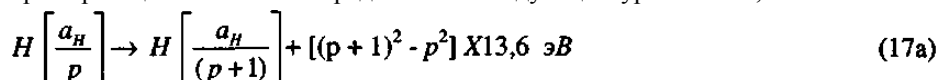
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



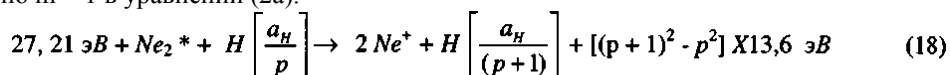
Ион неона также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную потенциальной энергии атома водорода.  $\text{Ne}^+$  имеет значение энергии возбужденного состояния  $\text{Ne}^{+*}$ , равное 27,2 эВ (46,5 нм), которое обеспечивает суммарную энтальпию реакции 27,2 эВ, что эквивалентно значению  $m = 1$  в уравнении (2а).



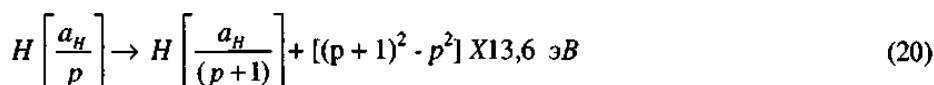
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением,



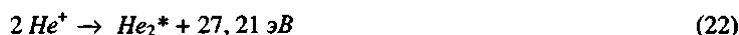
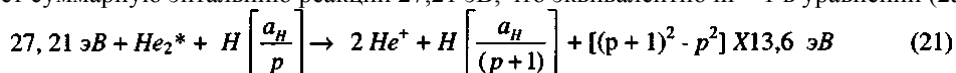
Первый континуум эксимера неона  $\text{Ne}_2^*$  также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода. Энергия первой ионизации неона составляет 21,56454 эВ, и первый континуум эксимера неона  $\text{Ne}_2^*$  имеет энергию возбужденного состояния 15,92 эВ. Тогда комбинация реакций преобразования  $\text{Ne}_2^*$  в  $2\text{Ne}^+$  имеет суммарную энтальпию реакции 27,21 эВ, что эквивалентно  $m = 1$  в уравнении (2а).



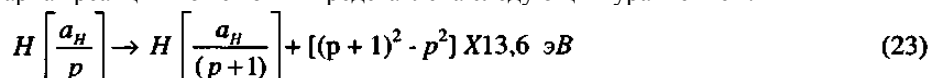
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



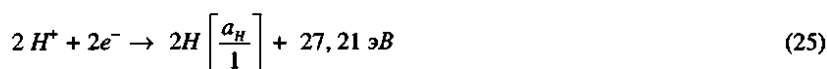
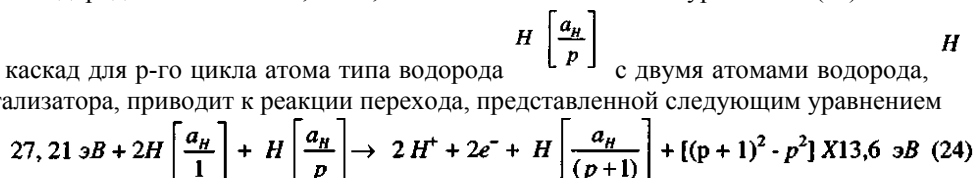
Аналогично для гелия континуум эксимера гелия с переходом в форму гелия с более короткими длинами волн  $\text{He}_2^*$  также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную потенциальной энергии атома водорода. Энергия первой ионизации гелия составляет 24,58741 эВ, и континуум эксимера гелия  $\text{He}_2^*$  имеет энергию возбужденного состояния 21,97 эВ. Тогда комбинация реакций преобразования  $\text{He}_2^*$  в  $2\text{He}^+$  имеет суммарную энтальпию реакции 27,21 эВ, что эквивалентно  $m = 1$  в уравнении (2а).



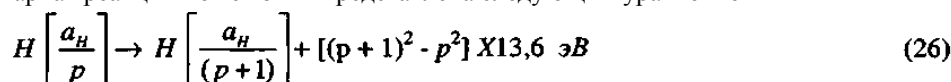
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



Энергия ионизации водорода составляет 13,6 эВ. Два атома могут обеспечить суммарную энтальпию кратную потенциальной энергии атома водорода для третьего атома водорода. Энергия ионизации двух атомов водорода составляет 27,21 эВ, что эквивалентно  $m = 1$  в уравнении (2а). Таким образом, переходный каскад для  $p$ -го цикла атома типа водорода с двумя атомами водорода, в качестве катализатора, приводит к реакции перехода, представленной следующим уравнением

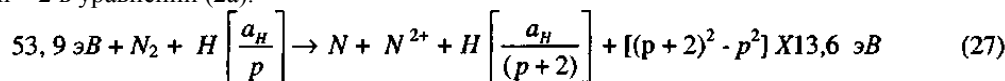


И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением

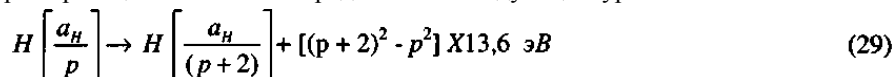


Молекула азота также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной

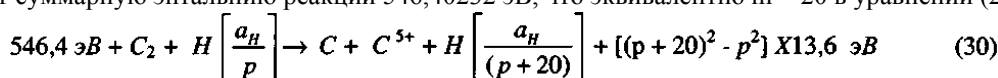
энергии атома водорода. Энергия связи молекулы азота составляет 9,75 эВ, и значения энергии первой и второй ионизации атома азота составляют 14,53414 эВ и 29,6013 эВ соответственно. Тогда комбинация реакций преобразования  $N_2$  в  $2N$  и  $N$  в  $N^{2+}$  имеет суммарную энтальпию реакции 53,9 эВ, что эквивалентно  $m = 2$  в уравнении (2а).



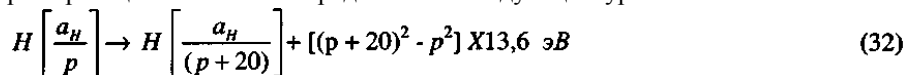
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



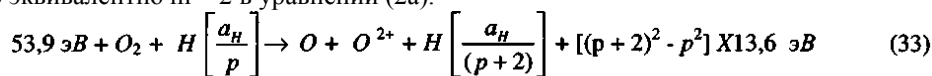
Молекула углерода также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода. Энергия связи молекулы углерода составляет 6,29 эВ, и значения энергии с первой по шестую ионизации атома углерода составляют 11,2603 эВ, 24,38332 эВ, 47,8878 эВ, 64,4939 эВ и 392,087 эВ, соответственно [32]. Тогда комбинация реакций преобразования  $C_2$  в  $2C$  и  $C$  в  $C^{5+}$  имеет суммарную энтальпию реакции 546,40232 эВ, что эквивалентно  $m = 20$  в уравнении (2а).



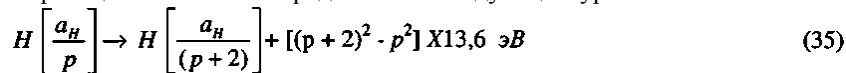
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



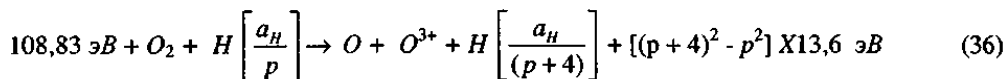
Молекула кислорода может также обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода. Энергия связи молекулы кислорода составляет 5,165 эВ, и значения энергии первой и второй ионизации атома кислорода равны 13,61806 эВ и 35,11730 эВ, соответственно [32]. Тогда комбинация реакций преобразования  $O_2$  в  $2O$  и  $O$  в  $O^{2+}$  имеет суммарную энтальпию реакции 53,9 эВ, что эквивалентно  $m = 2$  в уравнении (2а).



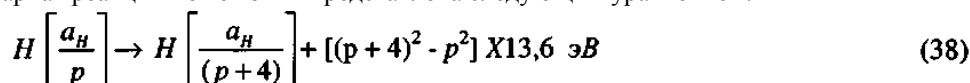
И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



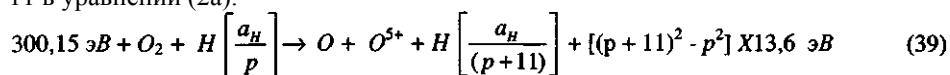
Молекула кислорода может также обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода в ходе альтернативной реакции. Энергия связи молекулы кислорода составляет 5,165 эВ, и значения энергии с первой по третью ионизацию атома кислорода составляют 13,61806 эВ, 35,11730 эВ и 54,9355 эВ соответственно [32]. Тогда комбинация реакций преобразования  $O_2$  в  $2O$  и  $O$  в  $O^{3+}$  имеет суммарную энтальпию реакции 108,83 эВ, что эквивалентно  $m = 4$  в уравнении (2а).



И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



Молекула кислорода также может обеспечить суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода в ходе другой альтернативной реакции. Энергия связи молекулы кислорода составляет 5,165 эВ, и значения энергии с первой по пятую ионизации атома кислорода составляют 13,61806 эВ, 35,11730 эВ, 54,9355 эВ, 77,41353 эВ и 113,899 эВ соответственно [32]. Тогда комбинация реакций преобразования  $O_2$  в  $2O$  и  $O$  в  $O^{5+}$  имеет суммарную энтальпию реакции 300,15 эВ, что эквивалентно  $m = 11$  в уравнении (2а).



И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:

$$H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{(p+11)} \right] + [(p+11)^2 - p^2] \times 13,6 \text{ эВ} \quad (41)$$

Кроме молекул азота, углерода и кислорода, которые представлены как примеры катализаторов, другие молекулы также могут использоваться в качестве катализаторов в соответствии с настоящим изобретением, в которых значение энергии разрыва молекулярной связи и ионизации с отрывом  $t$  электронов от атома диссоциированной молекулы до уровня континуума энергии таково, что сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $t$  и  $m$  представляют собой целые числа. Значения энергии связи и энергии ионизации можно найти в стандартных источниках, таких как D. R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 79 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1999), p. 9-51 to 9-69 and David R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 79 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1998-9), p. 10-175 to p. 10-177, соответственно. Таким образом, специалист в данной области техники может определить другие молекулярные катализаторы, которые обеспечивают положительное значение энтальпии, равное  $m \cdot 27,2$  эВ, для высвобождения энергии из атомарного водорода.

Катализаторы молекулярного водорода, позволяющие обеспечить суммарную энтальпию реакции, приблизительно равную  $m \times 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, для получения гидрино благодаря разрыву молекулярной связи и ионизации с отрывом  $t$  электронов от соответствующего свободного атома молекулы, обозначаются с приставкой *infra*. Связи молекул, приведенные в первой колонке, разрываются, и атом, также указанный в первой колонке, ионизируется для получения суммарной энтальпии реакции, равной  $m \times 27,2$  эВ, значение которой приведено в одиннадцатой колонке, где значение  $m$  приведено в двенадцатой колонке. Энергия разрываемой связи приведена по публикации автора Linde [R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 79 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1999), p. 9-51 to 9-69], которая включена здесь в качестве ссылки, и указана во 2-й колонке, и ионизируемые электроны показаны с потенциалом ионизации (который также называют энергией ионизации или энергией связи). Потенциал ионизации  $n$ -го электрона атома или иона обозначается  $IP_n$  и приведен по публикации автора Linde [R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 79 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1998-9), p. 10-175 to p. 10-177], которая включена здесь в качестве ссылки. Например, энергия связи молекулы кислорода,  $BE = 5,165$  эВ, приведена во 2-й колонке, и потенциал первой ионизации,  $IP_1 = 13,61806$  эВ, и потенциал второй ионизации,  $IP_2 = 35,11730$  эВ, приведены в третьей и четвертой колонках соответственно. Тогда комбинация реакции преобразования  $O_2$  в  $2O$  и  $O$  в  $O^{2+}$  имеет суммарную энтальпию реакции, равную  $54,26$  эВ, как показано в колонке значения энтальпии, и  $m = 2$  в соответствии с уравнением (2a) указано в двенадцатой колонке.

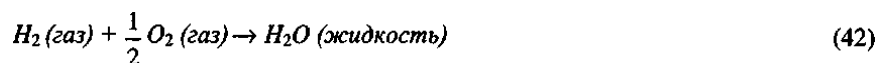
ТАБЛИЦА 1. Молекулярные катализаторы водорода

Катализатор	BE	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6	Энтальпия	m
$C_2/C$	6,26	11,2603	24,38332	47,8878	64,4939	392,087		546,4	20
$N_2/N$	9,75	14,53414	29,6013					53,9	2
$O_2/O$	5,165	13,61806	35,11730					54,26	2
$O_2/O$	5,165	13,61806	35,11730	54,9355				108,83	4
$O_2/O$	5,165	13,61806	35,11730	54,9355	77,41353	113,899		300,15	11
$CO_2/O$	5,52	13,61806	35,11730					54,26	2
$CO_2/O$	5,52	13,61806	35,11730	54,9355				109,19	4
$CO_2/O$	5,52	13,61806	35,11730	54,9355	77,41353	113,8990		300,5	11
$NO_2/O$	3,16	13,61806	35,11730	54,9355	77,41353	113,8990		298,14	11
$NO_2/O$	2,16	13,61806	35,11730	54,9355	77,41353	113,8990	138,1197	435,26	16

В одном из вариантов выполнения молекулярный катализатор, такой как азот, комбинируют с другим катализатором, таким как  $Ar^+$  (уравнения (12-14)) или  $He^+$  (уравнения (9-11)). В варианте выполнения при использовании в качестве катализатора комбинации из аргона и азота процентное содержание азота выбирают в пределах диапазона 1-10%. В варианте выполнения при использовании в качестве катализатора комбинации из аргона и азота источник атомов водорода представляет собой галид водорода, такой как HF.

Энергия, высвобождаемая в ходе катализа, намного больше, чем энергия, затрачиваемая катализа-

тором. Высвобождаемая энергия велика по сравнению с обычными химическими реакциями. Например, как известно, когда происходит сгорание газообразного водорода и кислорода с образованием воды



энтальпия образования воды составляет  $\Delta H_f^\circ = -286$  кДж/моль или 1,48 эВ на атом водорода. В отличие от этого, каждый обычный атом водорода ( $n = 1$ ) в ходе катализа высвобождает суммарное значение энергии 40,8 эВ. Кроме того, могут происходить следующие каталитические переходы:

$$n = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{3}, \quad \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{5}$$

и так далее. После начала катализа последующий процесс автокатализа гидрино называется диспропорционированием. Этот механизм аналогичен катализу неорганического иона. Но при катализе гидрино реакция должна иметь более высокую скорость, чем реакция неорганического ионного катализатора, из-за лучшего соответствия энтальпии значению  $m \cdot 27,2$  эВ.

## 2.2. Ионы гидрида.

Ионы гидрида содержат два неразличимых электрона, связанных с протоном. Щелочные и щелочноземельные гидриды вступают в бурную реакцию с водой, высвобождая газообразный водород, который горит в воздухе, воспламеняясь от тепла реакции с водой. Обычно гидриды металла разлагаются при нагревании до температуры значительно ниже точки плавления основного металла.

## 2.3. Водородная плазма.

Исторически мотивация получения эмиссии газообразного водорода состояла в том, что спектр водорода был первым записанным спектром единственного известного источника - Солнца. Затем были разработаны соответствующие источники и спектрометры, которые позволили наблюдать излучение в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV). Разработанные источники, обеспечивающие соответствующую интенсивность, представляют собой высоковольтные разряды, синхротронные устройства, плазменные генераторы с индуктивной связью и плазму, удерживаемую в магнитном поле. Один из важных источников последнего типа представляет собой реактор токамак, в котором плазма образуется и нагревается до чрезвычайно высоких температур (например,  $> 10^6$  К) с использованием омического нагрева, радиочастотной связи или инъекции нейтрального пучка, при этом удержание обеспечивается тороидальным магнитным полем.

## 2.4. Магнитогидродинамика.

Разделение заряда на основе формирования потока массы ионов в поперечном магнитном поле хорошо известно в данной области техники как магнитогидродинамическое (МГД) преобразование энергии. Положительные и отрицательные ионы движутся под действием силы Лоренца в противоположных направлениях и попадают на соответствующие электроды, создавая между ними напряжение. Обычно способ МГД формирования потока массы ионов состоит в расширении газа под высоким давлением, затравленного ионами, через сопло для создания высокоскоростного потока через поперечное магнитное поле с набором электродов, расположенных поперечно по отношению к отклоняющему полю для перехвата отклоняемых ионов. В гидридном реакторе в соответствии с настоящим изобретением давление обычно меньше атмосферного, но не обязательно должно поддерживаться на этом уровне, и направленный поток массы может быть получен с помощью магнитного зеркала, или в результате действия термодинамических сил, или с использованием других подходящих средств.

## 2.5. Магнитное зеркало.

Преобразователь энергии может содержать магнитное зеркало, с помощью которого формируется градиент магнитного поля в требуемом направлении потока ионов, где исходная параллельная скорость электронов плазмы  $v_{||}$  увеличивается по мере уменьшения орбитальной скорости  $v_{\perp}$  с сохранением энергии

в соответствии с условием адиабатической инварианты  $\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant}$ , при этом энергия линейного движения отбирается от энергии орбитального движения. По мере уменьшения магнитного потока  $B$ , радиус  $a$  увеличивается так, что поток  $\pi a^2 B$  остается постоянным. Инвариантность потока, связывающего орбиту, представляет собой основу механизма "магнитного зеркала". Принцип магнитного зеркала состоит в том, что заряженные частицы отражаются областями сильных магнитных полей, если исходная скорость направлена по направлению к зеркалу, и выталкиваются из зеркала в противном случае. Адиабатическая инвариантность потока через орбиту иона в настоящем изобретении представляет собой средство для формирования потока ионов вдоль оси  $z$  с преобразованием  $v_{\perp}$  в  $v_{||}$  так, что обеспечивается условие  $v_{||} > v_{\perp}$ .

С использованием двух или большего количества магнитных зеркал может быть построена магнитная "бутылка", которая предназначена для удержания плазмы, сформированной в результате катализа водорода. Ионы, образующиеся в центральной области бутылки, перемещаются по спирали вдоль оси и при этом отражаются магнитными зеркалами на каждом конце бутылки. Ионы, обладающие большей энергией, с высокими значениями компонента скорости, параллельного требуемой оси, проходят через концы бутылки. Таким образом, с помощью бутылки может быть получен, по существу, линейный поток

ионов на концах магнитной бутылки, направляемый в магнитогидродинамический преобразователь. Поскольку обеспечивается преимущественное удержание электронов из-за их меньшей массы по сравнению с положительными ионами, в плазмодинамическом варианте выполнения настоящего изобретения создается напряжение. Энергия протекает между анодом, находящимся в контакте с удерживаемыми электронами, и катодом, в качестве которого может использоваться стенка реактора, на которой собираются положительные ионы. Энергия рассеивается на нагрузке.

## 2.6. Плазмодинамика.

Масса положительно заряженного иона плазмы по меньшей мере в 1800 раз больше массы электрона; таким образом, его циклотронная орбита в 1800 раз больше. Благодаря этому существует возможность захвата электронов в магнитную ловушку на линиях магнитного поля, в то время как ионы могут дрейфовать. При этом производится разделение заряда с получением напряжения.

## II. Сущность изобретения

Настоящее изобретение направлено на генерирование энергии и создание новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода, с использованием катализа атомарного водорода.

Другая цель состоит в преобразовании энергии плазмы, получаемой как продукт в виде энергии, высвобождаемой в ходе катализа водорода. Преобразованная энергия может использоваться как источник электроэнергии.

Другая цель настоящего изобретения состоит в формировании плазмы и получении источника света, такого как свет с высокой энергией, ультрафиолетовое излучение в крайнем ультрафиолетовом диапазоне и ультрафиолетовое излучение, с использованием катализа атомарного водорода.

1. Катализ водорода для формирования новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода.

Вышеуказанные цели и другие цели достигаются с помощью настоящего изобретения, включающего источник энергии, гидридный реактор и/или преобразователь энергии. Источник энергии содержит ячейку для катализа атомарного водорода для формирования новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода. Энергия, получаемая в результате катализа водорода, может быть непосредственно преобразована в электричество. В отдельных вариантах выполнения преобразователь энергии содержит магнитогидродинамический преобразователь энергии или плазмодинамический преобразователь энергии, который отбирает энергию от формируемой плазмы или плазмы, подпитываемой энергией, получаемой в ходе катализа водорода для формирования новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащих новые разновидности водорода. Новые соединения вещества с водородом содержат

(а) по меньшей мере одну нейтральную, положительную или отрицательную разновидность водорода (ниже называется "разновидности водорода с увеличенной энергией связи"), имеющую энергию связи:

- (i) большую, чем энергия связи соответствующих обычных разновидностей водорода, или
- (ii) большую, чем энергия связи любых разновидностей водорода, для которых соответствующие обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются, из-за того, что энергия связи обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергия в условиях окружающей среды (стандартная температура и давление, СТД), или является отрицательной; и

(b) по меньшей мере один другой элемент.

Соединения в соответствии с настоящим изобретением ниже называются "соединениями водорода с увеличенной энергией связи".

Под "другим элементом" в данном контексте понимают элемент, отличающийся от разновидностей водорода с увеличенной энергией связи. Таким образом, другой элемент может представлять собой обычные разновидности водорода или любой другой элемент, кроме водорода. В одной группе соединений другой элемент и разновидности водорода с увеличенной энергией связи являются нейтральными. В еще одной группе соединений другой элемент и разновидности водорода с увеличенной энергией связи заряжены так, что другой элемент представляет балансирующий заряд для формирования нейтрального соединения. Предыдущая группа соединений характеризуется молекулярной и координатной связью; последняя группа характеризуется ионной связью.

Также разработаны новые соединения и молекулярные ионы, содержащие

(а) по меньшей мере одни нейтральные, положительные или отрицательные разновидности водорода (ниже называются "разновидности водорода с увеличенной энергией связи"), имеющие общую энергию:

- (i) превышающую общую энергию соответствующих обычных разновидностей водорода или
- (ii) превышающую общую энергию любых разновидностей водорода, для которых соответствующие обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются, из-за того, что общая энергия обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергия в условиях окружающей среды, или является отрицательной; и

(b) по меньшей мере один другой элемент.

Общая энергия разновидностей водорода представляет собой сумму энергий, требуемых для отрыва всех электронов от атома этих разновидностей водорода. Разновидности водорода в соответствии с настоящим изобретением имеют общую энергию, превышающую общую энергию соответствующих обычных разновидностей водорода. Разновидности водорода, имеющие увеличенную общую энергию, в соответствии с настоящим изобретением также называются "разновидностями водорода с увеличенной энергией связи", даже если в некоторых вариантах выполнения разновидности водорода, имеющие увеличенную общую энергию, могут иметь энергию связи первого электрона меньшую, чем энергия связи первого электрона соответствующих обычных разновидностей водорода. Например, ион гидрида по уравнению (43) для  $p = 24$  имеет энергию первой связи меньшую, чем энергия первой связи обычного иона гидрида, в то время как общая энергия иона гидрида по уравнению (43) для  $p = 24$  значительно больше, чем общая энергия соответствующего обычного иона гидрида.

Также разработаны новые соединения и молекулярные ионы, содержащие (а) множество нейтральных, положительных или отрицательных разновидностей водорода (ниже называются "разновидности водорода с увеличенной энергией связи"), имеющие энергию связи:

(i) большую, чем энергия связи соответствующих обычных разновидностей водорода, или  
(ii) большую, чем энергия связи любых разновидностей водорода, для которых соответствующая обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются, из-за того, что энергия связи обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергии в условиях окружающей среды, или являются отрицательной; и

(b) в случае необходимости, один другой элемент.

Соединения в соответствии с настоящим изобретением ниже называются "соединениями водорода с увеличенной энергией связи".

Разновидности водорода с увеличенной энергией связи могут быть сформированы путем реакции одного или нескольких атомов гидрида с одним или несколькими электронами, атомом гидрида, соединением, содержащим по меньшей мере одну из указанных разновидностей водорода с увеличенной энергией связи, и, по меньшей мере, одним другим атомом, молекулой или другим ионом, отличающимся от разновидности водорода с увеличенной энергией связи. Также разработаны новые соединения и молекулярные ионы, содержащие:

(а) множество нейтральных, положительных или отрицательных разновидностей водорода (ниже называются "разновидности водорода с увеличенной энергией связи"), имеющих общую энергию:

(i) большую, чем общая энергия обычного молекулярного водорода, или  
(ii) большую, чем общая энергия любых разновидностей водорода, для которых соответствующие обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются из-за того, что общая энергия обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергия в условиях окружающей среды, или является отрицательной; и

(b) в случае необходимости, один другой элемент.

Соединения в соответствии с настоящим изобретением ниже называются "соединениями водорода с увеличенной энергией связи".

Общая энергия разновидностей водорода с повышенной общей энергией представляет собой сумму значений энергии, требуемых для отрыва всех электронов от атомов разновидностей водорода с повышенной общей энергией. Общая энергия обычных разновидностей водорода представляет собой сумму значений энергии, необходимых для отрыва всех электронов от атомов обычных разновидностей водорода. Под термином разновидности водорода с повышенной общей энергией следует понимать разновидности водорода с увеличенной энергией связи, даже при том, что в некоторых из разновидностей водорода с повышенной энергией связи энергия связи первого электрона меньше, чем энергия связи первого электрона обычного молекулярного водорода. Однако общая энергия разновидностей водорода с увеличенной энергией связи намного больше, чем общая энергия обычного молекулярного водорода.

В одном из вариантов выполнения настоящего изобретения разновидности водорода с увеличенной энергией связи могут представлять собой  $H_n$  и  $H_n^-$ , где  $n$  представляет собой целое положительное число, или  $H_n^+$ , где  $n$  представляет собой целое положительное число больше единицы. Предпочтительно, разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой  $H_n$  и  $H_n^-$ , где  $n$  представляет собой целое число от единицы до приблизительно  $1 \times 10^6$ , более предпочтительно от единицы до приблизительно  $1 \times 10^4$ , еще более предпочтительно от единицы до приблизительно  $1 \times 10^2$  и наиболее предпочтительно от единицы до приблизительно 10, и  $H_n^+$ , где  $n$  представляет собой целое число от двух до приблизительно  $1 \times 10^6$ , более предпочтительно от двух до приблизительно  $1 \times 10^4$ , еще более предпочтительно от двух до приблизительно  $1 \times 10^2$  и наиболее предпочтительно от двух до приблизительно 10. Конкретный пример  $H_n^-$  может быть представлен  $H_{16}^-$ .

В одном из вариантов выполнения настоящего изобретения разновидности водорода с увеличенной энергией связи могут представлять собой  $H_n^{m-}$ , где  $n$  и  $m$  представляют собой целые положительные числа, и  $H_n^{m+}$ , где  $n$  и  $m$  представляют собой целые положительные числа, причем  $m < n$ . Предпочтительно, разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой  $H_n^{m-}$ , где  $n$  представляет собой целое число от единицы до приблизительно  $1 \times 10^6$ , более предпочтительно от единицы до прибли-

зительно  $1 \times 10^4$ , еще более предпочтительно от единицы до приблизительно  $1 \times 10^2$  и наиболее предпочтительно от единицы до приблизительно 10, и  $m$  представляет собой целое число от единицы до 100, от единицы до десяти, и  $H^{n+}$ , где  $n$  представляет собой целое число от двух до приблизительно  $1 \times 10^6$ , более предпочтительно от двух до приблизительно  $1 \times 10^4$ , еще более предпочтительно от двух до приблизительно  $1 \times 10^2$ , и наиболее предпочтительно от двух до приблизительно 10, и  $m$  предпочтительно равно от единицы до приблизительно 100 и более предпочтительно от единицы до десяти.

В соответствии с предпочтительным вариантом выполнения настоящего изобретения, разработано соединение, содержащее по меньшей мере одну разновидность водорода с увеличенной энергией связи, выбранную из группы, состоящей из (а) иона гидрида, имеющего энергию связи в соответствии с уравнением (43), которая больше, чем энергия связи обычного иона гидрида (приблизительно 0,8 эВ) для  $p = 2$  и до 23, и меньше, чем для  $p = 24$  ("ион гидрида с увеличенной энергией связи" или "гидрино-гидридный ион"); (b) атома водорода, имеющего энергию связи большую, чем энергия связи обычного атома водорода (приблизительно 13,6 эВ) ("атом водорода с увеличенной энергией связи" или "гидрино"); (с) молекулы водорода, имеющей первую энергию связи большую, чем приблизительно 15,5 эВ ("молекула водорода с увеличенной энергией связи" или "дигидрино"); и (d) иона молекулярного водорода, имеющего энергию связи большую, чем приблизительно 16,4 эВ ("ион молекулярного водорода с увеличенной энергией связи" или "молекулярный ион дигидрино").

Соединения в соответствии с настоящим изобретением позволяют проявлять одно или несколько уникальных свойств, которые отличают их от соответствующего соединения, содержащего обычный водород, если такое соединение обычного водорода существует. Уникальные свойства включают, например, (а) уникальную стехиометрию; (b) уникальную химическую структуру; (с) одно или несколько исключительных химических свойств, таких как электропроводность, точка плавления, точка кипения, плотность и показатель преломления; (d) уникальную реакционную способность с другими элементами и соединениями; (е) повышенную стабильность при комнатной температуре и выше; и/или (f) улучшенную стабильность на воздухе и/или в воде. Способы различения соединений, содержащих водород с увеличенной энергией связи от соединений обычного водорода, включают: 1) элементный анализ, 2) растворимость, 3) реакционную способность, 4) точку плавления, 5) точку кипения, 6) давление пара как функцию температуры, 7) показатель преломления, 8) рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию (XPS), 9) газовую хроматографию, 10) рентгеновскую дифракцию (XRD), 11) калориметрию, 12) инфракрасную (IR) спектроскопию, 13) спектроскопию комбинационного рассеяния, 14) мессбауэровскую спектроскопию, 15) спектроскопию излучения и поглощения ультрафиолетового излучения в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV), 16) спектроскопию излучения и поглощения ультрафиолетового излучения (UV), 17) спектроскопию излучения и поглощения в диапазоне видимого света, 18) спектроскопию ядерного магнитного резонанса, 19) масс-спектроскопию газовой фазы нагретого образца (твердый образец и непосредственное воздействие на образец масс-спектроскопии квадруполь и магнитного сектора), 20) время-пролетную масс-спектроскопию вторичного иона (TOFSIMS), 21) время-пролетную масс-спектроскопию с электрораспылением и временем ионизации (ESITOFMS), 22) термогравиметрический анализ (TGA), 23) дифференциальный термографический анализ (DTA), 24) дифференциальную сканирующую калориметрию (DSC), 25) жидкую хроматографию/масс-спектроскопию (LCMS), и/или 26) газовая хроматография/масс-спектроскопия (GCMS).

В соответствии с настоящим изобретением получен гидрино-гидридный ион (H), имеющий энергию связи в соответствии с уравнением (43), которая выше, чем энергия связи обычного иона гидрида (приблизительно 0,8 эВ) для  $p = 2$  и до 23, и меньше для  $p = 24$  (H"). Для  $p = 2$  до  $p = 24$  по уравнению (43), значения энергии связи гидридных ионов соответственно составляют 3, 6,6, 11,2, 16,7, 22,8, 29,3, 36,1, 42,8, 49,4, 55,5, 61,0, 65,6, 69,2, 71,5, 72,4, 71,5, 68,8, 64,0, 56,8, 47,1, 34,6, 19,2 и 0,65 эВ. Также были получены соединения, содержащие новый ион гидрида.

Энергия связи нового гидрино-гидридного иона может быть представлена следующей формулой:

$$\text{Энергия связи} = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right) \quad (43)$$

где  $p$  - целое число больше единицы,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  - число "пи",  $\hbar$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - боровский радиус и  $e$  - заряд электрона. Радиусы определяются в соответствии с уравнением

$$r_2 = r_1 = a_0 (1 + \sqrt{s(s+1)}); s = \frac{1}{2} \quad (44)$$

Гидрино-гидридный ион, в соответствии с настоящим изобретением можно получить в соответствии с реакцией донора электрона с гидрино, то есть атома водорода, имеющего энергию связи  $\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$ ,

$n = \frac{1}{p}$   
 где  $p$  и  $p$  - целое число больше 1. Гидрино-гидридный ион обозначен как  $H^-$  ( $n = 1/p$ ) или  $H^- (1/p)$ :



Гидрино-гидридный ион отличается от обычного иона гидрида, содержащего ядро обычного водорода и два электрона, имеющих энергию связи приблизительно 0,8 эВ. Последний ниже называется "обычным ионом гидрида" или "нормальным ионом гидрида". Гидрино-гидридный ион содержит ядро водорода, включающее протий (proteum), дейтерий или тритий, и два неразличимых электрона при энергии связи в соответствии с уравнением (43).

Значение энергии связи гидрино-гидридного иона составляет  $H^-$  ( $n = 1/p$ ) как функция  $p$ , где  $p$  представляет собой целое число, представленное в табл. 2.

Таблица 2. Примеры энергии связи гидрино-гидридного иона  $H^-$  ( $n = 1/p$ ) как функция  $p$ , уравнение (43)

Ион гидрида	$r_1$	Энергия	Длина волны
	( $a_0$ ) <sup>a</sup>	связи (эВ) <sup>b</sup>	(nm)
$H^- (n = 1/2)$	0,9330	3,047	407
$H^- (n = 1/3)$	0,6220	6,610	188
$H^- (n = 1/4)$	0,4665	11,23	110
$H^- (n = 1/5)$	0,3732	16,70	74,2
$H^- (n = 1/6)$	0,3110	22,81	54,4
$H^- (n = 1/7)$	0,2666	29,34	42,3
$H^- (n = 1/8)$	0,2333	36,08	34,4
$H^- (n = 1/9)$	0,2073	42,83	28,9
$H^- (n = 1/10)$	0,1866	49,37	25,1
$H^- (n = 1/11)$	0,1696	55,49	22,3
$H^- (n = 1/12)$	0,1555	60,97	20,3
$H^- (n = 1/13)$	0,1435	65,62	18,9
$H^- (n = 1/14)$	0,1333	69,21	17,9
$H^- (n = 1/15)$	0,1244	71,53	17,3
$H^- (n = 1/16)$	0,1166	72,38	17,1
$H^- (n = 1/17)$	0,1098	71,54	17,33
$H^- (n = 1/18)$	0,1037	68,80	18,02
$H^- (n = 1/19)$	0,0982	63,95	19,39
$H^- (n = 1/20)$	0,0933	56,78	21,83
$H^- (n = 1/21)$	0,0889	47,08	26,33
$H^- (n = 1/22)$	0,0848	34,63	35,80
$H^- (n = 1/23)$	0,0811	19,22	64,49
$H^- (n = 1/24)$	0,0778	0,6535	1897

a - уравнение (44)

b - уравнение (43)

Были получены новые соединения, содержащие один или несколько гидрино-гидридных ионов и один или несколько других элементов. Такие соединения называются гидрино-гидридные соединения.

Обычные разновидности водорода отличаются следующими значениями энергии связи: (a) ион гидрида, 0,754 эВ ("обычный ион гидрида"); (b) атом водорода ("обычный атом водорода"), 13,6 эВ; (c) двухатомная молекула водорода, 15,46 эВ ("обычная молекула водорода"); (d) ион молекулы водорода, 16,4 эВ ("обычный ион молекулы водорода"); и (e)  $H_3^+$ , 22,6 эВ ("обычный ион молекулы из трех атомов водорода"). В настоящем описании при ссылке на разновидности водорода термины "нормальный" и "обычный" представляют собой синонимы.

В соответствии с другим предпочтительным вариантом выполнения настоящего изобретения было получено соединение, содержащее по меньшей мере одну разновидность водорода с увеличенной энер-

гией связи, такую как (а) атом водорода с энергией связи, приблизительно равной  $\frac{13,63B}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , предпочтительно в пределах  $\pm 10\%$ , более предпочтительно  $\pm 5\%$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200; (b) ион гидрида ( $H^-$ ), имеющий энергию связи, приблизительно равную

$$\frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right),$$

предпочтительно в пределах  $\pm 10\%$ , более предпочтительно  $\pm 5\%$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  - число "пи",  $\hbar$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - боровский радиус и  $e$  - заряд электрона; (c)  $H_4^+$  ( $1/p$ ), (d) ион молекулы из трех гидринов,  $H_3^+$  ( $1/p$ ), имеющий энергию связи при-

близительно  $\frac{22,6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ, предпочтительно в пределах  $\pm 10\%$ , более предпочтительно  $\pm 5\%$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно, целое число от 2 до 200; (e) дигидрино, имеющее энергию связи

приблизительно  $\frac{15,5}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ, предпочтительно в пределах  $\pm 10\%$ , более предпочтительно  $\pm 5\%$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200; или (f) ион молекулы дигидрино с

энергией связи приблизительно  $\frac{16,4}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ, предпочтительно в пределах  $\pm 10\%$ , более предпочтительно  $\pm 5\%$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200.

В соответствии с одним из вариантов выполнения настоящего изобретения, в котором соединение содержит отрицательно заряженные разновидности водорода с увеличенной энергией связи, соединение дополнительно содержит один или несколько катионов, таких как протон, обычный  $H_2^+$  или обычный  $H_3^+$ .

Разработан способ приготовления соединений, содержащих по меньшей мере один ион гидрида с увеличенной энергией связи. Такие соединения ниже называются "гидрино-гидридными соединениями". Способ включает взаимодействие атомарного водорода с катализатором, имеющим суммарную энталь-

пию реакции приблизительно  $\frac{m}{2} \cdot 27$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее 1, предпочтительно целое число меньше 400, для получения атома водорода с увеличенной энергией связи, имеющего

энергию связи приблизительно  $\frac{13,63B}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200. Дополнительный продукт катализа представляет собой энергию. Атом водорода с увеличенной энергией связи может вступать в реакцию с донором электронов для получения иона гидрида с увеличенной энергией связи. Ион гидрида с увеличенной энергией связи может вступать в реакцию с одним или несколькими катионами для получения соединения, содержащего по меньшей мере один ион гидрида с увеличенной энергией связи.

## 2. Гидридный реактор.

Настоящее изобретение также направлено на реактор, предназначенный для получения соединений водорода с увеличенной энергией связи в соответствии с настоящим изобретением, таких как гидрино-гидридные соединения. Дополнительный продукт катализа представляет собой энергию. Такой реактор ниже называется "гидрино-гидридный реактор". Гидрино-гидридный реактор содержит ячейку для получения гидрино и источник электронов. Реактор производит ионы гидрида, имеющие энергию связи по уравнению (43). Ячейка для получения гидрино может быть выполнена, например, в форме газовой ячейки, газоразрядной ячейки, ячейки с плазменным факелом или ячейки с микроволновой энергией. Газовая ячейка, газоразрядная ячейка и ячейка, плазменным факелом описаны в предыдущих публикациях автора Mills. Каждая из этих ячеек содержит источник атомарного водорода; по меньшей мере один твердый, расплавленный, жидкий или газообразный катализатор для получения гидрино и камеру для реакции водорода и катализатора для получения гидрино. Используемый здесь и рассматриваемый в качестве объекта изобретения термин "водород", если только не будет указано другое, включает не только протий ( $^1H$ ), но также и дейтерий ( $^2H$ ), и тритий ( $^3H$ ). Электроны от донора электронов входят в контакт с

гидрино и вступают в реакцию для формирования гидрино-гидридных ионов.

Реакторы, описанные здесь как "гидрино-гидридные реакторы" позволяют получать не только гидрино-гидридные ионы и соединения, но также и другие соединения водорода с увеличенной энергией связи в соответствии с настоящим изобретением. Следовательно, обозначение "гидрино-гидридные реакторы" не следует понимать как ограничивающее по отношению к природе получаемого соединения водорода с увеличенной энергией связи.

В соответствии с одним из аспектов настоящего изобретения новые соединения формируются из гидрино-гидридных ионов и катионов. В газовой ячейке катион может быть окисленной разновидностью материала ячейки, катионом, содержащим материал диссоциации молекулярного водорода, который образует атомарный водород, катионом, содержащим добавленный восстановитель, или катионом, присутствующим в ячейке (таким, как катион, содержащий катализатор). В разрядной ячейке катион может представлять собой окисленные виды материала катода или анода, катион добавленного восстановителя или катион, присутствующий в ячейке (такой, как катион, содержащий катализатор). В ячейке с плазменным факелом катион может представлять собой либо окисленные виды материала ячейки, катион добавленного восстановителя или катион, присутствующий в ячейке (такой, как катион, содержащий катализатор).

В варианте выполнения плазма формируется в гидрино-гидридной ячейке с использованием энергии, высвобождающейся при катализе водорода. Водяные пары могут быть добавлены в плазму для повышения концентрации водорода, как описано в публикации авторов Kikuchi и др. [J. Kikuchi, M. Suzuki, H. Yano, and S. Fujimura, Proceedings SPIE-The International Society for Optical Engineering, (1993), 1803 (Advanced Techniques for Integrated Circuit Processing II), pp. 70-76], которая включена здесь в качестве ссылки.

### 3. Катализаторы.

#### 3.1. Катализаторы на основе атомов и ионов.

В варианте выполнения каталитическая система получается путем ионизации  $t$  электронов участвующих разновидностей, таких как атом, ион, молекула и ионное или молекулярное соединение до уровня континуума энергии, так, чтобы сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляла  $m \times 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число. Одна из таких каталитических систем содержит цезий. Значения первой и второй энергии ионизации цезия равны 3,89390 эВ и 23,15745 эВ соответственно [David R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 74 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1993), p. 10-207]. Реакция двойной ионизации ( $t = 2$ ) с преобразованием Cs в  $Cs^{2+}$  в этом случае имеет суммарную энтальпию реакции, равную 27,05135 эВ, что эквивалентно  $m = 1$  в уравнении (2a).

$$27,05135 \text{ эВ} + Cs(m) + H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow Cs^{2+} + 2e^- + H \left[ \frac{a_H}{(p+1)} \right] + [(p+1)^2 - p^2] \times 13,6 \text{ эВ} \quad (46)$$



И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:

$$H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{(p+1)} \right] + [(p+1)^2 - p^2] \times 13,6 \text{ эВ} \quad (48)$$

Тепловая энергия может расширить энтальпию реакции. Соотношение между кинетической энергией и температурой определяется следующей формулой:

$$E_{kinetic} = \frac{3}{2} kT \quad (49)$$

Для температуры 1200 К тепловая энергия составляет 0,16 эВ, и суммарная энтальпия реакции с металлическим цезием составляет 27,21 эВ, что точно соответствует требуемому значению энергии.

Катализаторам водорода, которые позволяют получить суммарную энтальпию реакции, равную приблизительно  $m \times 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, для получения гидрино, в результате которой  $t$  электронов ионизируется от атома или иона, придается приставка *infra*. Дополнительный продукт катализа представляет собой энергию. Атомы или ионы, приведенные в первой колонке, ионизированы для обеспечения значения суммарной энтальпии реакции  $m \times 27,2$  эВ, приведенного в десятой колонке, где значение  $m$  приведено в одиннадцатой колонке. Ионизированные электроны получают потенциал ионизации (также называемый энергией ионизации или энергией связи). Потенциал ионизации  $n$ -го электрона атома или иона обозначается  $IP_n$ , и его значения приведены по публикации автора Linde [David R. Linde, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 78 th Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, (1997), p. 10-214 to 10-216], которая включена здесь в качестве ссылки. То есть, например,  $Cs + 3,89390 \text{ эВ} \rightarrow Cs^+ + e^-$  и  $Cs^+ + 23,15745 \text{ эВ} \rightarrow Cs^{2+} + e^-$ . Первый потенциал ионизации  $IP_1 = 3,89390 \text{ эВ}$  и второй потенциал ионизации  $IP_2 = 23,15745 \text{ эВ}$  приведены во второй и третьей колонках, соответственно. Суммарная энтальпия реакции для двойной ионизации Cs составляет 27,05135 эВ, как приведено в десятой колонке, и  $m = 1$  в соответствии с уравнением (2a), как показано в одиннадцатой колонке табл. 3.

Таблица 3. Катализаторы иона или атома водорода

Катали затоп	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6	IP7	IP8	Энтальпия	m
Li	5,39172	75,6402							81,032	3
Be	9,32263	18,2112							27,534	1
Ar	15,75962	27,62967	40,74						84,12929	3
Ar	15,75962	27,62967	40,74	59,81	75,02				218,95929	8
Ar	15,75962	27,62967	40,74	59,81	75,02	91,009	124,323		434,29129	16
K	4,34066	31,63	45,806						81,777	3
Ca	6,11316	11,8717	50,9131	67,27					136,17	5
Ti	6,8282	13,5755	27,4917	43,267	99,3				190,46	7
V	6,7463	14,66	29,311	46,709	65,2817				162,71	6
Cr	6,76664	16,4857	30,96						54,212	2
Mn	7,43402	15,64	33,668	51,2					107,94	4
Fe	7,9024	16,1878	30,652						54,742	2
Fe	7,9024	16,1878	30,652	54,8					109,54	4
Co	7,881	17,083	33,5	51,3					109,76	4
Co	7,881	17,083	33,5	51,3	79,5				189,26	7
Ni	7,6398	18,1688	35,19	54,9	76,06				191,96	7
Ni	7,6398	18,1688	35,19	54,9	76,06	108			299,96	11
Cu	7,72638	20,2924							28,019	1
Zn	9,39405	17,9644							27,358	1
Zn	9,39405	17,9644	39,723	59,4	82,6	108	134	174	625,08	23
As	9,8152	18,633	28,351	50,13	62,63	127,6			297,16	11
Se	9,75238	21,19	30,8204	42,945	68,3	81,7	155,4		410,11	15
Kr	13,9996	24,3599	36,95	52,5	64,7	78,5			271,01	10
Kr	13,9996	24,3599	36,95	52,5	64,7	78,5	111		382,01	14
Rb	4,17713	27,285	40	52,6	71	84,4	99,2		378,66	14
Rb	4,17713	27,285	40	52,6	71	84,4	99,2	136	514,66	19
Sr	5,69484	11,0301	42,89	57	71,6				188,21	7
Nb	6,75885	14,32	25,04	38,3	50,55				134,97	5
Mo	7,09243	16,16	27,13	46,4	54,49	68,8276			151,27	8
Mo	7,09243	16,16	27,13	46,4	54,49	68,8276	125,664	143,6	489,36	18
Pd	8,3369	19,43							27,767	1
Sn	7,34381	14,6323	30,5026	40,735	72,28				165,49	6
Te	9,0096	18,6							27,61	1
Te	9,0096	18,6		27,96					55,57	2
Cs	3,8939	23,1575							27,051	1
Ce	5,5387	10,85	20,198	36,758	65,55				138,89	5
Ce	5,5387	10,85	20,198	36,758	65,55	77,6			216,49	8
Pr	5,464	10,55	21,624	38,98	57,53				134,15	5
Sm	5,6437	11,07	23,4	41,4					81,514	3
Gd	6,15	12,09	20,63	44					82,87	3
Dy	5,9389	11,67	22,8	41,47					81,879	3
Pb	7,41666	15,0322	31,9373						54,386	2
R	8,9587	18,563							27,522	1
He+		54,4178							54,418	2
Na+		47,2864	71,6200	98,91					217,816	8
Rb+		27,285							27,285	1
Fe3+				54,8					54,8	2
Mo2+			27,13						27,13	1
Mo4+					54,49				54,49	2
In3+				54					54	2
Ar+		27,62967							27,62967	1

В варианте выполнения катализатор  $Rb^+$  в соответствии с уравнениями (6-8) может быть сформирован из металлического рубидия путем ионизации. В качестве источника ионизации может использоваться ультрафиолетовый свет или плазма. По меньшей мере один из источника ультрафиолетового света и плазмы может быть получен путем катализа водорода с использованием одного или нескольких катализаторов водорода, таких как металлический калий или ионы  $K^+$ . В последнем случае ионы калия также обеспечивают суммарную энтальпию, кратную значению потенциальной энергии атома водорода. Энергия второй ионизации калия равна 31,63 эВ;  $K^+$  при восстановлении до  $K$  высвобождает 4,34 эВ. Следовательно, комбинация реакций преобразования  $K^+$  в  $K^{2+}$  и  $K^+$  в  $K$  имеет суммарную энтальпию реакции, равную 27,28 эВ, что эквивалентно  $m = 1$  в уравнении (2а).

В варианте выполнения, катализатор  $K^+/K^+$  может быть сформирован из металлического калия путем ионизации. В качестве источника ионизации может использоваться ультрафиолетовый свет или плазма. По меньшей мере один из источников ультрафиолетового света и плазмы может быть получен путем катализа водорода с одним или несколькими катализаторами водорода, такими как металлический калий или ионы  $K^+$ .

В варианте выполнения катализатор  $Rb^+$  в соответствии с уравнениями (6-8) или катализатор  $K^+/K^+$  может быть сформирован с помощью реакции металлического рубидия или металлического калия, соответственно с водородом, для формирования соответствующего гидрида щелочного металла или путем ионизации на горячей нити, которая также может использоваться для диссоциации молекулярного водорода в атомарный водород. Горячая нить может быть изготовлена из тугоплавкого металла, такого как вольфрам или молибден, которые могут работать при высоких температурах, таких как 1000 - 2800°C.

Катализатор в соответствии с настоящим изобретением может представлять собой соединение водорода с увеличенной энергией связи, имеющей суммарную энтальпию реакции приблизительно  $\frac{m}{2} \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее 1, предпочтительно целое число меньше 400, для получения атома водорода с увеличенной энергией связи, имеющей энергию связи, равную приблизительно  $\frac{13,6 \cdot m}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 200.

В другом варианте выполнения катализатора в соответствии с настоящим изобретением, гидрино формируется в ходе реакции обычного атома водорода с катализатором, имеющим суммарную энтальпию реакции приблизительно равную

$$\frac{m}{2} \cdot 27,2 \text{ эВ} \quad (50)$$

где  $p$  представляет собой целое число.

Следует полагать, что скорость катализа увеличивается по мере того, как суммарная энтальпия реакции приближается к значению

$$\frac{m}{2} \cdot 27,2 \text{ эВ}.$$

Было определено, что катализаторы, имеющие суммарную энтальпию реакции в пределах  $\pm 10\%$ , предпочтительно  $\pm 5\%$ , от значения  $\frac{m}{2} \cdot 27,2$  эВ, пригодны для большинства случаев применения.

В варианте выполнения катализаторы отличаются возможностью формирования плазмы при низком напряжении, как описано в публикации Mills - R. Mills, J. Dong, Y. Lu, "Observation of Extreme Ultraviolet Hydrogen Emission from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 25, (2000), pp. 919-943, которая включена здесь в качестве ссылки. В другом варианте выполнения средство идентификации катализаторов и отслеживания скорости катализа содержит спектрометр с высокой разрешающей способностью, работающий в видимом диапазоне света, причем предпочтительная разрешающая способность должна находиться в диапазоне от 1 до 0,01 Å. Идентичность катализаторов и скорости катализа может быть определена по степени доплеровского расширения балмеровских линий водорода или других линий атомов.

### 3.2. Катализаторы на основе гидрино.

В процессе, называемом диспропорционирование, атомы водорода с меньшей энергией, гидрино, могут действовать как катализаторы, поскольку значение каждой энергии из метастабильного возбуждения, резонансного возбуждения и энергии ионизации атома гидрино составляет  $m \cdot 27,2$  эВ. Механизм переходной реакции первого атома гидрино, на который воздействует второй атом гидрино, включает резонансную связь между атомами  $m$  вырожденных мультиполей, каждый из которых имеет потенциальную энергию 27,21 эВ [R. Mills, The Grand Unified Theory of Classical Quantum Mechanics, January 2000 Edition, BlackLight Power, Inc., Cranbury, New Jersey, Distributed by Amazon.com]. Передача энергии  $m \cdot 27,2$  эВ от первого атома гидрино второму атому гидрино приводит к тому, что центральное поле перво-

го атома увеличивается в  $m$  раз, и его электрон опускается на  $m$  уровней ниже от радиуса  $\frac{a_H}{p}$  до радиуса

$$\frac{a_H}{p+m}.$$

Второй взаимодействующий водород с меньшим уровнем энергии в результате резонансной передачи энергии будет либо возбужден до метастабильного состояния, возбужден до резонансного состояния, или ионизирован. Резонансная передача может происходить в ходе множества этапов. Например, может происходить передача без излучения с помощью связи мультиполя, в которой центральное поле первого вначале увеличивается в  $m$  раз, затем электрон вначале опускается на  $m$  уровней ниже от радиу-

са  $\frac{a_H}{p}$  до радиуса  $\frac{a_H}{p+m}$  с последующей передачей резонансной энергии. Энергия, передаваемая связью мультиполя, может возникать с помощью механизма, аналогичного поглощению фотона, в результате которого происходит возбуждение до виртуального уровня. Или энергия, передаваемая связью мультиполя, во время перехода электрона первого атома гидрино может возникать с помощью механизма, аналогичного поглощению двух фотонов, в результате которого происходит первое возбуждение до виртуального уровня и второе возбуждение до резонансного уровня или уровня континуума [B. J. Thompson, Handbook of Nonlinear Optics, Marcel Dekker, Inc., New York, (1996), pp. 497-548; Y. R. Shen, The Principles of Nonlinear Optics, John Wiley & Sons, New York, (1984), pp. 203-210; B. de Beauvoir, F. Nez, L. Julien, B. Cagnac, F. Biraben, D. Touahri, L. Hilico, O. Acef, A. Clairon, and J. J. Zondy, Physical Review Letters, Vol. 78, No. 3, (1997), pp. 440-443]. Энергия перехода, превышающая энергию, переданную второму атому гидрино, может проявляться в виде фотона в вакуумной среде.

Переход от  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$  до  $H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]$ , вызванный резонансной передачей мультиполя  $m \cdot 27,21$  эВ и передачей  $[(p')^2 - (p' - m')^2] X 13,6$  эВ -  $t \cdot 27,2$  эВ с резонансным состоянием  $H\left[\frac{a_H}{p'+m'}\right]$ , возбужденным состоянием  $H\left[\frac{a_H}{p'}\right]$ , может быть представлен формулой

$$H\left[\frac{a_H}{p'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p'+m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p+m}\right] + [(p+m)^2 - p^2 - (p' - m')^2] X 13,6 \text{ эВ} \quad (51)$$

где  $p, p', m$  и  $m'$  представляют собой целые числа.

Гидрино могут быть ионизированы в ходе реакции диспропорционирования путем резонансной передачи энергии. Атом гидрино с исходным квантовым числом  $p$  и радиусом  $\frac{a_H}{p}$ , которые соответствуют низкому состоянию энергии, может перейти в состояние с квантовым числом  $(p+m)$  и радиусом  $\frac{a_H}{(p+m)}$  с низким состоянием энергии в результате реакции с атомом гидрино с исходным квантовым числом  $m'$  и исходным радиусом  $\frac{a_H}{m'}$  и конечным радиусом  $a_H$  с низким состоянием энергии, которая имеет суммарную энтальпию  $m X 27,2$  эВ. Таким образом, реакция атома водородного типа  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$  с атомом водородного типа  $H\left[\frac{a_H}{m'}\right]$ , который ионизирован при резонансной передаче энергии для получения реакции перехода, может быть представлена следующей формулой:

$$M X 27,21 \text{ эВ} + H\left[\frac{a_H}{m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H^+ + e^- + H\left[\frac{a_H}{(p+m)}\right] + [(p+m)^2 - p^2 - (m'^2 - (m^2 - 2m))] X 13,6 \text{ эВ} \quad (52)$$

$$H^+ + e^- \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + 13,6 \text{ эВ} \quad (53)$$

И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:

$$H\left[\frac{a_H}{m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + H\left[\frac{a_H}{(p+m)}\right] + [2pm + m^2 - m'^2] X 13,6 \text{ эВ} + 13,6 \text{ эВ} \quad (54)$$

#### 4. Регулирование скорости катализа.

Считается, что скорость катализа повышается по мере того, как суммарная энтальпия реакции приближается к значению  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число. Вариант выполнения гидрино-гидридного реактора для получения соединения водорода с увеличенной энергией связи, в соответствии с настоящим изобретением дополнительно содержит источник электрического или магнитного поля. Ис-

точник электрического или магнитного поля может быть регулируемым для управления скоростью катализа. При регулировании электрического или магнитного поля, создаваемого источником электрического или магнитного поля, может изменяться уровень континуума энергии катализатора, благодаря чему один или несколько электронов ионизируются до уровня континуума энергии, для получения суммарной энтальпии реакции, приблизительно равной  $m \times 27,2$  эВ. Изменение континуума энергии может привести к тому, что суммарная энтальпия реакции катализатора будет ближе к значению  $m \cdot 27,2$  эВ. Предпочтительно, электрическое поле выбирают в пределах от приблизительно от 0,01 до  $10^6$  В/м, более предпочтительно от 0,1 до  $10^4$  В/м и наиболее предпочтительно от 1 до  $10^3$  В/м. Предпочтительно магнитный поток выбирают в пределах приблизительно от 0,01 до 50 Тл. Магнитное поле может иметь сильный градиент. Предпочтительно градиент магнитного потока может быть в пределах приблизительно от  $10^{-4}$  до  $10^2$  Тл см $^{-1}$  и более предпочтительно  $10^{-3}$ -1 Тл см $^{-1}$ .

В варианте выполнения электрическое поле  $E$  и магнитное поле  $B$  расположены ортогонально для получения дрейфа электрона EXB. Дрейф EXB может быть в таком направлении, что энергетические электроны, получаемые в ходе катализа водорода, рассеивают минимальное количество энергии из-за тока в направлении приложенного электрического поля, который можно регулировать для управления скоростью катализа водорода.

В варианте выполнения энергетической ячейки магнитное поле захватывает электроны в области ячейки так, что снижается их взаимодействие со стенками, и энергия электронов увеличивается. Поле может представлять собой соленоидальное поле или поле магнитного зеркала. Поле может быть регулируемым для управления скоростью катализа водорода.

В варианте выполнения при использовании в качестве электрического поля радиочастотного поля получают минимальный ток. В другом варианте выполнения в реакционную смесь добавляют газ, который может быть инертным газом, таким как благородный газ, для уменьшения проводимости плазмы, получаемой в результате высвобождения энергии при катализе водорода. Проводимость регулируют путем управления давлением газа для получения оптимального напряжения, с помощью которого управляют скоростью катализа водорода. В другом варианте выполнения к реакционной смеси может быть добавлен газ, такой как инертный газ, что увеличивает процентное содержание атомарного водорода по отношению к молекулярному водороду.

Например, ячейка может содержать горячую нить, на которой происходит диссоциация молекулярного водорода с получением атомарного водорода, и такая нить может дополнительно нагревать диссоциатор водорода, такой как переходные элементы и элементы с внутренним переходом, железо, платина, палладий, цирконий, ванадий, никель, титан, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, активированный уголь (углерод) и углерод с включениями Cs (графит). С использованием нити в ячейку реактора может дополнительно подаваться электрическое поле. Электрическое поле может изменять уровень континуума энергии катализатора, в результате чего один или несколько электронов ионизируются до уровня континуума энергии, для получения суммарной энтальпии реакции, приблизительно равной  $m \times 27,2$  эВ. В другом варианте выполнения электрическое поле создается с помощью электродов, заряженных от источника с изменяемым напряжением. Управление скоростью катализа может осуществляться путем управления приложенным напряжением, которое определяет приложенное поле, с помощью которого можно управлять скоростью катализа, благодаря изменению уровня континуума энергии.

В другом варианте выполнения гидрино-гидридного реактора, источник электрического или магнитного поля ионизирует атом или ион для получения катализатора, имеющего суммарную энтальпию реакции, приблизительно равную  $m \times 27,2$  эВ. Например, для получения катализатора металлический калий ионизируют до  $K^+$  или металлический рубидий ионизируют до  $Rb^+$ . Источник электрического поля может представлять собой горячую нить, на которой также может происходить диссоциация молекулярного водорода до атомарного водорода.

Высокие уровни энергии, наблюдавшиеся ранее в микроволновых ячейках [R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, M. Nansteel, X. Chen, J. He, "New Power Source from Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", Chem. Phys. Letts., submitted.], могут получаться из-за накопления энергетического материала, такого как HeH (1/p) или ArH (1/p), на стенке кварцевой трубки, который вступает в реакцию с плазмой, содержащей гелий, с получением очень высокого уровня энергии, что можно наблюдать с помощью объемного резонатора Бинаккера (Beenakker cavity) и о чем свидетельствует появление красно-желтого налета, которое, видимо, представляет собой ArH (1/p). В варианте выполнения микроволновой энергетической ячейки и гидридного реактора микроволновую энергию подают в течение длительного периода времени для накопления этих материалов, которые могут разлагаться с выделением энергии и образуют гидрино, используемое в качестве катализатора и реагента для реакций диспропорционирования.

В качестве альтернативы гелий-водородная высокочастотная плазма проявила очень сильный уровень линии гидрино вплоть до 8 нм в присутствии KI в реакторе. В некоторых экспериментах также использовали титановый экран. Как KI, так и Ti действуют как источники электронов для формирования гидрино-гидридного соединения. Когда они накапливаются в достаточном количестве, может происходить реакция диспропорционирования степени, в достаточной для поддержания очень высокой скорости

реакции катализа, которая превышает скорость реакции, при которой гидрино расходуется в результате реакции или переноса. В варианте выполнения высокочастотной энергетической ячейки и гидридного реактора ячейка работает с источником электронов, таким как KI, Sr и/или Ti, для формирования гидрино-гидридных соединений, для образования условий получения высокого уровня энергии. В одном случае реагент может быть помещен непосредственно в ячейку. В другом случае реагент может улетучиваться из резервуара при нагреве.

В варианте выполнения составного полого катода и энергетической разрядной ячейки с микрополостями и гидридного реактора стенка ячейки может содержать электропроводный материал, такой, как нержавеющая сталь. Предпочтительно выбирают уровень мощности тлеющего разряда, который позволяет получить наибольший прирост выходной мощности или требуемый уровень прироста выходной мощности при заданной входной мощности. Также возможен случай увеличения отношения выходной мощности к входной мощности при ограничении входной мощности на уровне возникновения дугового разряда электропроводной стенки ячейки. Плазма предпочтительно поддерживается внутри полого катода или катодов при изоляции электропроводной стенки с использованием таких материалов, как кварц или глинозем. В варианте выполнения ячейки из нержавеющей стали содержит покрытие в виде кварцевой втулки или втулки из глинозема.

Предпочтительный полый катод изготовлен из тугоплавких материалов, таких как молибден или вольфрам. Предпочтительно полый катод представляет собой составной полый катод. Предпочтительно в качестве источника катализатора в разрядной ячейке с составным полым катодом используется неон, как описано в публикации R. L. Mills, P. Ray, J. Dong, M. Nansteel, B. Dhandapani, J. He, "Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Molecular Hydrogen", INT. J. HYDROGEN ENERGY, которая включена здесь полностью в качестве ссылки. В варианте выполнения ячейки, содержащей составной полый катод и неон в качестве источника катализатора с водородом, парциальное давление неона составляет, например, в пределах от приблизительно 90% до приблизительно 99,99 ат.%, и парциальное давление водорода составляет в пределах от приблизительно 0,01 до приблизительно 10%. Предпочтительно, парциальное давление неона находится в пределах от приблизительно 99 до приблизительно 99,9%, и парциальное давление водорода находится в пределах от приблизительно 0,1 до приблизительно 1 ат.%.

В варианте выполнения энергетической ячейки и гидридного реактора, такого как микроволновая ячейка и радиочастотная ячейка с индуктивной связью, в которых используется составной полый катод, температура ячейки выше, чем комнатная температура. Ячейка предпочтительно работает при повышенной температуре в диапазоне от приблизительно 25°C до приблизительно 1500°C. Более предпочтительно ячейка работает в диапазоне температур от приблизительно 200°C до приблизительно 1000°C. Наиболее предпочтительно ячейка работает в диапазоне температур от приблизительно 200°C до приблизительно 650°C.

В варианте выполнения ячейки требуемая высокая температура стенок обеспечиваются с использованием стенки с газовым зазором, так что ячейка, такая, как высокочастотная ячейка, окружена этим газовым зазором и окружающей водяной стенкой. В таком газовом зазоре происходит резкое падение температуры. Теплопроводность зазора может регулироваться путем изменения давления или теплопроводности газа, находящегося в зазоре.

##### 5. Катализаторы и продукты на основе инертных газов.

В варианте выполнения источника энергии в виде гидридного реактора и преобразователя энергии, содержащего энергетическую ячейку для катализа атомарного водорода, для формирования новых разновидностей водорода и соединений вещества, содержащего новые разновидности водорода, в соответствии с настоящим изобретением катализатор содержит смесь из первого катализатора и источника второго катализатора. В варианте выполнения первый катализатор образует второй катализатор из источника второго катализатора. В варианте выполнения энергия, высвобождаемая в ходе катализа водорода с помощью первого катализатора, образует плазму в энергетической ячейке. С помощью этой энергии происходит ионизация источника второго катализатора для получения второго катализатора. Второй катализатор может представлять собой один или несколько ионов, получаемых в отсутствие сильного электрического поля, что обычно требуется в случае тлеющего разряда. Слабое электрическое поле может увеличить скорость катализа второго катализатора так, что энтальпия реакции катализатора будет соответствовать значению  $m \times 27,2$  эВ для обеспечения катализа водорода. В вариантах выполнения энергетической ячейки первый катализатор выбирают из группы катализаторов, приведенной в табл. 3, такой как калий и стронций, источник второго катализатора выбирают из группы гелий и аргон, и второй катализатор выбирают из группы  $He^+$  и  $Ar^+$ , в которой ион катализатора получается из соответствующего атома с помощью плазмы, создаваемой в ходе катализа водорода первым катализатором. Например, 1). энергетическая ячейка содержит стронций и аргон, в которой в результате катализа водорода стронцием получается плазма, содержащая  $Ar^+$ , который служит в качестве второго катализатора (уравнения (12-14)), и 2.) энергетическая ячейка содержит калий и гелий, в которой в результате катализа водорода калием получается плазма, содержащая  $He^+$ , который служит в качестве второго катализатора (уравнения (9-11)). В варианте выполнения давление источника второго катализатора выбирают в пределах от при-

близительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно одной атмосферы. Давление водорода находится в пределах от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно одной атмосферы. В предпочтительном варианте выполнения суммарное давление находится в диапазоне от приблизительно 0,5 торр ( $66,7 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 2 торр ( $266,6 \text{ Н/м}^2$ ). В варианте выполнения отношение давления источника второго катализатора к давлению водорода больше единицы. В предпочтительном варианте выполнения водород составляет от приблизительно 0,1% до приблизительно 99%, и источник второго катализатора составляет остальной газ, присутствующий в ячейке. Более предпочтительно, состав водорода находится в диапазоне от приблизительно 1% до приблизительно 5%, и источник второго катализатора находится в диапазоне от приблизительно 95 % до приблизительно 99%. Наиболее предпочтительно, водород составляет приблизительно 5%, и пропорция источника второго катализатора составляет приблизительно 95%. Приведенные диапазоны давлений являются репрезентативными примерами, и специалист в данной области техники сможет применить настоящее изобретение на практике, используя требуемое давление для получения требуемого результата.

В варианте выполнения энергетической ячейки и преобразователя энергии катализатор содержит по меньшей мере один, выбранный из группы  $\text{He}^+$  и  $\text{Ag}^+$ , в котором ион ионизированного катализатора получается из соответствующего атома под действием плазмы, получаемой с помощью таких способов, как тлеющий разряд или микроволновой разряд с индуктивной связью. Предпочтительно соответствующий реактор, такой как газоразрядная ячейка или гидрино-гидридный реактор с плазменным факелом, имеет область низкой напряженности электрического поля, в которой энтальпия реакции катализатора соответствует значению  $m \times 27,2 \text{ эВ}$  для обеспечения катализа водорода. В одном варианте выполнения реактор представляет собой разрядную ячейку с полым анодом, как описано в публикации авторов Kuraica и Konjevic [Kuraica, M., Konjevic, N., Physical Review A, Volume 46, No. 7, October (1992), pp. 4429-4432]. В другом варианте выполнения реактор представляет собой разрядную ячейку, имеющую полый катод, такой как анод с центральным проводом или стержнем и концентрический полый катод, такой как сетка из нержавеющей стали или никеля. В предпочтительном варианте выполнения ячейка представляет собой микроволновую ячейку, в которой катализатор формируется под действием микроволновой плазмы. В варианте выполнения атомарный водород формируется с помощью микроволновой плазмы из молекулярного газообразного водорода и служит в качестве катализатора в соответствии с каталитической реакцией, приведенной в уравнениях (24-26). Предпочтительно давление водорода микроволновой водородной плазмы составляет в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 10000 торр ( $1333 \text{ кН/м}^2$ ), более предпочтительно давление водорода микроволновой водородной плазмы находится в диапазоне от приблизительно 10 мторр ( $1,33 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 100 торр ( $13330 \text{ Н/м}^2$ ); наиболее предпочтительно, давление водорода микроволновой водородной плазмы составляет в диапазоне от приблизительно 10 мторр ( $1,33 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 10 торр ( $1333 \text{ Н/м}^2$ ).

В варианте выполнения ячейка, в которой скоростью реакции катализатора, содержащего катион такой как  $\text{He}^+$  или  $\text{Ag}^+$ , управляют с помощью электрического поля, катализ водорода происходит, прежде всего, на катоде. Катод выбирают таким образом, чтобы обеспечить требуемое поле. В варианте выполнения ячейки первый катализатор, такой как стронций, работает с газообразным водородом и источником второго катализатора, таким как аргон или гелий. В варианте выполнения в результате катализа водорода получают второй катализатор из источника второго катализатора, такой как  $\text{Ag}^+$  из аргона или  $\text{He}^+$  из гелия, который служит в качестве второго катализатора. Плазма, получаемая в результате катализа водорода, может быть намагничена для улучшения удержания плазмы. В варианте выполнения ячейки реакция происходит внутри магнита, который формирует соленоидальное или минимальное магнитное поле (минимальное значение В) так, что второй катализатор, такой как  $\text{Ag}^+$  остается захваченным, что обеспечивает длительный полупериод его существования. Благодаря удержанию плазмы заряженные частицы, такие как электроны, получают больше энергии, что увеличивает количество второго катализатора, такого как  $\text{Ag}^+$ . Удержание также повышает энергию плазмы, в результате чего получается большее количество атомарного водорода. Благодаря повышению концентрации второго катализатора и атомарного водорода скорость катализа водорода увеличивается. Металлический стронций, действующий в качестве катализатора, может реагировать с  $\text{Ag}^+$ , в результате чего уменьшается его доступное количество. Температурой ячейки можно управлять по меньшей мере в части ячейки для управления давлением паров стронция для получения требуемой скорости катализа. Предпочтительно давлением паров стронция управляют в области катода, в которой существует высокая концентрация  $\text{Ag}^+$ .

Соединение может иметь формулу  $\text{MH}_n$ , где n представляет собой целое число от 1 до 100, более предпочтительно от 1 до 10, наиболее предпочтительно от 1 до 6, М представляет атом инертного газа, такого как гелий, неон, аргон, ксенон и криптон, и водород  $\text{H}_n$ , содержащийся в соединении, представляет по меньшей мере одну разновидность водорода с увеличенной энергией связи.

Способ синтеза  $\text{AgH}_n$  с увеличенной энергией связи, где n представляет собой целое число от 1 до 100, более предпочтительно от 1 до 10, наиболее предпочтительно от 1 до 6, содержит разряд в смеси аргона и водорода, в которой катализатор представляет собой  $\text{Ag}^+$ . Продукт  $\text{AgH}_n$  может быть собран в охлаждаемом резервуаре, таком как резервуар, охлаждаемый жидким азотом.

Способ синтеза  $\text{HeH}_n$  с увеличенной энергией связи, в котором n представляет собой целое число от

1 до 100, более предпочтительно от 1 до 10, наиболее предпочтительно от 1 до 6, содержит разряд в смеси гелия и водорода, где  $\text{He}^+$  представляет собой катализатор. Продукт  $\text{HeH}_n$  может быть собран в охлаждаемом резервуаре, таком как резервуар, охлаждаемый жидким азотом.

Вариант выполнения для синтеза соединения водорода с увеличенной энергией связи, содержащего по меньшей мере один атом инертного газа, содержит добавление благородного газа в качестве реагента в гидрино-гидридный реактор с источником атомарного водорода и водородного катализатора.

Вариант выполнения с обогащением благородного газа из источника, содержащего благородный газ, включает взаимодействие источника атомов благородного газа с водородом с увеличенной энергией связи для формирования соединения водорода с увеличенной энергией связи, которое может быть изолировано и подвергнуто разложению для получения благородного газа. В одном варианте выполнения поток газа, содержащий благородный, предназначенный для обогащения газ, прокачивают через гидрино-гидридный реактор, такой, как газовая ячейка, газоразрядная ячейка или микроволновая ячейка гидрино-гидридного реактора, так что разновидности водорода с повышенной энергией связи, получаемые в реакторе, реагируют с благородным газом, находящимся в потоке газа, для формирования соединения водорода с увеличенной энергией связи, содержащего по меньшей мере один атом благородного газа. Соединение может быть изолировано и подвергнуто разложению для получения обогащенного благородного газа.

В варианте выполнения плазменной ячейки, в которой катализатор представляет собой катион такой, как по меньшей мере один, выбранный из группы  $\text{He}^+$  и  $\text{Ar}^+$ , формируется соединение водорода с увеличенной энергией связи, гидрино-гидрид железа, поскольку атомы гидрино взаимодействуют с железом, присутствующим в ячейке. В качестве источника железа может использоваться нержавеющая сталь, из которой изготовлена ячейка. В другом варианте выполнения в ячейке присутствует дополнительный катализатор, такой как стронций, цезий или калий.

#### 6. Образование плазмы и света при катализе водорода.

Обычно газообразный водород излучает ультрафиолетовое излучение в вакууме при использовании разрядов с высоким напряжением, синхротронных устройств, генераторов плазмы с высокой мощностью с индуктивной связью или когда плазму создают и нагревают до чрезвычайно высоких температур (например  $> 10^6$  K) с использованием высокочастотной связи в ловушке, создаваемой тороидальным магнитным полем. Факт наблюдения интенсивного ультрафиолетового излучения в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV) атомарного водорода при низких температурах (например,  $\sim 10^3$  K), получаемого на вольфрамовой нити, с помощью которой нагревают титановый диссоциатор, при использовании некоторых катализаторов газообразных атомов или ионов, в соответствии с настоящим изобретением, испаряемых с помощью нагрева нитью, был опубликован ранее [R. Mills, J. Dong, Y. Lu, "Observation of Extreme Ultraviolet Hydrogen Emission from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 25, (2000), pp. 919-943]. Атомы калия, цезия и стронция, а также  $\text{Rb}^+$  ионизируют при целом кратном значении потенциальной энергии атомарного водорода, формируют низкотемпературную плазму с исключительно низким напряжением, которая называется плазмой с резонансной передачей или  $\text{H}^+$ -плазмой, которая обладает сильным ультрафиолетовым излучением в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV). Аналогично энергия ионизации  $\text{Ar}^+$  составляет 27,63 эВ, и интенсивность излучения плазмы, получаемой с помощью атомарного стронция, существенно повышается при вводе газообразного аргона, только когда наблюдалось выделение  $\text{Ar}^+$  [R. Mills, P. Ray, "Spectroscopic Identification of a Novel Catalytic Reaction of Potassium and Atomic Hydrogen and the Hydride Ion Product", Int. J. Hydrogen Energy, in press]. В отличие от этого химически аналогичные атомы, натрий, магний и барий, не ионизируются при кратных значениях потенциальной энергии атомарного водорода, не формируют плазму и не создают никакого излучения.

Для полной характеристики с помощью спектрометра видимого света с высокой разрешающей способностью была записана ширина 656,2 нм бальмеровской линии а, излучаемая микроволновой плазмой тлеющего разряда одного водорода, стронция или магния с водородом или гелием, неоном, аргоном или ксеноном с 10%-м содержанием водорода [R. L. Mills, A. Voigt, P. Ray, M. Nansteel, B. Dhandapani, "Measurement of Hydrogen Balmer Line Broadening and Thermal Power Balances of Noble Gas-Hydrogen Discharge Plasmas", Int. J. Hydrogen Energy, submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, J. He, Comparison of Excessive Balmer a Line Broadening of Glow Discharge and Microwave Hydrogen Plasmas with Certain Catalysts, See Experimental section]. Было определено, что микроволновая стронций-водородная плазма проявляет расширение, аналогичное наблюдавшемуся в ячейке с тлеющим разрядом, составлявшем 27-33 эВ; тогда как в обоих источниках не наблюдалось расширение для смеси магний-водород. В смесях благородного газа с водородом наблюдалась та же тенденция расширения для конкретного благородного газа, для обоих источников, но величина расширения существенно отличалась. Микроволновая гелий-водородная и аргон-водородная плазма показала исключительно сильное расширение, соответствующее средней температуре атомарного водорода 110-130 эВ и 180-210 эВ соответственно. Соответствующие результаты для плазмы с тлеющим разрядом составляли 30-35 эВ и 33-38 эВ соответственно. В то же время плазма из чистого водорода, неона-водорода, криптона-водорода и ксенона-водорода, поддерживаемая в любом источнике, не проявила существенного расширения, что соответствовало средней темпе-

ратуре атомарного водорода  $\sim 3$  эВ. В случае высокочастотной плазмы на основе гелий-водородной смеси и аргон-водородной смеси температуру  $T_e$  электрона измеряли как отношение интенсивности линии He 501,6 нм к интенсивности линии He 492,2 и отношение интенсивности линии Ag 104,8 нм к интенсивности линии Ag 420,06 нм, соответственно. Аналогично средняя температура электрона для гелий-водородной и аргон-водородной плазмы была высокой, 28000 К и 11600 К соответственно; тогда как соответствующие температуры одного гелия или аргона составляли только 6800 К и 4800 К соответственно. Штарковское расширение или ускорение заряженных разновидностей под действием высоких полей (например, превышающих 10 кВ/см) нельзя применить для пояснения результатов, полученных при использовании микроволнового излучения, поскольку не наблюдались высокие значения напряженности полей. Результаты скорее можно пояснить резонансной передачей энергии между атомарным водородом и атомарным стронцием,  $Ag^+$  или  $He^{2+}$ , которые ионизируются при целочисленных кратных значениях потенциальной энергии атомарного водорода.

В предпочтительном варианте выполнения энергетической ячейки образуется плазма, энергия которой может быть преобразована в электричество с помощью по меньшей мере одного из преобразователей, описанных в настоящем описании, такого как магнитно-гидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом и плазмодинамический преобразователь энергии.

Энергетическая ячейка также может содержать источник света, излучающий по меньшей мере одно из ультрафиолетового излучения в крайнем ультрафиолетовом диапазоне, ультрафиолетового излучения, видимого света, инфракрасного света, микроволнового или радиочастотного излучения.

Источник света в соответствии с настоящим изобретением содержит ячейку в соответствии с настоящим изобретением, которая включает структуру распространения света или окно для требуемого излучения требуемой длины волны или требуемого диапазона длин волн. Например, кварцевое окно может использоваться для передачи из ячейки ультрафиолетового света, видимого света, инфракрасного света, микроволнового излучения, и/или радиочастотного излучения, поскольку оно является прозрачным для соответствующих диапазонов длин волн. Аналогично стеклянное окно может использоваться для передачи видимого света, инфракрасного света, микроволнового излучения и/или радиочастотного излучения из ячейки, и керамическое окно может использоваться для передачи из ячейки инфракрасного света, микроволнового излучения и/или радиочастотного излучения. Стенка ячейки может содержать структуру распространения света или окно. Стенка ячейки или окно могут быть покрыты фосфором, который преобразует излучение одной или нескольких коротких длин волн в требуемые, более длинные, длины волн. Например, ультрафиолетовый свет или ультрафиолетовое излучение в крайнем ультрафиолетовом диапазоне могут быть преобразованы в видимый свет. Источник света может непосредственно излучать энергию с малой длиной волны, и излучение с малой длиной волны может использоваться для вариантов применения, известных в данной области техники, таких как фотолитография.

Источник света в соответствии с настоящим изобретением, такой как источник видимого света, может содержать прозрачную стенку ячейки, которая может быть изолирована так, что внутри ячейки может поддерживаться повышенная температура. В варианте выполнения стенка может представлять собой двойную стенку с пространственными разделителями, между которыми поддерживаются условия вакуума. В качестве диссоциатора может использоваться нить, такая как вольфрамовая нить. Нить может также нагревать катализатор для формирования газообразного катализатора. Первый катализатор может представлять собой по меньшей мере один выбранный из группы: металлический калий, рубидий, цезий и стронций. Второй катализатор может быть получен с помощью первого катализатора, в варианте выполнения по меньшей мере из одного из элементов: гелий и аргон, которые ионизируются до  $He^+$  и  $Ag^+$  соответственно с помощью плазмы, формируемой в ходе катализа водорода с использованием первого катализатора, такого как стронций. При этом  $He^+$  и/или  $Ag^+$  служат в качестве второго катализатора водорода. Водород может подаваться в виде гидрида, который разлагается с течением времени для поддержания требуемого давления, которое может быть определено температурой ячейки. Управление температурой ячейки может осуществляться с помощью нагревателя и контроллера нагревателя. В варианте выполнения температура может определяться по мощности, подаваемой на нить, с использованием контроллера мощности.

Другой вариант выполнения источника света в соответствии с настоящим изобретением содержит регулируемый источник света, который может излучать когерентный или лазерный свет. С помощью ультрафиолетовой спектроскопии в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV) была сделана запись при микроволновых разрядах аргона или гелия с 10%-м содержанием водорода. Новые линии спектра излучения, которые соответствовали расчетным для вибрационных переходов  $H_2^+ [n = 1/4; n^* = 2]^+$ , наблюдались при значениях энергии  $\nu \cdot 1,185$  эВ, при значениях  $\nu = 17-38$ , которые исчезали при расчетном пределе диссоциации,  $E_D$ , для  $H_2^+ [n = 1/4]^+$ ,  $E_D = 42,88$  эВ (28,92 нм) [R. Mills, P. Ray, "Vibrational Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Hydrogen Molecular Ion", Int. J. Hydrogen Energy, in press which is incorporated herein by reference.]. Вибрационные линии молекулярного иона дигидрино, такого как  $H_2^+ [n = 1/4; n^* = 2]^+$ , имеющего значение энергии  $\nu \cdot 1,185$  эВ, где  $\nu$  = целое число, могут быть источником регулируемого лазерного света. Регулируемый источник света в соответствии с

настоящим изобретением содержит по меньшей мере один из газовой ячейки, газоразрядной ячейки, ячейки с плазменным факелом или микроволной плазменной ячейки, в которой ячейка может содержать лазерный объемный резонатор. Источник регулируемого лазерного света может быть получен с помощью света, излучаемого молекулярным ионом дигидридо с использованием систем и средств, которые известны в данной области техники, как описано в публикации Laser Handbook, Edited by M. L. Stitch, North-Holland Publishing Company, (1979).

Источник света в соответствии с настоящим изобретением может содержать по меньшей мере один из газовой ячейки, газоразрядной ячейки, ячейки с плазменным факелом или микроволной плазменной ячейки, в которой из источника катализатора эффективно формируются ионы или эксимеры, которые служат в качестве катализаторов, таких как  $\text{He}^+$ ,  $\text{He}_2^+$ ,  $\text{Ne}_2^+/\text{H}^+$  или  $\text{Ar}^+$ , получаемых из газов гелия, гелия, неона, неон-водородной смеси и аргона соответственно. Свет может представлять собой в значительной степени монохроматический свет, такой как линия эмиссии лаймановской серии, такой как лаймановская линия  $\alpha$  или лаймановская линия  $\beta$ .

Смесь гелия и неона составляет основу He-Ne лазера. Атомы обоих этих веществ также являются источником катализатора. В варианте выполнения плазменной энергетической ячейки, такой как высокочастотная ячейка, источник катализатора содержит смесь гелия и неона с водородом. Популяция гелий-неонового состояния с излучением когерентного света (метастабильное состояние 20,66 эВ до возбужденного состояния 18,70 эВ при лазерном излучении на волне 632,8 нм) обеспечивается накачкой в ходе катализа атомарного водорода. Примеры микроволновой и разрядной ячейки, в которых используется, по меньшей мере, один из неона или гелия в качестве источника катализатора, приведены в публикациях автора Mills [R. L. Mills, P. Ray, J. Dong, M. Nansteel, B. Dhandapani, J. He, "Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Molecular Hydrogen", INT. J. HYDROGEN ENERGY, submitted; R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, M. Nansteel, X. Chen, J. He, "New Power Source from Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", Chem. Phys. Letts., in press; R. Mills, P. Ray, "Spectral Emission of Fractional Quantum Energy Levels of Atomic Hydrogen from a Helium-Hydrogen Plasma and the Implications for Dark Matter", Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 27, No. 3, pp. 301-322], которые включены здесь полностью в качестве ссылки.

Каждое из преобразований  $\text{Rb}^+$  в  $\text{Rb}^{2+}$  и  $2\text{K}^+$  в  $\text{K} + \text{K}^{2+}$  создает реакцию с суммарной энтальпией, равной потенциальной энергии атомарного водорода. При наличии ионов этих газов с термически диссоциированным водородом обеспечивалось формирование плазмы, имевшей ультрафиолетовое излучение в крайнем ультрафиолетовом диапазоне VUV с неподвижно инвертируемой лаймановской населенностью. Мы предлагаем энергетическую каталитическую реакцию, включающую резонансную передачу энергии между атомами водорода и  $\text{Rb}^+$  или  $2\text{K}^+$  для формирования очень стабильного нового иона гидрида. Его расчетная энергия связи 3,0468 эВ наблюдалась при 4070,0 Å с предсказанной сверхмелкой структурой без границ линий  $E_{\text{HF}} = j^2 3,0056 \times 10^{-5} + 3,0575$  эВ ( $j$  представляет собой целое число), что соответствовало для значений от  $j = 1$  до  $j = 37$  в пределах 1 части на  $10^5$ . Эта каталитическая реакция позволяет осуществлять накачку cw HI лазера. Его описание приведено в статьях автора Mills [R. Mills, P. Ray, R. Mayo, "CW HI Laser Based on a Stationary Inverted Lyman Population Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Group I Catalysts", IEEE Transactions on Plasma Science, submitted; R. L. Mills, P. Ray, "Stationary Inverted Lyman Population Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Chem. Phys. Letts., submitted], которые включены здесь полностью в качестве ссылки.

Как указано в публикации R. L. Mills, P. Ray, "Stationary Inverted Lyman Population Formed from Incandescently Heated Hydrogen Gas with Certain Catalysts", Chem. Phys. Letts., submitted: "Затем инвертированная населенность поясняется резонансной безызлучательной передачей энергии от промежуточных атомов с высокой энергией с коротким сроком существования, атомов, в которых проходят каталитические преобразования с переходом в состояния, определяемые уравнениями (1) и (3), для получения атомов H ( $n > 2$ ) непосредственно с помощью связи мультиполя [R. L. Mills, P. Ray, B. Dhandapani, J. He, "Spectroscopic Identification of Fractional Rydberg States of Atomic Hydrogen", J. of Phys. Chem.,] и быстрых атомов H ( $n = 1$ ). Выделение H ( $n = 3$ ) из быстрых атомов H ( $n = 1$ ), возбужденных столкновениями с фоновым  $\text{H}_2$ , описано в публикации авторов S. B. Radovanov и др. [S. B. Radovanov, K. Dzierzega, J. R. Roberts, J. K. Olthoff, "Time-resolved Balmer-alpha emission from fast hydrogen atoms in low pressure, radio-frequency discharges in hydrogen", Appl. Phys. Lett., Vol. 66, No. 20, (1995), pp. 2637-2639]. Образование  $\text{H}^+$  также является предсказуемым, которое далеко от теплового равновесия в смысле температуры ионов, как описано в разделе 3B публикации авторов Akatsuka и др. [H. Akatsuka, M. Suzuki, "Stationary population inversion of hydrogen in arc-heated magnetically trapped expanding hydrogen-helium plasma jet", Phys. Rev. E, Vol. 49, (1994), pp. 1534-1544], что указывает на то, что для холодной, рекомбинирующей плазмы характерно иметь высокие уровни залегания в локальном термодинамическом равновесии (LTE); тогда как для низких уровней залегания инверсия совокупности получена, когда  $T_e$  становится низкой, с соответствующей плотностью электронов, как показано уравнением Саха-Больцмана (Saha-Boltzmann equation).

Как следствие безызлучательной передачи энергии  $m \cdot 27,2$  эВ катализатору, атом водорода стано-

вится нестабильным и излучает дополнительную энергию до тех пор, пока он не перейдет в безызлучательное состояние с низким уровнем энергии, основной уровень энергии которого описывается уравнениями (1) и (3). Таким образом, эти промежуточные состояния также соответствуют инвертированной населенности, и излучение в этих состояниях с энергиями  $q \cdot 13.6$  эВ, где  $q = 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12$ , описанное в ссылках 14 и 19, может представлять основу для построения лазера с ультрафиолетовым излучением в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV) и лазера, работающего в диапазоне мягкого рентгеновского излучения, поскольку возбуждение соответствующих атомов в релаксированном состоянии Ридберга  $H(11/(p + m))$  требует участия безызлучательного процесса [H. Conrads, R. Mills, Th. Wrubel, "Emission in the Deep Vacuum Ultraviolet from an Incandescently Driven Plasma in a Potassium Carbonate Cell", Plasma Sources Science and Technology, submitted].

#### 7. Энергетический реактор.

Энергетический реактор 50 в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 1 и содержит камеру 52, в которой содержится смесь 54 энергетической реакции, теплообменник 60 и преобразователь энергии, такой как парогенератор 62 и турбина 70. Теплообменник 60 поглощает тепло, выделяемое в ходе реакции катализа, когда реакционная смесь, состоящая из водорода и катализатора, вступает в реакцию с формированием низкоэнергетического водорода. Теплообменник осуществляет передачу тепла в парогенератор 62, который поглощает тепло из теплообменника 60, и вырабатывает пар. Энергетический реактор 50 дополнительно содержит турбину 70, в которую поступает пар из парогенератора 62, и передает механическую энергию в генератор 80 электроэнергии, который преобразует энергию пара в электрическую энергию, которую можно подавать на нагрузку 90 для получения работы или для рассеивания.

Смесь 54 энергетической реакции содержит материал 56, высвобождающий энергию, включающий источник атомарного изотопа водорода или источник молекулярного изотопа водорода и источник катализатора 58, который резонансно отбирает приблизительно  $m \cdot X_{27,21}$  эВ для формирования низкоэнергетического атомарного водорода и приблизительно  $m \cdot X_{48,6}$  эВ для получения низкоэнергетического молекулярного водорода, где  $m$  представляет собой целое число, в котором реакция перехода в более низкие энергетические состояния водорода происходит при контакте водорода с катализатором. В ходе катализа высвобождается энергия в такой форме, как тепло, и образуются атомы и/или молекулы низкоэнергетического изотопа водорода.

Источник водорода может представлять собой газообразный водород, продукт разложения воды, включая тепловое разложение, электролиз воды, водород, поступающий из гидридов, или водород, поступающий из растворов металл-водород. Во всех вариантах выполнения в качестве источника катализаторов может использоваться одна или несколько электрохимических, химических, фотохимических, тепловых реакций, реакций с участием свободного радикала, звуковых реакций, или ядерной реакции (реакций), или реакции (реакций) неупругого фотона или рассеивания частиц. В двух последних случаях энергетический реактор в соответствии с настоящим изобретением содержит источник 75b частиц и/или источник 75a фотонов для подачи катализатора. В этих случаях суммарная энтальпия, которая поступает в реакцию, соответствует резонансному столкновению фотона или частицы. В предпочтительном варианте выполнения энергетического реактора, показанного на фигуре 9, атомарный водород формируется из молекулярного водорода с помощью источника 75a фотонов, такого как микроволновой источник или источник ультрафиолетового излучения.

Источник фотонов может также генерировать фотоны по меньшей мере с одним значением энергии, составляющим приблизительно  $m \cdot X_{27,21}$  эВ,  $\frac{m}{2} \cdot X_{27,21}$  эВ или 40,8 эВ, что приводит к переходу атомов водорода в более низкое энергетическое состояние. В другом предпочтительном варианте выполнения источник 75a фотонов генерирует фотоны с по меньшей мере одним значением энергии, которое приблизительно составляет  $m \cdot X_{48,6}$  эВ, 95,7 эВ или  $m \cdot X_{31,94}$  эВ, что приводит к переходу молекул водорода в более низкое энергетическое состояние. Во всех реакционных смесях может использоваться выбранное внешнее устройство 75 энергии, такое как электрод, для подачи электростатического потенциала или тока (магнитного поля), для снижения энергии активации реакции. В другом варианте выполнения смесь 54 дополнительно содержит поверхность или материал, предназначенный для диссоциации и/или поглощения атомов и/или молекул материала 56, высвобождающего энергию. Такие поверхности или материалы, предназначенные для диссоциации и/или поглощения водорода, дейтерия или трития, содержат элемент, соединение, сплав или смесь переходных элементов и элементов с внутренним переходом, железо, платину, палладий, цирконий, ванадий, никель, титан, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, активированный уголь (углерод) и углерод с включениями Cs (графит).

Катализатор получается в результате ионизации с отрывом  $t$  электронов от атома или иона до уровня континуума энергии такого, что сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \cdot X_{27,2}$  эВ, где  $t$  и  $m$  представляют собой целые числа. Катализатор также может быть получен в результате передачи  $t$  электронов между участвующими ионами. Передача  $t$  электронов от одного иона другому иону обеспечивает суммарную энтальпию реакции, при которой сумма значений энергии иона-

донора электрона минус значение энергии иона-акцептора электрона приблизительно равна  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $t$  и  $m$  представляют целые числа.

Предпочтительно в варианте выполнения источник катализатора атома водорода содержит каталитический материал 58, который обычно обеспечивает суммарную энтальпию, приблизительно равную  $m \cdot 27,21$  эВ  $\pm 1$  эВ. В предпочтительном варианте выполнения источник катализатора молекулы водорода содержит каталитический материал 58, который обычно обеспечивает суммарную энтальпию реакции, приблизительно равную  $m \cdot 48,6$  эВ  $\pm 5$  эВ. Катализаторы включают катализаторы, приведенные в табл. 1 и 3 и атомы, ионы, молекулы и гидриды, описанные в предыдущих публикациях автора Mills, которые приводятся здесь в качестве ссылки.

Дополнительный вариант выполнения представляет собой камеру 52, содержащую катализатор в расплавленном, жидком, газообразном или твердом состоянии и источник водорода, включающий гидриды и газообразный водород. В случае реактора для катализа атомов водорода вариант выполнения дополнительно содержит средство для диссоциации молекул водорода на атомарный водород, включающий элемент, соединение, сплав или смесь переходных элементов, элементов с внутренним переходом, железо, платину, палладий, цирконий, ванадий, никель, титан, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, активированный уголь (углерод) и углерод с внедренным Cs (графит) или электромагнитное излучение, включая ультрафиолетовый свет, генерируемый источником 75а фотонов.

Настоящее изобретение энергетического реактора с электролитической ячейкой, энергетического реактора со сжатым газом, энергетического реактора с газовым разрядом и энергетического реактора на основе микроволновой ячейки содержит: источник водорода; один из твердого, расплавленного, жидкого и газообразного источника катализатора; резервуар, содержащий водород, и катализатор, в котором реакция формирования низкоэнергетического водорода происходит при контакте водорода с катализатором; а также средство удаления продукта - низкоэнергетического водорода.

Настоящее изобретение в области энергетики дополнительно описано в предыдущих публикациях автора Mills, которые приводятся здесь в качестве ссылки.

В предпочтительном варианте выполнения в результате катализа водорода образуется плазма. Плазма также может, по меньшей мере, частично удерживаться с помощью микроволнового генератора, в котором микроволновое излучение настраивают с помощью настраиваемого объемного резонатора, передают с помощью волновода и подают в реакционную камеру через радиопрозрачное окно или антенну. Частота микроволнового излучения может быть выбрана для эффективного формирования атомарного водорода из молекулярного водорода. Она также позволяет эффективно формировать ионы или эксимеры, которые служат в качестве катализаторов, из источника катализатора, таких, как катализаторы  $\text{He}^+$ ,  $\text{He}_2^+$ ,  $\text{Ne}_2^+$ ,  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$  или  $\text{Ag}^+$ , из гелия, гелиевых, неоновых, неон-водородных смесей и газообразного аргона соответственно.

8. Гидридный и энергетический реактор на основе микроволновой плазменной ячейки.

Гидридный и энергетический реактор на основе микроволновой газовой ячейки в соответствии с настоящим изобретением, предназначенный для катализа атомарного водорода, для формирования разновидностей водорода с увеличенной энергией связи и соединений водорода с увеличенной энергией связи, содержит камеру, включающую полость, в которой можно поддерживать вакуум или уровни давления, превышающие атмосферное давление, источник атомарного водорода, источник микроволновой энергии, предназначенный для формирования плазмы, и катализатор, позволяющий обеспечить суммарную энтальпию реакции  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, предпочтительно  $m$  представляет собой целое число, меньшее 400. Источник микроволновой энергии может содержать микроволновой генератор, настраиваемый микроволновой объемный резонатор, волновод и антенну. В качестве альтернативы ячейка может дополнительно содержать средство, предназначенное для по меньшей мере частичного преобразования энергии для катализа атомарного водорода в микроволновое излучение для удержания плазмы.

9. Гидридный и энергетический реактор на основе радиочастотной плазменной ячейки с емкостной или индуктивной связью.

Гидридный и энергетический реактор на основе радиочастотной (РЧ) плазменной ячейки с емкостной и/или индуктивной связью, в соответствии с настоящим изобретением предназначенный для катализа атомарного водорода, для формирования разновидностей водорода с увеличенной энергией связи и соединений водорода с увеличенной энергией связи, содержит камеру, включающую полость, позволяющую поддерживать внутри нее вакуум или уровни давления, превышающие атмосферное давление, источник атомарного водорода, источник радиочастотной энергии для формирования плазмы и катализатор, который позволяет обеспечить суммарную энтальпию реакции  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, предпочтительно  $m$  представляет собой целое число, меньшее 400. Ячейка может дополнительно содержать по меньшей мере два электрода и радиочастотный генератор, в котором источник радиочастотной энергии может содержать электроды, к которым подключен радиочастотный генератор. В качестве альтернативы ячейка может дополнительно содержать катушку источника, которая мо-

жет быть установлена снаружи по отношению к стенкам ячейки, что позволяет подводить радиочастотную энергию к плазме, формируемой в ячейке, электропроводную стенку ячейки, которая может быть заземлена, и радиочастотный генератор, от которого осуществляется питание катушки, которая может обеспечивать передачу радиочастотной энергии с использованием индуктивной и/или емкостной связи с плазмой ячейки.

10. Магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом.

Плазма, формируемая в ходе катализа атомарного водорода, содержит энергетические электроны и ионы, которые могут образовываться избирательно в заданной области. Магнитное зеркало 913 магнитогидродинамического преобразователя энергии с магнитным зеркалом, показанного на фиг. 10, может быть расположено в заданной области так, что электроны и ионы будут переходить из состояния равномерного распределения скоростей в пространстве  $x$ ,  $y$  и  $z$  в состояние с преимущественной скорости вдоль оси градиента магнитного поля, магнитного зеркала, оси  $z$ . Компонент движения электрона, перпендикулярный оси  $z$ ,  $v_{\perp}$ , по меньшей мере, частично преобразуется в параллельное движение  $v_{\parallel}$  благо-

даря условию адиабатической инварианты  $\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant}$ .

Магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом дополнительно содержит магнитогидродинамический преобразователь 911 и 915 энергии по фиг. 10, содержащий источник магнитного потока, поперечного оси  $z$ . При этом ионы имеют преимущественную скорость вдоль оси  $z$  и распространяются в область поперечного магнитного потока от источника поперечного потока. Сила Лоренца, действующая на распространяющиеся ионы, направлена поперечно скорости и магнитному полю и действует в противоположных направлениях на положительные и отрицательные ионы. При этом получается проходящий в поперечном направлении ток. Магнитогидродинамический преобразователь энергии дополнительно содержит по меньшей мере два электрода, которые могут быть установлены поперечно магнитному полю, предназначенные для приема поперечно направленных ионов, отклоняемых под действием силы Лоренца, что создает напряжение на электродах. В результате напряжения может возникать электрический ток, протекающий через электрическую нагрузку.

11. Плазмодинамический преобразователь энергии.

Масса положительно заряженного иона плазмы по меньшей мере в 1800 раз больше, чем масса электрона; в связи с этим его циклотронная орбита в 1800 раз больше. В результате этого электроны могут быть захвачены магнитным полем на линиях поля, в то время как ионы могут дрейфовать из него. При этом может происходить разделение заряда для получения напряжения между двумя электродами, что представляет собой основу плазмодинамического преобразования энергии в соответствии с настоящим изобретением.

12. Гидрино-гидридная батарея.

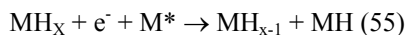
Была разработана батарея 400', показанная на фиг. 2, которая содержит катод 405' и катодное отделение 401', содержащее окислитель, анод 410' и отделение 402' анода, содержащее восстановитель, солевой мостик 420', замыкающий цепь между отделениями катода и анода, и электрическую нагрузку 425'. Соединения водорода с увеличенной энергией связи могут служить в качестве окислителей в половине реакции, происходящей на катоде батареи. Окислитель может представлять собой соединение водорода с увеличенной энергией связи. Катион  $M^{n+}$  (где  $n$  представляет собой целое число), связанный с гидрино-гидридным ионом так, что энергия связи катиона или атома  $M^{(n-1)+}$  меньше, чем энергия связи гидрино-

гидридного иона  $H\left(\frac{1}{p}\right)$ , может служить в качестве окислителя. В качестве альтернативы гидрино-гидридный ион может быть выбран для данного катиона таким, что такой гидрино-гидридный ион не будет окисляться катионом.

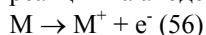
Таким образом, окислитель  $M^{n+} H\left(\frac{1}{p}\right)$  содержит катион  $M^{n+}$ , где  $n$  представляет собой целое число, и гидрино-гидридный ион  $H\left(\frac{1}{p}\right)$ , где  $p$  представляет собой целое число, большее 1, который выбран таким образом, что его энергия связи будет больше, чем  $M^{(n-1)+}$ . Путем выбора стабильного соединения катион-гидридного аниона гидрида получается окислитель батареи, в котором потенциал восстановления определяется энергиями связи катиона и аниона окислителя.

Ионы гидрида, имеющие чрезвычайно высокие значения энергии связи, могут стабилизировать катион  $M^{x+}$  в состоянии чрезвычайно высокой степени окисления, такой как +2 в случае лития. Таким образом, такие ионы гидрида могут использоваться как основа для высоковольтной батареи с конструкцией типа "кресла-качалки", в которой ион гидрида перемещается вперед и назад между половинами ячейки катода и анода в течение циклов заряда и разряда. В качестве альтернативы катион, такой как ион лития,  $Li^+$ , может перемещаться вперед и назад между половинами ячейки катода и анода во время циклов разряда и заряда. Примеры реакции для катиона  $M^{x+}$ , такого как  $Li^{2+}$ , могут быть представлены в следующем виде:

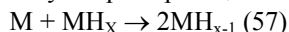
реакция на катоде:



реакция на аноде:



И суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



Подходящий твердый электролит для ионов лития содержит полифосфазены и керамический порошок.

В варианте выполнения батареи окислитель и/или восстановитель присутствуют в расплавленном состоянии благодаря действию тепла, образующегося на внутреннем сопротивлении батареи или подводящего с использованием внешнего нагревателя 450'. Ионы лития из расплавленных реагентов батареи замыкают цепь благодаря тому, что они мигрируют через солевой мостик 420'.

### III. Краткое описание чертежей

На фиг. 1 изображена схема энергетической системы, содержащей гидридный реактор в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2 схематично изображена батарея в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 3 схематично изображен гидридный реактор с плазменной электролитической ячейкой в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 4 схематично изображен гидридный реактор с газовой ячейкой в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 5 схематично изображен гидридный реактор с газоразрядной ячейкой в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 6 схематично изображен гидридный реактор радиочастотной газоразрядной ячейкой и барьерным электродом в соответствии с настоящим изобретением;

на фигуре 7 схематично изображен гидридный реактор с ячейкой на основе плазменного факела в соответствии с настоящим изобретением;

на фигуре 8 схематично изображен другой гидридный реактор с плазменным факелом в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 9 схематично изображен реактор с микроволновой газовой ячейкой или реактор с радиочастотной газовой ячейкой в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 10 схематично изображен магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 11 схематично изображен еще один магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 12 схематично изображены линии поля магнитного зеркала, сцентрированного в точке  $z = 0$  для положений  $z < 0$  в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 13 схематично изображен преобразователь энергии с "магнитной бутылкой", который может служить в качестве источника энергетических ионов для магнитогидродинамического преобразователя энергии и может дополнительно служить как средство преимущественного захвата электронов в варианте выполнения плазмодинамического преобразователя энергии в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 14 схематично изображен плазмодинамический преобразователь энергии в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 15 схематично изображено множество намагниченных электродов, которые служат в качестве катодов плазмодинамического преобразователя энергии по фиг. 14 в соответствии с настоящим изобретением; и

на фиг. 16 схематично изображен радиочастотный преобразователь энергии с радиочастотным группированием протонов в соответствии с настоящим изобретением.

### IV. Подробное описание изобретения

В следующих предпочтительных вариантах воплощения настоящего изобретения описаны различные диапазоны свойств, включая, но не ограничиваясь, значения напряжения, тока, давления, температуры и т.п., которые используются просто в качестве иллюстративных примеров. На основе подробного письменного описания специалист в данной области техники может легко использовать настоящее изобретение на практике в пределах других диапазонов свойств для получения требуемого результата без необходимости проведения дополнительных экспериментов.

#### 1. Энергетическая ячейка, гидридный реактор и преобразователь энергии.

Один из вариантов выполнения настоящего изобретения включает энергетическую систему, содержащую гидридный реактор, показанный на фиг. 1. Гидрино-гидридный реактор включает камеру 52, содержащую каталитическую смесь 54. Каталитическая смесь 54 содержит источник атомарного водорода 56, который поступает через канал 42 подачи водорода, и катализатор 58, который поступает через канал 41 подачи катализатора. Катализатор 58 имеет значение суммарной энтальпии реакции, приблизительно

равное  $\frac{m}{2}$  27,21 ± 0,5 эВ, где  $m$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число, меньшее 400. Катализ включает реакцию атомарного водорода, поступающего из источника 56, с катализатором 58 для формирования низкоэнергетических водородных "гидрино" и получения энергии. Гидридный реактор дополнительно содержит источник электронов, предназначенный для обеспечения контакта гидрино с электронами, для восстановления гидрино до гидрино-гидридных ионов.

Источник водорода может представлять собой газообразный водород, воду, обычный гидрид или растворы металл-водород. Вода может разлагаться для формирования атомов водорода с использованием, например, теплового разложения или электролиза. В соответствии с одним из вариантов выполнения настоящего изобретения молекулярный водород разлагают на атомарный водород с помощью катализатора диссоциации молекулярного водорода. Такие катализаторы диссоциации включают, например, благородные металлы, такие как палладий и платина, тугоплавкие металлы, такие как молибден и вольфрам, переходные металлы, такие как никель и титан, металлы с внутренним переходом, такие как, например, ниобий и цирконий, и другие подобные материалы, список которых приведен в предшествующих публикациях автора Mills.

В соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения, разложение молекул водорода на атомы водорода производят с помощью источника фотонов, такого как источник высокочастотных или ультрафиолетовых фотонов.

В вариантах выполнения, в которых используется гидрино-гидридный реактор, в соответствии с настоящим изобретением в качестве средства образования гидрино может использоваться одна или несколько из электрохимической, химической, фотохимической, тепловой реакции, реакции с участием свободного радикала, акустической или ядерной реакции (реакций), или реакция (реакции) с неупругим фотоном, или рассеивание частиц. В последних двух случаях гидридный реактор содержит источник 75b частиц и/или источник 75a фотонов, как показано на фиг. 1, для подачи их в реакцию, такую как реакция с неупругим рассеиванием. В одном из вариантов выполнения гидрино-гидридного реактора катализатор в расплавленном, жидком, газообразном или твердом состоянии включает катализаторы, указанные в табл. 1 и 3 и в табл. предшествующих публикаций автора Mills (например, табл. 4 публикации PCT/US 90/01998 и страницы 25-46, 80-108 публикации PCT/US 94/02219).

Когда катализ происходит в газовой фазе, давление катализатора должно поддерживаться на уровне меньше атмосферного давления, предпочтительно в диапазоне от приблизительно 10 мторр (1,33 Н/м<sup>2</sup>) до приблизительно 100 торр (13330 Н/м<sup>2</sup>), давление реагента в виде атомарного и/или молекулярного водорода также поддерживают на уровне меньшем, чем атмосферное давление, предпочтительно в диапазоне от приблизительно 10 мторр (1,33 Н/м<sup>2</sup>) до приблизительно 100 торр (13330 Н/м<sup>2</sup>). Однако если необходимо, можно использовать более высокие давления, даже превышающие атмосферное давление.

Гидрино-гидридный реактор содержит следующие компоненты: источник атомарного водорода; по меньшей мере один из твердого, расплавленного, жидкого или газообразного катализатора для получения гидрино и резервуар для содержания атомарного водорода и катализатора. Способы и устройство для получения гидрино, а также список эффективных катализаторов и источников атомарного водорода, описаны в предшествующих публикациях автора Mills. В них также описаны методологии идентификации гидрино. Полученные таким образом гидрино реагируют с электронами для формирования гидрино-гидридных ионов. Способы восстановления гидрино в гидрино-гидридные ионы включают, например, следующие: химическое восстановление с помощью реагента в гидридном реакторе на основе газовой ячейки; восстановление с помощью электронов плазмы или катода газоразрядной ячейки в гидридном реакторе на основе газоразрядной ячейки; восстановление электронами плазмы в гидридном реакторе с плазменным факелом.

Энергетическая система может дополнительно содержать источник электрического поля 76, который может использоваться для регулирования скорости катализа водорода. Это поле может дополнительно фокусировать ионы в ячейке. Оно может придавать дополнительную скорость дрейфа ионам в ячейке. Ячейка может содержать источник микроволновой энергии, который является известным в данной области техники, такой как лампа бегущей волны, клистроны, магнетроны, циклотронные резонансные мазеры, гиротроны и лазеры на свободных электронах. Настоящая энергетическая ячейка может содержать внутренний источник микроволнового излучения, в котором плазма, генерируемая в результате реакции катализа водорода, может быть намагничена для получения микроволнового излучения.

#### 1.1. Гидридный реактор с ячейкой на основе плазменного электролиза.

Плазменный электролитический энергетический гидридный реактор в соответствии с настоящим изобретением для получения соединения низко-энергетического водорода содержит электролитическую ячейку, построенную на основе реакционной камеры 52 по фиг. 1, включающей ячейку с расплавленным электролитом. Электролитическая ячейка 100, в общем, показана на фиг. 3. Электрический ток пропускают через раствор 102 электролита, содержащий катализатор, благодаря приложению напряжения к аноду 104 и катоду 106 через контроллер 108 мощности, получающий питание от источника 110 питания. На катод 106 и раствор 102 электролита также может быть направлена ультразвуковая или механическая энергия, создаваемая с помощью средства 112 вибратора. К раствору 102 электролита может подводить-

ся тепло с помощью нагревателя 114. Управление давлением в электролитической ячейке 100 можно осуществлять с помощью 116 регулятора давления в случаях, когда ячейка может быть закрыта. Реактор дополнительно содержит 101 отводящий низкоэнергетический (молекулярный) водород, например, избирательный вентиляционный клапан для предотвращения образования равновесного состояния реакции экзотермического сокращения.

В варианте выполнения в электролитическую ячейку дополнительно подают водород из источника 121 водорода, при этом управление избыточным давлением может осуществляться средством 122 и 116 управления давлением. Вариант выполнения энергетического реактора с электролитической ячейкой содержит структуру обратного топливного элемента, которая удаляет низкоэнергетический водород под действием вакуума. Реакционная камера может быть закрытой, за исключением соединения с холодильником 140 в верхней части резервуара 100. Ячейка может работать при кипении так, что пар, выделяющийся из кипящего электролита 102, может конденсироваться в холодильнике 140, и конденсированная вода может возвращаться в резервуар 100. Водород в низкоэнергетическом состоянии может отводиться через верхнюю часть холодильника 140. В одном варианте выполнения холодильник содержит реактор 145 водорода/кислорода, который входит в контакт с выделяющимися электролитическими газами. Водород и кислород рекомбинируют, и получаемая в результате вода может возвращаться в резервуар 100. Тепло, выделяющееся при катализе водорода, и тепло, выделяющееся в результате рекомбинации, получаемых электролитическим способом обычного водорода и кислорода, может отбираться с помощью теплообменника 60 по фиг. 1, который может быть подключен к холодильнику 140.

Атомы гидрино формируются на катоде 106 благодаря контакту катализатора электролита 102 с атомами водорода, получаемыми на катоде 106. Устройство гидридного реактора с электролитической ячейкой дополнительно содержит источник электронов, находящийся в контакте с гидрино, вырабатываемыми в ячейке для формирования гидрино-гидридных ионов. Гидрино восстанавливаются (то есть получают электрон) в электролитической ячейке до гидрино-гидридных ионов. Восстановление происходит при контакте гидрино с любым из следующих компонентов: 1) катод 106, 2) восстановитель, который включает резервуар 100 ячейки, или 3) любой из компонентов реактора, таких как компоненты, определяемые как анод 104 или электролит 102, или 4) компонент или другой элемент 160, поступающий из внешнего по отношению к ячейке источника (то есть потребляемый компонент, поступающий в ячейку из внешнего источника). Любой из этих компонентов может включать источник электронов, используемый для восстановления гидрино в гидрино-гидридные ионы.

Соединение может формироваться в электролитической ячейке между гидрино-гидридными ионами и катионами. Катионы могут содержать, например, окисленные виды материала катода или анода, катион добавляемого восстановителя или катион электролита (такой как катион, содержащий катализатор).

Электролитическая ячейка и гидридный реактор, формирующие плазму в соответствии с настоящим изобретением для катализа атомарного водорода для формирования разновидностей водорода с увеличенной энергией связи и соединений водорода с увеличенной энергией связи, содержат резервуар, катод, анод, электролит, высоковольтный источник питания электролиза и катализатор, обеспечивающий суммарную энтальпию реакции  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число.

Предпочтительно  $m$  представляет собой целое число, меньшее 400. В варианте выполнения напряжение выбирают в диапазоне от приблизительно 10 В до 50 кВ, и плотность тока может быть достаточно высокой, в диапазоне приблизительно от 1 до 100 А/см<sup>2</sup> или выше. В варианте выполнения  $K^+$  восстанавливается до атома калия, который используется в качестве катализатора. Катод ячейки может быть выполнен из вольфрама, например в виде вольфрамового стержня, и анод ячейки может быть изготовлен из платины. Катализаторы ячейки могут содержать по меньшей мере один из выбранных из группы Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, He<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mo<sup>2+</sup>, Mo<sup>4+</sup> и In<sup>3+</sup>. Катализатор ячейки может быть сформирован из источника катализатора. Источник катализатора, из которого формируется катализатор, может содержать по меньшей мере один из выбранных из группы Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, He<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mo<sup>2+</sup>, Mo<sup>4+</sup>, In<sup>3+</sup> и  $K^+/K^+$  применяемый по отдельности или входящий в состав соединения. Источник катализатора может содержать соединение, которое формирует  $K^+$ , который в ходе электролиза восстанавливается до атома калия, используемого в качестве катализатора. Сформированное соединение содержит:

(а) по меньшей мере одну нейтральную, положительную или отрицательную разновидность водорода с увеличенной энергией связи, имеющий энергию связи:

(i) большую, чем энергия связи соответствующих обычных разновидностей водорода, или

(ii) большую, чем энергия связи любых разновидностей водорода, для которых соответствующие обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются, поскольку энергия связи обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергия в условиях окружающей среды, или является отрицательной; и

(b) по меньшей мере один другой элемент.

Разновидности водорода с увеличенной энергией связи могут быть выбраны из группы, состоящей

из  $H_n$ ,  $H_n^-$  и  $H_n^+$ , где  $n$  представляет собой положительное целое число, при условии, что  $n$  больше 1, когда  $H$  имеет положительный заряд. Сформированное соединение может характеризоваться тем, что разновидности водорода с увеличенной энергией связи выбирают из группы, состоящей из (а) иона гидрида, имеющего энергию связи, большую, чем энергия связи обычного иона гидрида (приблизительно 0,8 эВ) для  $p =$  от 2 до 23, в которых энергия связи может быть представлена следующей формулой:

$$\text{Энергия связи} = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right),$$

где  $p$  - целое число, большее единицы,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  представляет собой число "пи",  $\hbar$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - борковский радиус и  $e$  - заряд электрона; (b) атома водорода, имеющего энергию связи большую, чем приблизительно 13,6 эВ; (c) молекулы водорода, имеющей энергию первой связи, большую чем приблизительно 15,5 эВ; и (d) иона молекулярного водорода, имеющего энергию связи большую, чем приблизительно 16,4 эВ. Соединение может характеризоваться тем, что разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой ион гидрида, имеющий энергию связи, приблизительно равную 3,0, 6,6, 11,2, 16,7, 22,8, 29,3, 36,1, 42,8, 49,4, 55,5, 61,0, 65,6, 69,2, 71,5, 72,4, 71,5, 68,8, 64,0, 56,8, 47,1, 34,6, 19,2 или 0,65 эВ. Соединение может характеризоваться тем, что разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой ион гидрида, имеющий энергию связи, определяемую следующей формулой:

$$\text{Энергия связи} = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right)$$

где  $p$  - целое число больше единицы,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  представляет собой число "пи",  $\hbar$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - борковский радиус и  $e$  - заряд электрона. Соединение может характеризоваться тем, что разновидности водорода с увеличенной энергией связи выбирают из группы, состоящей из

(а) атома водорода, имеющего энергию связи, приблизительно равную  $\frac{13,6 \text{ eV}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где  $p$  представляет собой целое число,

(b) иона гидрида с увеличенной энергией связи ( $H^-$ ), имеющего энергию связи приблизительно равную

$$\frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right)$$

где  $s = 1/2$ ,  $\pi$  представляет собой число "пи",  $\hbar$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - борковский радиус и  $e$  - заряд электрона;

(c) разновидности водорода с увеличенной энергией связи  $H_4^+$  ( $1/p$ );

(d) молекулярного иона тригидрино разновидностей водорода с увеличенной энергией связи,  $H_3^+$

( $1/p$ ), имеющего энергию связи, приблизительно равную  $\frac{22,6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ, где  $p$  представляет собой целое число;

(e) молекулы водорода с увеличенной энергией связи, имеющей энергию связи, приблизительно равную  $\frac{15,5}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ; и

(f) иона молекулы водорода с увеличенной энергией связи, имеющей энергию связи, приблизительно равную  $\frac{16,4}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$  эВ.

1.2. Гидридный реактор и преобразователь энергии на основе газовой ячейки.

В соответствии с вариантом выполнения настоящего изобретения, реактор для получения гидрино-гидридных ионов и энергии может быть выполнен в форме гидридного реактора на основе водородной

газовой ячейки. Гидридный реактор на основе газовой ячейки в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 4. Реагентный гидрино образуется в результате каталитической реакции с катализатором, таким как по меньшей мере один из приведенных в табл. 1 и 3 и/или в ходе реакции диспропорционирования. Катализ может происходить в газовой фазе.

Реактор по фиг. 4 содержит реакционный резервуар 207, имеющий камеру 200, позволяющую обеспечить условия вакуума или давления, превышающего атмосферное давление. От источника водорода 221, соединенного с камерой 200, по каналу 242 подачи водорода в камеру поступает водород. Контроллер 222 установлен так, что с его помощью можно управлять давлением и потоком водорода в резервуар через канал 242 подачи водорода. Датчик 223 давления отслеживает давление в резервуаре. Вакуумный насос 256 используется для откачки газов из камеры с использованием вакуумной линии 257. Устройство дополнительно содержит источник электронов, находящийся в контакте с гидрино, для формирования гидрино-гидридных ионов.

В варианте выполнения источник водорода 221, соединенный с камерой 200, от которого водород поступает в камеру по каналу 242 подачи водорода, представляет собой полый, проницаемый для водорода катод ячейки электролиза. В результате электролиза воды получают водород, который проникает через полый катод. Катод может быть изготовлен из переходного металла, такого как никель, железо или титан, или из благородного металла, такого как палладий или платина, или тантал, или палладий с покрытием из тантала, или палладий с покрытием из ниобия. Электролит может иметь основную реакцию, и анод может быть изготовлен из никеля. Электролит может представлять собой водный раствор  $K_2CO_3$ . Потоком водорода в ячейку можно управлять, управляя током электролиза с использованием контроллера мощности электролиза.

Катализатор 250, предназначенный для получения атомов гидрино, может быть установлен в резервуар 295 катализатора. Катализатор в газовой фазе может содержать катализаторы, приведенные в табл. 1 и 3, а также в предшествующих публикациях автора Mills. Реакционный резервуар 207 содержит канал 241 подачи катализатора, предназначенный для подачи газообразного катализатора из резервуара 295 катализатора в реакционную камеру 200. В качестве альтернативы катализатор может быть помещен в химически стойкий открытый контейнер, такой как плавающая ванна внутри реакционного резервуара.

Парциальное давление молекулярного и атомарного водорода в реакционном резервуаре 207, а также парциальное давление катализатора, предпочтительно поддерживают в диапазоне от приблизительно 10 мторр ( $1,33 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 100 торр ( $13330 \text{ Н/м}^2$ ). Наиболее предпочтительно парциальное давление водорода в реакционном резервуаре 207 поддерживают на уровне приблизительно 200 мторр ( $26,6 \text{ Н/м}^2$ ).

Молекулярный водород может диссоциировать в резервуаре на атомарный водород с использованием диссоциирующего материала. Диссоциирующий материал может содержать, например, благородный металл, такой как платина или палладий, переходный металл, такой как никель и титан, металл с внутренним переходом, такой как ниобий и цирконий, или тугоплавкий металл, такой как вольфрам или молибден. Температура диссоциирующего материала может поддерживаться на повышенном уровне благодаря теплу, высвобождаемому в результате реакций катализа водорода (получение гидрино) и восстановления гидрино, происходящих в реакторе. Температура диссоциирующего материала может поддерживаться на повышенном уровне при использовании средства 230 управления температурой, которое может быть выполнено в виде нагревательной спирали, как показано в разрезе на фиг. 4. Нагревательная спираль получает питание от источника 225 питания.

Молекулярный водород может диссоциировать на атомарный водород под воздействием электромагнитного излучения, такого как ультрафиолетовый свет, получаемого от источника 205 фотонов.

Молекулярный водород может диссоциировать на атомарный водород с использованием горячей нити или сетки 280, получающей питание от источника 285 питания.

Диссоциация водорода происходит таким образом, что атомы диссоциированного водорода входят в контакт с катализатором, который находится в расплавленной, жидкой, газообразной или твердой форме, с получением атомов гидрино. Давление паров катализатора поддерживают на требуемом уровне путем управления температурой резервуара 295 катализатора с помощью нагревателя 298 резервуара катализатора, получающего питание от источника 272 питания. Когда катализатор находится в ванне, плавающей внутри реактора, давление паров катализатора поддерживается на требуемом уровне, благодаря управлению температурой плавающей ванны с катализатором путем регулирования источника питания плавающей ванны.

Скоростью получения гидрино и выделения энергии в гидридном реакторе на основе газовой ячейки можно управлять, управляя количеством катализатора в газовой фазе и/или управляя концентрацией атомарного водорода. Скоростью получения гидрино-гидридных ионов можно управлять, управляя концентрацией гидрино, например управляя скоростью получения гидрино. Концентрацией газообразного катализатора в реакционной камере 200 можно управлять, управляя исходным количеством летучего катализатора, находящегося в камере 200. Концентрацией газообразного катализатора в камере 200 можно также управлять, управляя температурой катализатора, регулируя нагреватель 298 резервуара катализатора или регулируя нагреватель плавающей ванны с катализатором, когда катализатор содержится в

плавающей ванне с катализатором внутри реактора. Давление пара летучего катализатора 250 в камере 200 определяется температурой в резервуаре 295 катализатора или температурой в плавающей ванне с катализатором, поскольку каждая из них ниже, чем температура резервуара 207 реактора. Температура резервуара 207 реактора поддерживается на более высоком уровне рабочей температуры, чем температура в резервуаре 295 катализатора, благодаря теплу, высвобождаемому в ходе катализа водорода (получение гидрино) и восстановления гидрино. Температура в резервуаре реактора также может поддерживаться с помощью средства управления температурой, такого как нагревательная спираль 230, показанная в разрезе на фиг. 4. Нагревательная спираль 230 получает питание от источника 225 питания. Путем регулирования температуры реактора, кроме того, осуществляют управление скоростью реакции, такой как реакция диссоциации водорода и катализ.

В варианте выполнения катализатор содержит смесь первого катализатора, подаваемого из резервуара 295 катализатора, и источника второго катализатора, подаваемого от источника 221 газа, с регулировкой с помощью контроллера 222 потока. Водород также может поступать в ячейку от источника 221 газа, с регулировкой с помощью контроллера 222 потока. Контроллер 222 потока позволяет обеспечить требуемую смесь источника второго катализатора и водорода, или газы могут быть предварительно смешаны в требуемом соотношении. В варианте выполнения с помощью первого катализатора получают второй катализатор из источника второго катализатора. В варианте выполнения благодаря энергии, высвобождаемой в ходе катализа водорода с первым катализатором, в энергетической ячейке образуется плазма. Энергия ионизирует источник второго катализатора для получения второго катализатора. Первый катализатор может быть выбран из группы катализаторов, приведенной в табл. 3, такой как калий и стронций, источник второго катализатора может быть выбран из группы гелий и аргон, и второй катализатор может быть выбран из группы  $\text{He}^+$  и  $\text{Ag}^+$ , в которой ион катализатора получают из соответствующего атома под действием плазмы, образовавшейся в ходе катализа водорода с первым катализатором. Например, 1) энергетическая ячейка содержит стронций и аргон, в которой в результате катализа водорода стронцием образуется плазма, содержащая  $\text{Ag}^+$ , который используется в качестве второго катализатора (уравнения (12-14)), и 2) энергетическая ячейка содержит калий и гелий, в которой в результате катализа водорода калием образуется плазма, содержащая  $\text{He}^+$ , который служит в качестве второго катализатора (уравнения (9-11)). В варианте выполнения давление источника второго катализатора выбирают в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно одна атмосфера. Давление водорода выбирают в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно одна атмосфера. В предпочтительном варианте выполнения суммарное давление находится в диапазоне от приблизительно 0,5 торр ( $66,7 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 2 торр ( $266,6 \text{ Н/м}^2$ ). В варианте выполнения отношение давления источника второго катализатора к давлению водорода превышает единицу. В предпочтительном варианте выполнения водород составляет от приблизительно 0,1% до приблизительно 99%, и источник второго катализатора составляет остальной газ, присутствующий в ячейке. Более предпочтительно водород находится в диапазоне от приблизительно 1% до приблизительно 5%, и пропорция источника второго катализатора находится в диапазоне от приблизительно 95% до приблизительно 99%. Наиболее предпочтительно пропорция водорода составляет приблизительно 5%, и пропорция источника второго катализатора составляет приблизительно 95%. Приведенные значения давлений являются представительными примерами, и специалисты в данной области техники могут при использовании настоящего изобретения на практике использовать требуемое значение давления для получения требуемого результата.

Предпочтительная рабочая температура зависит, частично, от природы материала, из которого изготовлен реакционный резервуар 207. Температуру реакционного резервуара 207 из сплава нержавеющей стали предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 200-1200°C. Температуру реакционного резервуара 207 из молибдена предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 200-1800°C. Температуру реакционного резервуара 207 из вольфрама предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 200-3000°C. Температуру реакционного резервуара 207 из кварца или керамики предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 200-1800°C.

Концентрацией атомарного водорода в камере 200 резервуара можно управлять путем регулирования количества атомарного водорода, получаемого с использованием материала, диссоциирующего водород. Скоростью диссоциации молекулярного водорода можно управлять, управляя площадью поверхности, температурой и/или путем выбора диссоциирующего материала. Концентрацией атомарного водорода также можно управлять с помощью количества атомарного водорода, получаемого из источника 221 атомарного водорода. Концентрацией атомарного водорода дополнительно можно управлять с помощью количества молекулярного водорода, подаваемого от источника 221 водорода, управляемого контроллером 222 потока и датчиком 223 давления. Скорость реакции можно отслеживать с помощью спектроскопии ультрафиолетовой (UV) эмиссии без окна для определения интенсивности ультрафиолетового излучения, возникающего в ходе катализа, и выделения гидрино-гидридного иона и соединения.

Гидридный реактор на газовой ячейке дополнительно содержит источник 260 электронов, находящийся в контакте с образующимися гидрино для формирования гидрино-гидридных ионов. В гидридном реакторе на основе газовой ячейки по фиг. 4 гидрино восстанавливаются до гидрино-гидридных ионов благодаря контакту с восстановителем, составляющим реакционный резервуар 207. В качестве альтерна-

тивы гидрино восстанавливаются до гидрино-гидридных ионов благодаря контакту с любыми компонентами реактора, такими как источник 205 фотонов, катализатор 250, резервуар 295 катализатора, нагреватель 298 резервуара катализатора, сетка 280 из горячих нитей, датчик 223 давления, источник 221 водорода, контроллер 222 потока, вакуумный насос 256, вакуумная линия 257, канал 241 подачи катализатора или канал 242 подачи водорода. Гидрино также могут восстанавливаться при контакте с восстановителем, поступающим из внешнего по отношению к рабочему пространству ячейки источника (то есть, потребляемым восстановителем, подаваемым в ячейку из внешнего источника). В качестве такого восстановителя может использоваться источник 260 электронов. Ячейка может дополнительно содержать газопоглотитель или криогенную ловушку 255, предназначенную для избирательного сбора разновидностей низко-энергетического водорода и/или соединений водорода с увеличенной энергией связи.

В газовой ячейке могут быть сформированы соединения, содержащие гидрино-гидридный анион и катион. Катион, который формирует гидрино-гидридное соединение, может содержать катион материала ячейки, катион, содержащий материал диссоциации молекулярного водорода, с помощью которого получают атомарный водород, катион, содержащий добавленный восстановитель, или катион, присутствующий в ячейке (такой как катион катализатора).

В другом варианте выполнения гидридного реактора на газовой ячейке реакционный резервуар представляет собой камеру сгорания двигателя внутреннего сгорания, ракетного двигателя или газовой турбины. Гидрино формируются с помощью газообразного катализатора из атомов водорода, получаемых в результате пиролиза углеводорода в ходе сгорания углеводорода. Углеводородное или содержащее водород топливо содержит катализатор. В ходе сгорания катализатор испаряется (становится газообразным). В другом варианте выполнения катализатор представляет собой по меньшей мере один из катализаторов, приведенных в табл. 1 и 3, гидрино и термостабильную соль рубидия или калия, такую, как RbF, RbCl, RbBr, RbI, Rb<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, RbOH, Rb<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Rb<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Rb<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, и KF, KCl, KBr, KI, K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, KOH, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>GeF<sub>4</sub>. Дополнительный противозлемент или пара включает органические анионы, такие, как смачивающие или эмульгирующие агенты.

В другом варианте выполнения гидридного реактора на газовой ячейке источник атомарного водорода представляет собой взрывчатое вещество, которое детонирует, в результате чего образуется атомарный водород и испаряется источник катализатора так, что этот катализатор реагирует с атомарным водородом в газовой фазе для высвобождения энергии в дополнение к энергии, получаемой в результате реакции взрыва. Один такой катализатор представляет собой металлический калий. В одном из вариантов выполнения газовая ячейка разрывается с высвобождением энергии взрыва и дополнительной энергии, получаемой в результате катализа атомарного водорода. Один пример такой газовой ячейки представляет собой бомбу, содержащую источник атомарного водорода и источник катализатора, такой как газообразный гелий.

В другом варианте выполнения настоящего изобретения, в котором используется двигатель внутреннего сгорания, для получения атомов водорода углеводородное топливо или топливо, содержащее водород, дополнительно содержит воду и сольватированный источник катализатора, такой как эмульгированные катализаторы. В ходе пиролиза вода служит в качестве дополнительного источника атомов водорода, которые подвергаются катализу. Вода может разлагаться на атомы водорода в результате теплового воздействия или каталитического воздействия на поверхности, такой как цилиндр или головка поршня. Поверхность может содержать материал, предназначенный для разложения воды на водород и кислород. Материал, разлагающий воду, может содержать элемент, соединение, сплав или смесь переходных элементов или элементов с внутренним переходом, железо, платину, палладий, цирконий, ванадий, никель, титан, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, активированный уголь (углерод), или углерод с включениями Cs (графит).

В другом варианте выполнения настоящего изобретения, в котором двигатель используется для получения атомов водорода в ходе пиролиза, испарившийся катализатор поступает из резервуара 295 катализатора по каналу 241 подачи катализатора в камеру 200 резервуара. Камера соответствует цилиндру двигателя. Это происходит в течение каждого цикла двигателя. Количество катализатора 250, используемого на цикл двигателя, может быть определено по давлению пара катализатора и объему вытеснения газа резервуара 295 катализатора. Давлением пара катализатора можно управлять, управляя температурой резервуара 295 катализатора с помощью нагревателя 298 резервуара. Источник электронов, такой как реагент, восстанавливающий гидрино, в контакте с гидрино позволяет получать гидрино-гидридные ионы.

### 1.3. Гидридный реактор на основе газоразрядной ячейки.

Гидридный реактор на основе газоразрядной ячейки, в соответствии с настоящим изобретением, показан на фиг. 5. Гидридный реактор на основе газоразрядной ячейки по фиг. 5 содержит газоразрядную ячейку 307, содержащую вакуумный резервуар 313 с тлеющим разрядом, заполненный газообразным изотопом водорода и содержащий камеру 300. От источника 322 водорода водород поступает в камеру 300 через регулирующий клапан 325 по каналу 342 подачи водорода. Катализатор содержится в резервуаре 395 катализатора. От источника 330 напряжения и тока ток протекает между катодом 305 и

анодом 320. Направление тока можно переключать на обратное. В другом варианте выполнения плазма образуется с помощью высокочастотного источника, такого как высокочастотный генератор.

В одном из вариантов выполнения гидридного реактора на газоразрядной ячейке стенка резервуара 313 выполнена электропроводной и используется в качестве анода. В еще одном варианте выполнения катод 305 выполнен полым, таким как полый никелевый, алюминиевый, медный катод или катод из нержавеющей стали. В другом варианте выполнения материал катода может представлять собой источник катализатора, такой как железо или самарий.

На катод 305 может быть нанесено покрытие из катализатора для получения гидрино и энергии. Катализ для получения гидрино и энергии происходит на поверхности катода. Для образования атомов водорода, необходимых для получения гидрино и энергии, молекулярный водород диссоциирует на катоде. С этой целью катод сформирован из материала, диссоциирующего водород. В качестве альтернативы молекулярный водород диссоциирует с помощью разряда.

В соответствии с другим вариантом воплощения настоящего изобретения, используют катализатор для получения гидрино и энергии, находящийся в газообразной форме. Например, разряд может использоваться для испарения катализатора, для получения газообразного катализатора. В качестве альтернативы, газообразный катализатор получают с помощью тока разряда. Например, газообразный катализатор может быть получен путем разряда через металлический рубидий для получения  $Rb^+$ , или металлический титан для получения  $Ti^{2+}$ , или металлический калий или стронций для испарения металла. Атомы газообразного водорода для реакции с газообразным катализатором получают путем разряда через молекулярный газообразный водород так, что катализ происходит в газовой фазе.

В другом варианте выполнения гидридного реактора на основе газоразрядной ячейки, в которой катализ происходит в газовой фазе, используется управляемый газообразный катализатор. Атомы газообразного водорода для преобразования в гидрино получают с помощью разряда в молекулярном газообразном водороде. Газоразрядная ячейка 307 содержит канал 341 подачи катализатора, предназначенный для подачи газообразного катализатора 350 из резервуара 395 катализатора в реакционную камеру 300. Резервуар 395 катализатора нагревают с помощью нагревателя 392 резервуара катализатора с использованием источника 372 питания для подачи газообразного катализатора в реакционную камеру 300. Давление пара катализатора регулируют путем управления температурой в резервуаре 395 катализатора, регулируя нагреватель 392 с использованием его источника 372 питания. Реактор дополнительно содержит избирательный вентиляционный клапан 301.

В другом варианте выполнения гидридного реактора на основе газоразрядной ячейки, в которой катализ происходит в газовой фазе, использует управляемый газообразный катализатор. Атомы газообразного водорода получают с помощью разряда в молекулярном газообразном водороде. Химически стойкий (не реагирующий или не деградирующий во время работы реактора) открытый контейнер, такой как плавающая ванна из вольфрама или керамики, установленный внутри газоразрядной ячейки, содержит катализатор. Катализатор в плавающей ванне с катализатором нагревают с использованием нагревателя плавающей ванны, с применением средства подключения источника питания для получения газообразного катализатора в реакционной камере. В качестве альтернативы газоразрядная ячейка с тлеющим разрядом работает при повышенной температуре так, что катализатор в плавающей ванне сублимирует, кипит или испаряется в газовую фазу. Давление пара катализатора регулируют с помощью управления температурой плавающей ванны или газоразрядной ячейки путем регулирования нагревателя с использованием его источника питания.

Газоразрядная ячейка может работать при комнатной температуре при непрерывной подаче катализатора. В качестве альтернативы для исключения конденсации катализатора в ячейке ее температуру поддерживают выше температуры источника катализатора, резервуара 395 катализатора или плавающей ванны катализатора. Например, температуру ячейки из сплава нержавеющей стали поддерживают на уровне приблизительно 0-1200°C; температуру ячейки из молибдена поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C; температуру ячейки из вольфрама поддерживают на уровне приблизительно 0-3000°C; и температуру стеклянной, кварцевой или керамической ячейки поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C. Напряжение разряда может составлять в диапазоне от приблизительно 1000 до приблизительно 50000 В. Ток может быть установлен в диапазоне от приблизительно 1 мкА до приблизительно 1 А, предпочтительно приблизительно 1 мА.

Ток разряда может быть прерывистым или импульсным. Импульсное питание разряда может использоваться для снижения входной мощности, и также может быть установлен период времени, в течение которого поле устанавливается до требуемой напряженности с помощью напряжения смещения, которое может быть ниже напряжения разряда. Один из вариантов использования управляющего поля в течение периода без разряда состоит в оптимизации соответствия энергии между катализатором и атомарным водородом. В варианте выполнения напряжение смещения составляет в диапазоне от приблизительно 0,5 до приблизительно 500 В. В другом варианте выполнения напряжение смещения устанавливают так, что формируется поле с напряженностью от приблизительно 0,1 В/см до приблизительно 50 В/см. Предпочтительно, напряжение смещения устанавливают для получения поля в диапазоне от приблизительно 1 В/см до приблизительно 10 В/см. Пиковое напряжение может составлять в диапазоне от

приблизительно 1 В до 10 МВ. Более предпочтительно пиковое напряжение находится в диапазоне от приблизительно 10 В до 100 кВ. Наиболее предпочтительно напряжение находится в диапазоне от приблизительно 100 до 500 В. Частота импульсов и рабочий цикл также могут регулироваться. Вариант использования управляемой частоты импульсов и рабочего цикла состоит в оптимизации баланса мощности. В варианте выполнения это достигается путем оптимизации скорости реакции в зависимости от входной мощности. Количество катализатора и получаемого атомарного водорода, генерируемого при разряде, уменьшается в течение периода отсутствия разряда. Скоростью реакции можно управлять путем управления количеством получаемого при разряде катализатора, такого как  $\text{Ag}^+$ , и количества атомарного водорода, при этом их концентрация зависит от частоты импульсов, длительности рабочего цикла и скорости распада. В варианте выполнения частоту импульсов выбирают в диапазоне от приблизительно 0,1 Гц до приблизительно 100 МГц. В другом воплощении период следования импульсов меньше, чем время, требуемое для существенной рекомбинации атомарного водорода в молекулярный водород. На основе результатов изучения длительности аномального послесвечения плазмы [R. Mills, T. Onuma, and Y. Lu, "Formation of a Hydrogen Plasma from an Incandescently Heated Hydrogen-Catalyst Gas Mixture with an Anomalous Afterglow Duration", Int. J. Hydrogen Energy, in press; R. Mills, "Temporal Behavior of Light-Emission in the Visible Spectral Range from a Ti-K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-H-Cell", Int-1 Hydrogen Energy, Vol. 26, No. 4, (2001), pp. 327-332], предпочтительно частоту выбирают в пределах диапазона от приблизительно 1 до приблизительно 200 Гц. В варианте выполнения рабочий цикл составляет приблизительно от 0,1% до приблизительно 95%. Предпочтительно рабочий цикл составляет от приблизительно 1% до приблизительно 50%.

В другом варианте выполнения энергию можно подавать в виде переменного тока (АС). Частота такого тока может быть в диапазоне от приблизительно 0,001 Гц до 1 ГГц. Более предпочтительно частоту выбирают в диапазоне от приблизительно 60 Гц до 100 МГц. Наиболее предпочтительно частоту выбирают в диапазоне от приблизительно 10 до 100 МГц. Система может содержать два электрода, в которой один или несколько электродов находятся в прямом контакте с плазмой; в другом случае электроды могут быть отделены от плазмы с помощью диэлектрического барьера. Пиковое напряжение может быть установлено в диапазоне от приблизительно 1 В до 10 МВ. Более предпочтительно пиковое напряжение устанавливают в диапазоне от приблизительно 10 В до 100 кВ. Наиболее предпочтительно напряжение устанавливают в диапазоне от приблизительно 100 до 500 В.

Устройство с газоразрядной ячейкой содержит источник электронов, находящийся в контакте с гидрино, для получения гидрино-гидридных ионов. Гидрино восстанавливаются до гидрино-гидридных ионов при контакте с катодом 305, с электронами плазмы разряда или с резервуаром 313. Кроме того, гидрино могут восстанавливаться при контакте с любым из компонентов реактора, таким как анод 320, катализатор 350, нагреватель 392, резервуар 395 катализатора, избирательный вентиляционный клапан 301, клапан 325 управления, источник 322 водорода, канал 342 подачи водорода или канал 341 подачи катализатора. В соответствии с еще одним вариантом гидрино восстанавливаются с помощью восстановителя 360, подаваемого из внешнего источника для обеспечения работы ячейки (например, потребляемый восстановитель, добавляемый в ячейку из внешнего источника).

Соединения, содержащие гидрино-гидридный анион и катион, могут быть сформированы в газоразрядной ячейке. Катион, который формирует гидрино-гидридное соединение, может содержать окисленные виды материала, содержащего катод или анод, катион из добавленного восстановителя или катион, присутствующий в ячейке (такой как катион катализатора).

В варианте выполнения устройства газоразрядной ячейки гидрино гидрид калия или рубидия и энергию получают в газоразрядной ячейке 307. Резервуар 395 катализатора содержит катализатор на основе металлического калия или металлического рубидия, который ионизируется до катализатора  $\text{Rb}^+$ . Давлением пара катализатора в газоразрядной ячейке управляют с помощью нагревателя 392. Резервуар 395 катализатора нагревают с помощью нагревателя 392 для поддержания давления пара катализатора в непосредственной близости к катоду 305 предпочтительно в диапазоне от 10 мторр ( $1,33 \text{ Н/м}^2$ ) до 100 торр ( $13330 \text{ Н/м}^2$ ), более предпочтительно на уровне приблизительно 200 мторр ( $26,6 \text{ Н/м}^2$ ). В другом варианте выполнения катод 305 и анод 320 газоразрядной ячейки 307 покрыты калием или рубидием. Во время работы ячейки катализатор испаряется. Подачей водорода от источника 322 управляют с помощью регулирующего клапана 325 для подачи водорода и поддержания давления водорода в диапазоне от 10 мторр ( $1,33 \text{ Н/м}^2$ ) до 100 торр ( $13330 \text{ Н/м}^2$ ).

В варианте выполнения электрод для получения электрического поля представляет собой составной электрод, содержащий множество электродов, включенных последовательно или параллельно, которые могут занимать существенную часть объема реактора. В одном из вариантов выполнения электрод содержит множество полых катодов, включенных параллельно так, что требуемое электрическое поле получается в большом объеме для генерирования существенного уровня мощности. В одной из конструкций множество полых катодов содержит анод и множество концентрических полых катодов, каждый из которых электрически изолирован от общего анода. Другой составной электрод содержит множество параллельных пластинчатых электродов, соединенных последовательно.

Предпочтительный полый катод изготовлен из тугоплавких материалов, таких как молибден или

вольфрам. Предпочтительно полый катод представляет собой составной полый катод. Предпочтительно в качестве катализатора для разрядной ячейки с составным полым катодом используют неон, как описано в публикации R. L. Mills, P. Ray, J. Dong, M. Nansteel, B. Dhandapani, J. He, "Spectral Emission of Fractional-Principal-Quantum-Energy-Level Molecular Hydrogen", INT. J. HYDROGEN ENERGY, submitted, которая включена здесь полностью в качестве ссылки.

#### 1.4. Радиочастотная (РЧ) разрядная ячейка с барьерным электродом.

В варианте выполнения реактора с разрядной ячейкой по меньшей мере один из разрядных электродов экранирован диэлектрическим барьером из такого материала, как стекло, кварц, глинозем или керамика, для получения электрического поля с минимальной энергией рассеивания. Система 1000 разрядной ячейки с радиочастотным (РЧ) барьерным электродом в соответствии с настоящим изобретением, показана на фиг. 6. Радиочастотная энергия может подводиться с использованием емкостной связи. В варианте выполнения электроды 1004 могут быть внешними по отношению к ячейке 1001. Слой 1005 диэлектрика отделяет электроды от стенки 1006 ячейки. Высокое напряжение питания может быть переменным напряжением и может быть высокочастотным напряжением. Цепь питания содержит высоковольтный источник 1002 питания, который позволяет подавать напряжение на радиочастоте, и цепь 1003 согласования внутреннего сопротивления. Частоту предпочтительно выбирают в диапазоне от приблизительно 100 Гц до приблизительно 10 ГГц, более предпочтительно от приблизительно 1 кГц до приблизительно 1 МГц, наиболее предпочтительно в диапазоне приблизительно 5-10 кГц. Напряжение предпочтительно выбирают в диапазоне от приблизительно 100 В до приблизительно 1 МВ, более предпочтительно от приблизительно 1 кВ до приблизительно 100 кВ и наиболее предпочтительно от приблизительно 5 до приблизительно 10 кВ.

#### 1.5. Гидридный реактор на основе ячейки с плазменным факелом.

Гидридный реактор на основе ячейки с плазменным факелом в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 7. Плазменный факел 702 создает плазму 704 изотопа водорода, которая заключена в коллекторе 706 и находится в плазменной камере 760. Водород от источника 738 водорода и газ плазмы от источника 712 подачи газа плазмы вместе с катализатором 714 для получения гидрино и энергии поступает к факелу 702. Плазма может содержать, например, аргон. Катализатор может содержать по меньшей мере один из катализаторов, приведенных в табл. 1 и 3, или атом гидрино для получения реакции диспропорционирования. Катализатор содержится в резервуаре 716 катализатора. Резервуар оборудован механической мешалкой, такой как магнитная, перемешивающая планка 718, которая приводится в движение с помощью двигателя 720 магнитной перемешивающей планки. Катализатор подают к плазменному факелу 702 по каналу 728. Катализатор может быть сформирован с помощью высокочастотного разряда. Предпочтительные катализаторы представляют собой  $\text{He}^+$  или  $\text{Ar}^+$ , получаемые от источника, такого как газообразный гелий или газообразный аргон.

Водород подают к факелу 702 по каналу 726 водорода. В качестве альтернативы как водород, так и катализатор могут поступать по каналу 728. Газ плазмы подают в факел по каналу 726 газа плазмы. В качестве альтернативы как газ плазмы, так и катализатор могут поступать по каналу 728.

Водород поступает от источника 738 водорода в резервуар 716 катализатора по каналу 742. Поток водорода управляется с помощью водородного контроллера 744 потока водорода и клапана 746. Газ плазмы поступает от источника 712 газа плазмы по каналу 732. Поток газа плазмы управляется с помощью контроллера 734 потока газа плазмы и клапана 736. Смесь газа плазмы и водорода поступает к факелу по каналу 726 и в резервуар 716 катализатора по каналу 725. Смесь регулируют с помощью смесителя водорода-газа плазмы и регулятора 721 потока смеси. Смесь водорода и газа плазмы используется в качестве газа-носителя для частиц катализатора, которые диспергированы в потоке газа в виде мелких частиц с помощью механического перемешивания. Распыленный катализатор и газообразный водород в потоке смеси поступают к плазменному факелу 702 и преобразуются в атомарный газообразный водород и ионы испарившегося катализатора (такие как ионы  $\text{Rb}^+$ , получаемые из соли рубидия) в плазме 704. Плазма получает энергию от высокочастотного генератора 724, в котором высокочастотное излучение регулируют с помощью регулируемого высокочастотного объемного резонатора 722. Катализ может происходить в газовой фазе.

Количество газообразного катализатора в плазменном факеле можно регулировать путем управления скоростью, при которой распыляется катализатор с использованием механического распылителя. Количество газообразного катализатора также можно регулировать путем управления скоростью потока газа-носителя, где газ-носитель содержит смесь водорода и газа плазмы (например, водорода и аргона). Количество газообразного атомарного водорода, подаваемого к плазменному факелу, можно регулировать путем управления скоростью потока водорода и изменения отношения водорода к газу плазмы в смеси. Скоростью потока водорода и скоростью потока газа плазмы к смесителю водорода - газа плазмы, а также регулятором 721 потока смеси можно управлять с помощью контроллеров 734 и 744 скорости потока, и с помощью клапанов 736 и 746. Регулятор 721 смесителя управляет смесью водорода - газа плазмы, подаваемой к факелу и резервуару катализатора. Скорость катализа также можно регулировать путем управления температурой плазмы с использованием микроволнового генератора 724.

Атомы гидрино и гидрино-гидридные ионы образуются в плазме 704. Гидрино-гидридные соедине-

ния перекачивают с помощью криогенного насоса в коллектор 706 или они поступают в ловушку 708 гидрино-гидридного соединения по каналу 748. Ловушка 708 соединена с вакуумным насосом 710 с помощью вакуумной линии 750 и клапана 752. Поток в ловушку 708 образуется под действием градиента давления, управление которым осуществляется с помощью вакуумного насоса 710, вакуумной линии 750 и вакуумного клапана 752.

В другом варианте выполнения гидридного реактора на ячейке с плазменным факелом, показанном на фиг. 8, по меньшей мере один плазменный факел 802 или коллектор 806 содержит канал 856 подачи катализатора для подачи газообразного катализатора из резервуара 858 катализатора в плазму 804.

Катализатор 814 в резервуаре 858 катализатора нагревают с помощью нагревателя 866 резервуара катализатора, который содержит источник 868 питания, для подачи газообразного катализатора в плазму 804. Давление паров катализатора можно регулировать путем управления температурой в резервуаре 858 катализатора при регулировке нагревателя 866 с помощью его источника 868 питания. Остальные элементы по фигуре 8 имеют ту же структуру и выполняют ту же функцию, что и соответствующие элементы по фигуре 7. Другими словами, элемент 812 по фиг. 8 представляет собой источник газа плазмы, соответствующий источнику 712 газа плазмы по фиг. 7, элемент 838 по фиг. 8 представляет собой источник водорода, соответствующий источнику 738 водорода по фиг. 7 и т.д.

В другом варианте выполнения гидридного реактора с ячейкой на основе плазменного факела катализатор содержится в химически стойком открытом контейнере, таком как керамическая плавающая ванна, установленная внутри коллектора. Коллектор плазменного факела образует ячейку, которая может работать при повышенной температуре так, что катализатор в плавающей ванне сублимирует, кипит или испаряется в газовую фазу. В качестве альтернативы катализатор, находящийся в плавающей ванне для катализатора, может нагреваться с использованием нагревателя плавающей ванны, имеющего источник питания, для подачи газообразного катализатора в плазму. Давление паров катализатора можно регулировать путем управления температурой ячейки с помощью нагревателя ячейки или путем управления температурой плавающей ванны путем регулировки нагревателя плавающей ванны с помощью соответствующего источника питания.

Температуру плазмы в гидридном реакторе с ячейкой на основе плазменного факела предпочтительно поддерживают в диапазоне приблизительно 5000-30000°C. Ячейка может работать при комнатной температуре при непрерывной подаче катализатора. В качестве альтернативы для предотвращения конденсации катализатора в ячейке температуру ячейки поддерживают выше температуры источника катализатора, резервуара 858 катализатора или плавающей ванны с катализатором. Рабочая температура отчасти зависит от природы материала, из которого изготовлена ячейка. Температуру для ячейки из сплава нержавеющей стали предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-1200°C. Температуру для ячейки из молибдена, предпочтительно, поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C. Температуру для ячейки из вольфрама предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-3000°C. Температуру для ячейки из стекла, кварца или керамики предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C. Когда коллектор 706 соединен с атмосферой, в ячейке поддерживается атмосферное давление.

Пример газа плазмы для гидридного реактора с плазменным факелом представляет аргон, который может также использоваться в качестве источника катализатора. Примеры значений скорости потока аэрозоля составляют приблизительно 0,8 стандартных литров в минуту (сл/м) водорода и приблизительно 0,15 сл/м аргона. Пример значения скорости потока плазмы аргона составляет приблизительно 5 сл/м. Пример значения входной мощности составляет приблизительно 1000 Вт, и пример отраженной мощности составляет приблизительно 10-20 Вт.

В других вариантах выполнения гидридного реактора с плазменным факелом механический смеситель катализатора (магнитная смесительная планка 718 и двигатель 720 магнитной смесительной планки) заменен аспиратором, форсункой или распылителем для получения аэрозоля катализатора 714, растворенного или взвешенного в жидкой среде, такой как вода. Среда содержится в резервуаре 716 катализатора. Или, средство аспиратора, распылителя, ультразвукового рассеивания или форсунка впрыскивает катализатор непосредственно в плазму 704. Распыленный или рассеянный катализатор можно подавать в плазму 704 с использованием газа-носителя, такого как водород.

В варианте выполнения гидридный реактор с ячейкой на основе плазменного факела дополнительно содержит структуру, которая взаимодействует с микроволновым излучением так, что создаются локализованные области с высокой напряженностью электрического и/или магнитного поля. Магнитное поле с высокой напряженностью может создавать электрический пробой газов в камере 760 плазмы. Электрическое поле может формировать нетепловую плазму, которая повышает скорость катализа с помощью таких способов, как формирования катализатора из источника катализатора. В качестве источника катализатора может использоваться гелий, неон, смесь неона с водородом или аргон для получения  $\text{He}^+$ ,  $\text{He}_2^+$ ,  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$  или  $\text{Ar}^+$  соответственно. Ионизация и формирование нетепловой плазмы может происходить при низких температурах тепловой плазмы. Структура, с помощью которой получают высокие местные напряженности поля, может быть электропроводной, может представлять собой источник электропроводного материала, может иметь высокое значение диэлектрической проницаемости и/или может

иметь окончания, предпочтительно выполненные заостренными или небольшими по сравнению со средним свободным пробегом электронов плазмы. Их размеры могут составлять в диапазоне от приблизительно толщины атома до приблизительно 5 мм. Структура может представлять собой по меньшей мере одну из группы, металлический экран, плотная сетка из металлического волокна, металлическая вата, металлическая губка и металлическая пена. Структура для формирования заостренных источников повышенной напряженности поля для обеспечения ионизации газов, которая может формировать нетепловую плазму и повышать скорость катализа, может содержать небольшие частицы, вплавленные в несущую структуру. Структура может содержать по меньшей мере одну из группы, металлический экран, плотная сетка из металлического волокна, металлическая вата и металлическая пена. Другая структура может содержать материал, вытравленный для формирования шероховатой поверхности. Материал может представлять собой по меньшей мере один из группы, металлический экран, плотная сетка из металлического волокна, металлическая вата, металлическая губка и металлическая пена. Процесс травления может включать травление кислотой.

В другом варианте выполнения поле с высокой локальной напряженностью, в результате которой может происходить местная ионизация, может содержать электропроводные частицы, источник электропроводных частиц и/или частицы с высокой диэлектрической проницаемостью, которые подают в виде порошка в плазму 704. Частицы могут быть наночастицами или микрочастицами. Подаваемые частицы могут содержать по меньшей мере один элемент или оксид из группы: алюминий, переходные элементы и элементы с внутренним переходом, железо, платина, палладий, цирконий, ванадий, никель, титан, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, активированный уголь (углерод), и углерод с внедренным Cs (графит). Окись может представлять собой по меньшей мере одну из групп:  $MO$ ,  $W_xO_y$ , где  $x$  и  $y$  представляют собой целые числа, такая как  $WO_2$  и  $WO_3$ ,  $Ti_xO_y$ , где  $x$  и  $y$  представляют собой целые числа, такая как  $TiO_2$ ,  $Al_xO_y$ , где  $x$  и  $y$  представляют собой целые числа, такая как  $Al_2O_3$ . Источник электропроводных частиц может быть восстановлен водородом и может разлагаться в плазме 704 для получения, по меньшей мере, электропроводной поверхности. Диаметр частиц можно выбирать в диапазоне от приблизительно 1 нм до приблизительно 10 мм; более предпочтительно в диапазоне от приблизительно 0,01 микрон до приблизительно 1 мм и наиболее предпочтительно в диапазоне от приблизительно 1 мкм до приблизительно 1 мм. Скорость потока частиц на литр объема реактора предпочтительно выбирают в диапазоне от приблизительно 1 нг/мин до приблизительно 1 кг/мин; более предпочтительно от приблизительно 1 мкг/мин до приблизительно 1 г/мин и наиболее предпочтительно от приблизительно 50 мкг/мин до приблизительно 50 мг/мин. В случае, когда частицы имеют высокую диэлектрическую проницаемость, значение диэлектрической проницаемости может быть в диапазоне приблизительно 2-1000 раз выше диэлектрической проницаемости вакуума.

Частицы могут содержаться в резервуаре 716, который также может содержать катализатор или резервуар может представлять собой отдельный резервуар для частиц. Резервуар может быть оборудован механическим смесителем, таким как магнитная смесительная планка 718, привод которой осуществляется с помощью двигателя 720 магнитной смесительной планки. Частицы могут поступать в плазменный факел 702 по каналу 728. Водород может поступать от источника 738 водорода в резервуар 716 по каналу 742. Управление потоком водорода осуществляется с помощью контроллера 744 потока водорода и клапана 746. Газ плазмы поступает от источника 712 газа плазмы по каналу 732. Управление потоком газа плазмы осуществляется с помощью контроллера 734 потока газа плазмы и клапана 736. Смесь газа плазмы и водорода поступает в факел по каналу 726 и в резервуар 716 по каналу 725. Управление смесью осуществляют с помощью смесителя водорода - газа плазмы и с помощью регулятора 721 потока смеси. Смесь водорода и газа плазмы используется как газ-носитель для частиц, которые диспергированы в потоке газа в виде мелких частиц с помощью механического смесителя. Распыленные частицы поступают в плазменный факел 702 и подмешиваются к плазме для создания высоких местных значений напряженности полей вокруг частиц в плазме 704.

Управление количеством частиц в плазменном факеле может осуществляться путем управления скоростью, при которой они распыляются с использованием механического смесителя. Количество частиц также можно управлять путем управления скоростью потока газа-носителя, где газ-носитель включает смесь водорода и газа плазмы (например, смесь водорода и аргона). Частицы могут захватываться в ловушке 708 и могут повторно использоваться.

В других вариантах выполнения гидридного реактора с плазменным факелом механический смеситель катализатора (магнитная смесительная планка 718 и двигатель 720 магнитной смесительной планки) заменен на аспиратор, форсунку, ультразвуковое средство диспергирования или распылитель для формирования аэрозоля частиц, растворенных или взвешенных в жидкой среде, такой как вода. Среда содержится в резервуаре 716. Или, аспиратор, форсунка или распылитель впрыскивают частицы непосредственно в плазму 704. Распыленные или взвешенные частицы могут поступать в плазму 704 с помощью газа-носителя, такого как водород.

В другом варианте выполнения микрокапли растворяют в плазме 704 с использованием электростатического распылителя, такого как описан в публикации автора Kelly [Arnold Kelly, "Pulsing Electrostatic

Atomizer", U.S. Patent No. 6,227,465 B1, May 8, 2001], а также в ссылках, которые приведены здесь полностью в качестве ссылки. Распыляемая жидкость может повторно использоваться. Жидкость может быть электропроводной. Жидкость может представлять собой металл, такой как щелочной металл и или щелочно-земельный металл.

Нетепловая плазма также может быть сформирована из тепловой плазмы путем подачи металла, который может испаряться и с помощью которого может осуществляться орошение камеры 760 плазмы. Летучий металл также может представлять собой катализатор, такой как металлический калий, металлический цезий и/или металлический стронций, или может представлять собой источник катализатора, такой как металлический рубидий. Металл может содержаться в резервуаре 658 катализатора и может нагреваться с помощью нагревателя 666 для его испарения, как описано выше для случая катализатора 614. Из паров металла могут формироваться микрокапли при их конденсации в газовой фазе, соответствующие туману металлического пара. Капельки могут формироваться при испарении металла, когда температура ячейки ниже, чем температура кипения металла, при этом металл может испаряться в плазме или в результате нагрева плавающей ванны с катализатором или резервуара 858.

Кроме взвеси частиц в потоке, взвесь частиц может быть получена с помощью вращения ячейки для их механического диспергирования. В другом варианте выполнения примешиваемые частицы могут быть ферромагнитными. Ячейка с плазменным факелом может дополнительно содержать средство диспергирования частиц в плазму 704 с использованием изменяемого по времени источника магнитного поля.

Гидридный реактор с плазменным факелом дополнительно содержит источник электронов, находящийся в контакте с гидрино, предназначенный для образования гидрино-гидридных ионов. В ячейке с плазменным факелом гидрино могут быть восстановлены до гидрино-гидридных ионов при контакте с 1) коллектором 706, 2) электронами плазмы или 4) любыми из компонентов реактора, такими как плазменный факел 702, канал 856 подачи катализатора или резервуар 858 катализатора, или 5) восстановителем, поступающим из внешнего по отношению к работе ячейки источника (например, потребляемым восстановителем, подаваемым в ячейку из внешнего источника).

Соединения, содержащие гидрино-гидридный анион и катион, могут быть сформированы в газовой ячейке. Катион, который формирует гидрино-гидридное соединение, может содержать катион из окисленных видов материала, формирующего факел или коллектор, катион из добавленного восстановителя, или катион, присутствующий в плазме (такой как катион катализатора).

## 2. Гидридный и энергетический реактор на основе микроволновой газовой ячейки.

В соответствии с вариантом выполнения настоящего изобретения реактор для получения энергии и по меньшей мере одного из гидрино, гидрино-гидридных ионов, молекулярных ионов дигидрино и молекул дигидрино может иметь форму гидридного реактора с микроволновой водородной газовой ячейкой. Гидридный реактор с микроволновой газовой ячейкой в соответствии с настоящим изобретением показан на фиг. 9. Гидрино образуются в результате реакции с катализатором, который позволяет обеспечить суммарную энтальпию реакции  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число меньше 400, таким как приведены в табл. 1 и 3 и/или в ходе реакции диспропорционирования, при которой низкоэнергетический водород, гидрино используются для перехода атомов водорода и гидрино на низкоэнергетические уровни с выделением энергии. Катализ может происходить в газовой фазе. Катализатор может образовываться с помощью высокочастотного разряда. Предпочтительные катализаторы представляют собой  $\text{He}^+$  или  $\text{Ag}^+$ , получаемые из такого источника, как газообразный гелий или газообразный аргон. Реакция катализа может обеспечить энергию для формирования и поддержания плазмы, которая содержит энергетические ионы. Микроволновое излучение, которое может быть или может не быть сгруппированным по фазе, может генерироваться ионизированными электронами в магнитном поле; таким образом, намагниченная плазма ячейки содержит микроволновой генератор. Генерируемые волны микроволнового излучения при этом могут использоваться в качестве источника микроволнового излучения, по меньшей мере, для частичного поддержания плазмы микроволнового разряда.

Система реактора по фиг. 9 содержит реакционный резервуар 601, имеющий камеру 660, в которой могут поддерживаться условия вакуума или давления выше атмосферного давления. От источника водорода 638 водород поступает в трубку 642 подачи и водород проходит в камеру по каналу 626 подачи водорода. Управление потоком водорода может осуществляться с помощью контроллера 644 потока водорода и клапана 646. В варианте выполнения источник водорода, соединенный с камерой 660, из которой водород поступает в камеру через канал 626 подачи водорода, представляет собой полый проницаемый для водорода катод ячейки электролиза системы реактора. В результате электролиза воды образуется водород, который проникает через полый катод. Катод может быть изготовлен из переходного металла, такого, как никель, железо или титан, или из благородного металла, такого как палладий или платина, или тантал, или тантал с покрытием из палладия, или из ниобия с покрытием из палладия. Электролит может иметь основную реакцию, и анод может быть изготовлен из никеля, платины или может представлять собой анод со стабильными размерами. Электролит может представлять собой водный раствор  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

Управление потоком водорода в ячейку может осуществляться с помощью управления током электролиза с использованием контроллера мощности электролиза.

Газ плазмы поступает от источника 612 газа плазмы по каналу 632. Управление потоком газа плазмы может осуществляться с помощью контроллера 634 потока газа плазмы и клапана 636. Смесь газа плазмы и водорода может поступать в ячейку по каналу 626. Управление смесью осуществляется с помощью смесителя водорода-газа плазмы и регулятора 621 потока смеси. Газ плазмы, такой как гелий, может представлять собой источник катализатора, такого как  $\text{He}^+$  или  $\text{He}_2^+$ , аргон может представлять собой источник катализатора, такой как  $\text{Ar}^+$ , неон может использоваться в качестве источника катализатора, такого как  $\text{Ne}_2^+$ , и смесь неон-водород может использоваться в качестве источника катализатора, такого как  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$ . Источник катализатора и водород смеси поступают в плазму и становятся катализатором и атомарным водородом в камере 660.

Плазма может получать энергию от микроволнового генератора 624, в котором настройка микроволнового излучения производится с помощью настраиваемого микроволнового объемного резонатора 622, при этом микроволновое излучение подают по волноводу 619 и его можно передавать в камеру 660 через прозрачное для радиоволн окно 613 или с помощью антенны 615. Источники микроволнового излучения, известные в данной области техники, представляют собой лампу бегущей волны, клистроны, магнетроны, лазеры циклотронного резонанса, гиротроны и лазеры на свободных электронах. Волновод или антенна могут быть установлены внутри или снаружи ячейки. В последнем случае высокочастотное излучение может поступать в ячейку от источника через окно 613 ячейки. Окно для высокочастотного излучения может быть выполнено из глинозема или кварца.

В другом варианте выполнения ячейка 601 представляет собой микроволновой объемный резонатор. В одном из вариантов выполнения источник микроволнового излучения обеспечивает существенную плотность мощности микроволнового излучения в ячейке для ионизации источника катализатора, такого как по меньшей мере один из газообразного гелия, смеси газов неона-водорода и газообразного аргона для формирования катализатора, такого как  $\text{He}^+$ ,  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$  и  $\text{Ar}^+$  соответственно. В таком варианте выполнения высокочастотный источник энергии или аппликатор, такой как антенна, волновод или объемный резонатор, формирует нетепловую плазму, в которой виды, соответствующие источнику катализатора, такого как атомы гелия или аргона и ионы, имеют более высокую температуру, чем температура теплового равновесия. Таким образом, состояния высокой энергии, такие как ионизированные состояния источника катализатора, являются преобладающими над состояниями водорода, в отличие от соответствующей тепловой плазмы, в которой возбужденные состояния водорода являются преобладающими. В варианте выполнения источник катализатора является возбужденным по сравнению с источником атомов водорода так, что обеспечиваются преимущественные условия для формирования нетепловой плазмы. Мощность, подаваемая от источника высокочастотной энергии, может поступать в ячейку таким образом, что она будет рассеиваться для формирования энергетических электронов в пределах приблизительно пути свободного пролета электрона. В варианте выполнения суммарное давление составляет приблизительно от 0,5 до приблизительно 5 торр (от 66,7 до 667 Н/м<sup>2</sup>), и средний путь свободного пролета электрона составляет приблизительно от 0,1 до 1 см. В варианте выполнения размеры ячейки больше, чем средний путь свободного пролета электрона. В варианте выполнения резонатор представляет собой по меньшей мере один из группы объемных резонаторов Эвенсона, Бинаккера, Маккэррола (Evenson, Beenakker, McCarrol) и цилиндрического объемного резонатора. В варианте выполнения объемный резонатор обеспечивает высокое значение напряженности электромагнитного поля, которое может формировать нетепловую плазму. Высокие значения напряженности электромагнитного поля могут быть получены благодаря режиму  $\text{TM}_{010}$  резонатора, такого как резонатор Бинаккера. Множество источников высокочастотной энергии могут использоваться одновременно. Например, высокочастотная плазма, такая, как нетепловая плазма, может поддерживаться с помощью множества объемных резонаторов Эвенсона, работающих параллельно, для формирования плазмы в высокочастотной ячейке 601. Ячейка может быть цилиндрической и может содержать кварцевую ячейку с резонаторами Эвенсона, расположенными на некотором расстоянии друг от друга вдоль продольной оси. В другом варианте выполнения щелевая антенна с множеством щелей, такая как плоская антенна, используется в качестве эквивалента множества источников микроволнового излучения, таких как источники - эквиваленты антенных диполей. Один из таких вариантов выполнения описан в публикации авторов Y. Yasaka, D. Nozaki, M. Ando, T. Yainamoto, N. Goto, N. Ishii, T. Morimoto, "Production of large-diameter plasma using multi-slotted planar antenna," Plasma Sources Sci. Technol., Vol. 8, (1999), pp. 530-533, которая приведена здесь полностью в качестве ссылки.

Ячейка может дополнительно содержать магнит, такой как соленоидный магнит 607, для получения осевого магнитного поля. Заряженные частицы, такие как электроны, сформировавшиеся в результате реакции катализа водорода, генерируют высокочастотное излучение, которое, по меньшей мере, частично используется для поддержания плазмы микроволнового разряда. Частота микроволнового излучения может быть подобрана для обеспечения эффективного формирования атомарного водорода из молекулярного водорода. Такое излучение также позволяет эффективно формировать ионы, используемые в качестве катализаторов, из источника катализатора, такие как катализаторы  $\text{He}^+$ ,  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$ , или  $\text{Ar}^+$  из газо-

образных гелия, смеси неона-водорода и аргона, соответственно. Частота микроволнового излучения находится предпочтительно в диапазоне от приблизительно 1 МГц до приблизительно 100 ГГц, более предпочтительно в диапазоне от приблизительно 50 МГц до приблизительно 10 ГГц, наиболее предпочтительно в диапазоне от приблизительно 75 МГц  $\pm$  50 МГц или приблизительно 2,4 ГГц  $\pm$  1 ГГц.

Диссоциатор водорода может быть расположен на стенке реактора для повышения концентрации атомарного водорода в ячейке. Реактор может дополнительно содержать магнитное поле, при этом магнитное поле может использоваться для формирования магнитной ловушки, для повышения энергии ионов и электронов, преобразуемой в электроэнергию с помощью такого средства, как магнитогидродинамический или плазмодинамический преобразователь энергии.

Вакуумный насос 610 может использоваться для откачки газа из камеры 660 по вакуумным линиям 648 и 650. Ячейка может работать в условиях потока при непрерывной подаче водорода и катализатора из источника 612 катализатора и источника 638 водорода. Количество газообразного катализатора можно регулировать путем управления скоростью потока газа плазмы, где газ плазмы содержит водород и источник катализатора (например, водород и аргон или гелий). Количество атомов газообразного водорода, подаваемого в плазму, можно регулировать путем управления скоростью потока и отношением водорода к газу плазмы в смеси. Скоростью потока водорода и скоростью потока газа плазмы в смеситель водорода - газа плазмы и регулятором 621 потока смеси управляют с помощью контроллеров 634 и 644 скорости потока и с помощью клапанов 636 и 646. Регулятор 621 смесителя осуществляет управление смешиванием водорода - газа плазмы и подачей смеси в камеру 660. Управление скоростью катализа также осуществляется путем управления температурой плазмы с использованием микроволнового генератора 624.

Катализ может происходить в газовой фазе. Атомы гидрино и гидрино-гидридные ионы образуются в плазме 604. Гидрино-гидридные соединения могут быть перекачаны с помощью криогенного насоса на стенку 606 или они могут поступать в ловушку 608 гидрино-гидридного соединения по каналу 648. В качестве альтернативы молекулы дигидрино могут собираться в ловушке 608. Ловушка 608 соединена с вакуумным насосом 610 по вакуумной линии 650 и через клапан 652. Поток в ловушку 608 может поддерживаться благодаря градиенту давления, управляемого с помощью вакуумного насоса 610, вакуумной линии 650 и вакуумного клапана 652.

В другом варианте выполнения реактора на основе микроволновой ячейки, который показан на фиг. 9, к стенке 606 выведен канал 656 подачи катализатора, предназначенный для подачи газообразного катализатора из резервуара 658 катализатора в плазму 604. Катализатор в резервуаре 658 катализатора может быть нагрет с помощью нагревателя 666 резервуара катализатора с источником 668 питания для получения газообразного катализатора, поступающего в плазму 604. Управление давлением пара катализатора может осуществляться путем управления температурой резервуара 658 катализатора при регулировке нагревателя 666 с помощью его источника 668 питания. Катализатор в газовой фазе может содержать катализаторы, приведенные в табл. 1 и 3, гидрино, а также катализаторы, описанные в предшествующих публикациях автора Mills.

В другом варианте выполнения реактора на основе микроволновой ячейки катализатор содержится в химически стойком открытом контейнере, таком как керамическая плавающая ванна, установленная внутри камеры 660. Реактор дополнительно содержит нагреватель, который может поддерживать повышенную температуру. Ячейка может работать при повышенной температуре так, что катализатор в плавающей ванне сублимирует, кипит или улетучивается в газовую фазу. В качестве альтернативы катализатор в плавающей ванне с катализатором можно нагревать с использованием нагревателя плавающей ванны, который имеет источник питания, для подачи газообразного катализатора в плазму. Управление давлением пара катализатора может осуществляться путем управления температурой ячейки с помощью нагревателя ячейки или путем управления температурой плавающей ванны с помощью регулирования нагревателя плавающей ванны с использованием соответствующего источника питания.

В варианте выполнения гидридный реактор на основе микроволновой ячейки дополнительно содержит структуру, взаимодействующую с микроволновым излучением, для формирования местных областей с высокими значениями напряженности электрического и/или магнитного поля. Высокое значение напряженности магнитного поля может привести к электрическому пробоем газов в плазменной камере 660. Электрическое поле может формировать нетепловую плазму, которая повышает скорость катализа с помощью таких способов, как формирование катализатора из источника катализатора. В качестве источника катализатора может использоваться аргон, смесь неона-водорода, гелий для формирования  $\text{He}^+$ ,  $\text{Ne}^+/\text{H}^+$  или  $\text{Ag}^+$  соответственно. Эти структуры и способы эквивалентны описанным в секции "Гидридный реактор на основе ячейки с плазменным факелом".

Температуру нетепловой плазмы, соответствующую температуре энергетического иона и/или электрона, в отличие от температуры теплового нейтрального газа с относительно низким уровнем энергии в реакторе с высокочастотной ячейкой, предпочтительно, поддерживают в диапазоне приблизительно 5000-5000000°C. Ячейка может работать без нагрева или изоляции. В качестве альтернативы в случае, когда катализатор имеет низкую степень летучести, температуру ячейки поддерживают выше температуры источника катализатора, резервуара 658 катализатора или плавающей ванны с катализатором для

предотвращения конденсации катализатора в ячейке. Рабочая температура частично зависит от природы материала, из которого изготовлена ячейка. Температуру для ячейки из сплава нержавеющей стали предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-1200°C. Температуру для ячейки из молибдена предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C. Температуру для ячейки из вольфрама предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-3000°C. Температуру для ячейки из стекла, кварца или керамики предпочтительно поддерживают на уровне приблизительно 0-1800°C.

Значения парциальных давлений молекулярного и атомарного водорода в камере 660, а также парциального давления катализатора предпочтительно поддерживают в диапазоне приблизительно от 1 мторр (0,133 Н/м<sup>2</sup>) до приблизительно 100 атм. Предпочтительно давление выбирают в диапазоне от приблизительно 100 мторр (13,3 Н/м<sup>2</sup>) до приблизительно 1 атм, более предпочтительно давление выбирают в диапазоне от приблизительно 100 мторр (13,3 Н/м<sup>2</sup>) до приблизительно 20 торр (2667 Н/м<sup>2</sup>).

Примером газа плазмы для реактора на высокочастотной ячейке является аргон. Примеры значений скорости потока составляют приблизительно 0,1 стандартных литров в минуту (сл/м) водорода и приблизительно 1 сл/м аргона. Пример значения входной мощности микроволнового излучения составляет приблизительно 1000 Вт. Скорость потока газа плазмы или смеси водорода - газа плазмы выбирают на таком уровне, чтобы скорость потока по меньшей мере одного из газов, выбранного из группы водород, аргон, гелий, смесь аргон-водород, смесь гелий-водород составляла предпочтительно приблизительно 0-1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема резервуара, и более предпочтительно приблизительно 0,001-10 стандартных кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема резервуара. В случае смеси аргон-водород или гелий-водород предпочтительно доля гелия или аргона находится в диапазоне от приблизительно 99 до приблизительно 1%, более предпочтительно от приблизительно 99 до приблизительно 95%. Плотности мощности источника энергии плазмы выбирают предпочтительно в диапазоне от приблизительно 0,01 Вт до приблизительно 100 Вт на кубический сантиметр объема резервуара.

В других вариантах выполнения высокочастотного реактора катализатор может перемешиваться и подаваться с протекающим потоком газа, такого как газообразный водород или газ плазмы, который может представлять собой дополнительный источник катализатора, такой как газообразный гелий или аргон. Источник катализатора также может подмешиваться с помощью аспиратора, форсунки или распылителя для формирования аэрозоля источника катализатора. Катализатор, из которого может быть образован аэрозоль, может быть растворен или взвешен в жидкой среде, такой как вода. Носитель может содержаться в резервуаре 614 катализатора. В качестве альтернативы аспиратор, форсунка или распылитель могут впрыскивать источник катализатора или катализатор непосредственно в плазму 604. В другом варианте выполнения распыленный или измельченный катализатор может поступать в плазму 604 с использованием газа-носителя, такого как водород, гелий, неон или аргон, где гелий, неон-водород или аргон могут быть ионизированы до He<sup>+</sup>, Ne<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> или Ar<sup>+</sup> соответственно и могут использоваться в качестве катализаторов водорода.

Микроволновая ячейка может быть состыкована с любым из преобразователей плазмы или тепловой энергии в механическую или электрическую энергию, описанных здесь, таких как магнетогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом, плазмодинамический преобразователь энергии или тепловой двигатель, такой как система паровой или газовой турбины, двигатель стерлинга или термоэлектронный преобразователь или термоэлектрический преобразователь. Кроме того, она может быть состыкована с гиротроном, микроволновым преобразователем энергии с группированием фотонов, преобразователем энергии с дрейфом заряда или фотоэлектрическим преобразователем, как описано в предшествующих публикациях автора Mills.

Микроволновой реактор дополнительно включает источник электронов, находящийся в контакте с гидрино, для формирования гидрино-гидридных ионов. В ячейке гидрино восстанавливаются до гидрино-гидридных ионов при контактировании с 1) стенкой 606, 2) электронами плазмы или 4) любым из компонентов реактора, таким как канал 656 подачи катализатора или резервуар 658 катализатора, или 5) восстановителем, поступающим из внешнего по отношению к работе ячейки источника (например, потребляемым восстановителем, поступающим в ячейку из внешнего источника). В варианте выполнения реактор на основе микроволновой ячейки дополнительно содержит избирательный клапан 618 для удаления продуктов низкоэнергетического водорода, таких как молекулы дигидрино.

Соединения, содержащие гидрино-гидридный анион и катион, могут быть образованы в газовой ячейке. Катион, который образует гидрино-гидридное соединение, может содержать катион из окисленных видов материала, формирующего ячейку, катион из добавленного восстановителя или катион, присутствующий в плазме (такой как катион из катализатора).

3. Гидридный и энергетический реактор на основе газовой ячейки с радиочастотной плазмой с емкостной и индуктивной связью.

В соответствии с вариантом воплощения настоящего изобретения реактор для получения энергии и по меньшей мере одного из гидрино, гидрино-гидридных ионов, ионов молекулы дигидрино и молекулы дигидрино могут быть выполнен в форме гидридного реактора с радиочастотной плазменной ячейкой с емкостной или индуктивной связью. Гидридный реактор с радиочастотной плазменной ячейкой в соот-

ветствии с настоящим изобретением также показан на фиг. 9. При этом могут использоваться те же структуры ячейки, систем, катализаторов и способы, что были описаны для реактора на основе микроволновой плазменной ячейки, за исключением того, что источник микроволнового излучения может быть заменен на радиочастотный источник 624 со схемой 622 согласования внутреннего сопротивления, от которой может быть запитан по меньшей мере один электрод и/или катушка. Радиочастотная плазменная ячейка может дополнительно содержать два электрода 669 и 670. Центральный проводник 615 коаксиального кабеля 619 может быть соединен с электродом 669. В качестве альтернативы центральный проводник 615 коаксиального кабеля может быть соединен с внешним источником катушки, которая намотана вокруг ячейки 601, конечный вывод которой может не быть соединен с землей или может быть заземлен. Электрод 670 может быть соединен с землей в случае вариантов выполнения в виде параллельной пластины или внешней катушки. Ячейка с параллельным электродом может быть изготовлена в соответствии с промышленным стандартом Gaseous Electronics Conference (GEC) Reference Cell или в виде его модификации, как понятно для специалистов в данной области техники и как описано в публикациях G. A. Hebner, K. E. Greenberg, "Optical diagnostics in the Gaseous electronics Conference Reference Cell, J. Res. Natl. hist. Stand. Technol., Vol. 100, (1995), pp. 373-383; V. S. Gathen, J. Ropcke, T. Cans, M. Kaning, C. Lukas, H. F. Dobe, "Diagnostic studies of species concentrations in a capacitively coupled RF plasma containing  $\text{CH}_4$  -  $\text{H}_2$  -  $\text{Ar}$ ," Plasma Sources Sci. Technol., Vol. 10, (2001), pp. 530-539; P. J. Hargis, et al., Rev. Sci. Instrum., Vol. 65, (1994), p. 140; Ph. Belenguer, L. C Pitchford, J. C Hubinois, "Electrical characteristics of a RF-GD-OES cell," J. Anal. At. Spectrom., Vol. 16, (2001), pp. 1-3, которые включены здесь полностью в качестве ссылки. Ячейка, которая содержит катушку внешнего источника, такую как внешний источник с частотой 13,56 МГц катушки высокочастотной плазмы, описана в публикациях D. Barton, J. W. Bradley, D. A. Steele, and R. D. Short, "investigating radio frequency plasmas used for the modification of polymer surfaces," J. Phys. Chem. B, Vol. 103, (1999), pp. 4423-4430; D. T. Clark, A. J. Dilks, J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed., Vol. 15, (1977), p. 2321; B. D. Beake, J. S. G. Ling, G. J. Leggett, J. Mater. Chem., Vol. 8, (1998), p. 1735; R. M. France, R. D. Short, Faraday Trans. Vol. 93, No. 3, (1997), p. 3173, and R. M. France, R. D. Short, Langmuir, Vol. 14, No. 17, (1998), p. 4827, которые полностью включены здесь в качестве ссылки. По меньшей мере одна стенка ячейки 601, вокруг которой намотана внешняя катушка, по меньшей мере, выполнена частично прозрачной для радиочастотного возбуждения. Радиочастота предпочтительно находится в диапазоне от приблизительно 100 Гц до приблизительно 100 ГГц, более предпочтительно в диапазоне от приблизительно 1 кГц до приблизительно 100 МГц, наиболее предпочтительно в диапазоне приблизительно 13,56 МГц  $\pm$  50 МГц или в диапазоне приблизительно 2,4 ГГц  $\pm$  1 ГГц.

В другом варианте выполнения источник плазмы с индуктивной связью представляет собой тороидальную систему плазмы, такую как система Astron корпорации Astex Corporation, которая описана в американском патенте № 6,150,628, который включен здесь полностью в качестве ссылки. В варианте выполнения напряженность поля выбирают достаточно высокой для получения нетепловой плазмы. Тороидальная система плазмы может содержать первичную цепь трансформатора. Питание первичной цепи трансформатора может осуществляться с помощью радиочастотного источника питания. Плазма может удерживаться в виде петли, которая действует как вторичная цепь трансформатора. Радиочастота предпочтительно находится в диапазоне от приблизительно 100 Гц до приблизительно 100 ГГц, более предпочтительно в диапазоне от приблизительно 1 кГц до приблизительно 100 МГц, наиболее предпочтительно в диапазоне приблизительно 13,56 МГц  $\pm$  50 МГц или приблизительно 2,4 ГГц  $\pm$  1 ГГц.

#### 4. Преобразователь энергии.

##### 4.1. Удержание плазмы с использованием пространственного управления катализом.

Плазма, формируемая в результате катализа водорода, может удерживаться в целевой области реактора с помощью структур и способов, используемых для управления источником катализатора, источником атомарного водорода или источником электрического или магнитного поля, которые изменяют скорость катализа, как описано в разделе "Регулирование скорости катализа с помощью приложенного поля". В варианте выполнения реактор содержит два электрода, которые формируют электрическое поле для управления скоростью катализа атомарного водорода. Электроды могут формировать электрическое поле, параллельное оси z. Электроды могут быть выполнены в виде сеток, ориентированных в плоскости, перпендикулярной оси z, таких как электроды 912 и 914 в виде сеток, показанные на фиг. 10. Промежуток между электродами может определять целевую область реактора.

В другом варианте выполнения магнитное поле может удерживать заряженный катализатор, такой как  $\text{Ag}^+$ , в пределах целевой области для формирования плазмы, как описано в разделе "Катализаторы и продукты на основе инертных газов". В варианте выполнения ячейки реакция поддерживается в магнитном поле, таком как соленоидальное или минимальное магнитное (минимальное B) поле, которое обеспечивает захват второго катализатора, такого как  $\text{Ag}^+$ , и длительный полупериод его существования. Второй катализатор может быть получен с помощью плазмы, образованной в ходе катализа водорода с использованием первого катализатора. Благодаря удержанию плазмы заряженные частицы, такие как электроны, становятся более энергетически эффективными, что увеличивает количество второго катализатора, такого как  $\text{Ag}^+$ . Удержание также повышает энергию плазмы, что обеспечивает получение большего количества атомарного водорода.

В другом варианте выполнения для определения целевой области в ячейке может использоваться горячая нить, которая диссоциирует молекулярный водород в атомарный водород, и с использованием которой также может формироваться электрическое поле, с помощью которого осуществляется управление скоростью катализа. Плазма может формироваться, в основном, в области, окружающей нить, в которой по меньшей мере один из факторов, концентрация атомарного водорода, концентрация катализатора и электрическое поле, обеспечивает намного большую скорость катализа в данном месте, чем в другой, не целевой области реактора.

В другом варианте выполнения источник атомарного водорода, такой как источник молекулярного водорода или диссоциатор водорода, может использоваться для определения целевой области реактора путем избирательной подачи атомарного водорода в целевую область.

В другом варианте выполнения источник катализатора может определять целевую область реактора путем избирательной подачи катализатора в целевую область.

В варианте выполнения высокочастотной энергетической ячейки плазма может поддерживаться в целевой области путем избирательной подачи микроволновой энергии в эту область с помощью по меньшей мере одной антенны 615 или волновода 619 и радиопрозрачного окна 613, которое показано на фиг. 9. Ячейка может содержать высокочастотный резонатор, обеспечивающий локализацию плазмы в целевой области.

#### 4.2. Преобразователь энергии на основе инвариантности магнитного потока.

В публикации автора Jackson [J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, (1962), pp. 588-593], полное описание которой включено здесь в качестве ссылки, описано, что если частица перемещается через области, где напряженность магнитного поля медленно изменяется в пространстве или времени, что соответствует адиабатическому изменению поля, поток, соединенный орбитой частицы, остается постоянным. Если магнитный поток  $B$  уменьшается, радиус  $a$  будет увеличиваться так, что поток  $\pi a^2 B$  остается постоянным. Постоянство соединенного потока может быть выражено несколькими путями на основе значений орбитального радиуса  $a$  частицы и магнитного потока  $B$ , ее поперечного импульса  $p_{\perp}$  и магнитного момента  $\mu = e\omega_c a^2/2$  петли тока частицы на ее орбите:

$$\left. \begin{array}{l} B t^2 \\ \frac{p_{\perp}}{B} \\ \gamma \mu \end{array} \right\} \text{ - адиабатические инварианты} \quad (58)$$

где  $\gamma$  - специальный релятивистский коэффициент. Для статического магнитного поля скорость частицы является постоянной и ее общая энергия не меняется. Тогда магнитный момент  $\mu$  представляет собой адиабатическую инварианту. В магнитных или в электрических полях, изменяющихся по времени,  $\mu$  представляет собой адиабатическую инварианту только в нерелятивистских пределах. В настоящем изобретении ионы могут быть по существу нерелятивистскими.

В варианте выполнения преобразователя энергии с магнитным зеркалом статическое поле от источника действует, в основном, вдоль оси  $z$ , но имеет небольшой положительный градиент в этом направлении. На фиг. 12 показаны линии поля для случая данного примера. В дополнение к компоненту  $z$  поля существует небольшой радиальный компонент, образующийся из-за кривизны линий поля. Цилиндрическая симметрия может представлять хорошую аппроксимацию. Следует отметить спиральное движение частиц вокруг оси  $z$  по орбите малого радиуса с поперечной скоростью  $v_{\perp 0}$  и компонентом скорости  $V_{\parallel 0}$ , параллельным  $B$  при  $z = 0$ , причем центр целевой области находится в точке, где напряженность осевого поля равна  $B_0$ . Скорость  $v_0$  частицы является постоянной так, что в любом положении по оси  $z$

$$v_{\parallel}^2 + v_{\perp}^2 = v_0^2 \quad (59)$$

Поскольку связанный поток представляет собой постоянную движения, тогда

$$\frac{v_{\perp}^2}{B} = \frac{v_{\perp 0}^2}{B_0} \quad (60)$$

где  $B$  представляет собой плотность осевого магнитного потока. Тогда параллельная скорость в любом положении вдоль оси  $z$  будет определяться следующей формулой:

$$v_{\parallel 0}^2 = v_0^2 - v_{\perp 0}^2 \frac{B(z)}{B_0} \quad (61)$$

Инвариантность потока, связывающего орбиту, представляет собой основу механизма "магнитного зеркала", как описано в публикации J. D. Jackson, Classical Electrodynamics. Принцип магнитного зеркала состоит в том, что заряженные частицы отражаются областями сильных магнитных полей, если исходная скорость направлена по направлению к зеркалу, и выбрасываются из зеркала в противном случае. В случае преобразователя энергии на магнитном зеркале в соответствии с настоящим изобретением, ускорение иона в целевой области с положениями  $z > z_0$  или  $z < z_0$  с магнитным зеркалом в положении  $z = 0$  определяется с помощью формулы

$$\ddot{y} \approx - \frac{v_{10}^2}{2B_0} \frac{\delta B(z)}{\delta z} \quad (62)$$

Два магнитных зеркала в двух положениях вдоль оси  $z$  ("тандемные зеркала") с соленоидными обмотками между ними могут формировать "магнитную бутылку", которая удерживает плазму между зеркалами внутри соленоида, как описано в публикации J. D. Jackson, Classical Electrodynamics. Линии поля могут проходить так, как показано на фигуре 12. Ионы, образующиеся в "бутылке", в центре области будут двигаться по спирали вдоль оси, но будут отражаться магнитными зеркалами на каждом конце, что обеспечивает значительно большую напряженность поля в направлении концов. В этой конфигурации ускорение - иона в целевой области с положением  $-z_0 < z < z_0$  с магнитными зеркалами на концах "бутылки" в положениях  $z = \pm z_0$  описывается формулой

$$\ddot{y} \approx - \frac{v_{10}^2}{2B_0} \frac{\delta B(z - z_0)}{\delta z} \quad (63)$$

где  $z_0' = \pm z_0$ . Максимум потока  $B_m$  находится на концах "бутылки" в положениях  $z = \pm z_0$ . Если отношение максимального магнитного потока  $B_m$  в зеркале к полю  $B$  в центральной области будет очень велико, только частицы с очень большим компонентом скорости, параллельной оси, могут пройти через концы. Условие для прохождения иона через концы "бутылки" может быть выражено следующей формулой:

$$\left[ \frac{v_{10}}{v_{10}} \right] > \left( \frac{B_m}{B} - 1 \right)^{1/2} \quad (64)$$

#### 4.2.1. Преобразователь энергии на основе потока ионов.

Задача преобразователя энергии, основанного на инвариантности магнитного потока, в соответствии с настоящим изобретением состоит в формировании массового потока заряженных ионов из плазмы, полученной в результате катализа водорода, поступающего в "преобразователь энергии на основе потока ионов", который представляет собой средство для преобразования потока ионов в энергию, такую как электрическая энергия. Преобразователь энергии на основе потока ионов может представлять собой магнитогидродинамический преобразователь энергии. Предпочтительно направление распространения ионов происходит вдоль оси, параллельной линиям магнитного поля источника градиента магнитного поля вдоль этой оси, как в случае оси  $z$  преобразователя энергии на основе магнитного зеркала, или вдоль оси удержания, оси  $z$ , в случае преобразователя энергии на основе магнитной бутылки.

Энергия, выделяемая при катализе водорода для формирования разновидностей водорода и соединений с увеличенной энергией связи, образует в ячейке плазму, такую как плазма катализатора и водорода. Сила  $F$ , действующая на заряженный ион в магнитном поле с плотностью потока  $B$ , перпендикулярным скорости  $v$ , определяется уравнением

$$F = ma = evB \quad (65),$$

где  $a$  представляет ускорение, и  $m$  представляет массу иона с зарядом  $e$ . Сила направлена перпендикулярно как направлению  $v$ , так и направлению  $B$ . Электроны и ионы плазмы вращаются по орбитам, проходя по циркулярному пути в плоскости, поперечной приложенному магнитному полю для достаточной напряженности поля, и их ускорение  $a$  определяется с помощью формулы

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (66)$$

где  $r$  представляет радиус траектории иона. Поэтому,

$$ma = \frac{mv^2}{r} = evB \quad (67)$$

Угловая частота  $\omega_c$  иона, выраженная в радианах в секунду, составляет

$$\omega_c = \frac{v}{r} = \frac{eB}{m} \quad (68)$$

Циклотронная частота  $\omega_c$  иона не зависит от скорости иона. Таким образом, для типичного случая, который включает большое количество ионов с некоторым распределением скоростей, все ионы с определенным значением  $m/e$  будут характеризоваться уникальной циклотронной частотой, независимо от их скоростей. Однако распределение скоростей будет отражаться распределением радиусов орбит, поскольку

$$\omega_c = \frac{v}{r} \quad (69)$$

Из уравнения (68) и уравнения (69) можно получить значение для радиуса, которое определяется следующим выражением:

$$r = \frac{v}{\omega_c} = \frac{v}{\frac{eB}{m}} = \frac{mv}{eB} \quad (70)$$

На скорость и радиус влияют электрические поля, и приложение к ячейке падения потенциала будет увеличивать значения  $v$  и  $r$ , хотя с течением времени значения  $v$  и  $r$  могут уменьшаться из-за потерь

энергии и снижения температуры. Частота  $\nu_c$  может быть определена по угловой частоте, заданной уравнением (68)

$$\nu_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{eB}{2\pi m} \quad (71)$$

В равномерном магнитном поле траектория движения движущейся заряженной частицы проходит по спирали с циклотронной частотой, задаваемой уравнением (68), и радиусом, определяемым по уравнению (70). Шаг спирали определяется отношением  $v_{||}$ , скоростью, параллельной магнитному полю, и  $v_{\perp}$  скорости, определяемой по уравнению (70), которая перпендикулярна магнитному полю. В гомогенной плазме среднее значение  $v_{||}$  равно среднему значению  $v_{\perp}$ . Адиабатическая инвариантность потока через орбиту иона представляет средство в соответствии с настоящим изобретением преобразователя энергии с магнитным зеркалом для формирования потока ионов вдоль оси  $z$  с преобразованием  $v_{\perp}$  в  $v_{||}$  так, что  $v_{||} > v_{\perp}$ . Предпочтительно  $v_{||} \gg v_{\perp}$ . В случае преобразователя энергии с магнитной бутылкой условие адиабатической инварианты  $\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant}$  также представляет собой средство для формирования потока ионов вдоль оси  $z$  при  $v_{||} \gg v_{\perp}$ , в котором отбор ионов с большими значениями параллельной скорости происходит на магнитных зеркалах, на концах бутылки.

Преобразователь может дополнительно содержать магнитогидродинамический преобразователь энергии, содержащий источник магнитного потока, поперечного оси  $z$ , направлению потока ионов. При этом ионы имеют преобладающую скорость вдоль оси  $z$  и распространяются в области поперечного магнитного потока. Сила Лоренца, действующая на распространяющиеся электроны и ионы, определяется уравнением

$$F = ev \times B \quad (72).$$

Эта сила направлена поперечно к скорости иона и магнитному полю и в противоположных направлениях для положительных и отрицательных ионов. Таким образом, формируется поперечный ток. Источник поперечного магнитного поля может содержать компоненты, которые формируют поперечные магнитные поля с различной напряженностью, изменяющиеся как функция положения вдоль оси  $z$ , для оптимизации пересекающегося отклонения (уравнение (72)) потоков ионов, имеющих дисперсию параллельной скорости. Магнитогидродинамический преобразователь энергии дополнительно содержит по меньшей мере два электрода, которые могут быть расположены поперечно магнитному полю, предназначенные для перехвата ионов, отклоняемых под действием поперечно направленных сил Лоренца, что создает напряжение на электродах. Магнитогидродинамическое генерирование описано в публикации Walsh [E. M. Walsh, Energy Conversion Electromechanical, Direct, Nuclear, Ronald Press Company, NY, NY, (1967), pp. 221-248], полное описание которой включено здесь в качестве ссылки.

В одном из вариантов выполнения магнитогидродинамический преобразователь энергии представляет собой сегментированный генератор Фарадея. В другом варианте выполнения поперечный ток, формируемый в результате отклонения потока ионов под действием силы Лоренца подвергается дополнительному отклонению под действием силы Лоренца в направлении, параллельном входному потоку ионов (ось  $z$ ), для получения напряжения Холла между, по меньшей мере, первым электродом и вторым электродом, смещенными относительно друг друга вдоль оси  $z$ . Такое устройство известно в данной области техники как генератор Холла, который представляет собой вариант выполнения магнитогидродинамического преобразователя энергии. Аналогичное устройство с электродами, установленными под углом по отношению к оси  $z$  в плоскости  $xy$ , составляет другой вариант выполнения в соответствии с настоящим изобретением и называется диагональным генератором с конструкцией "оконной рамы". В каждом случае напряжение может создавать ток, проходящий через электрическую нагрузку. Варианты выполнения сегментированного генератора Фарадея, генератора Холла и диагонального генератора приведены в публикации Petrick [J. F. Louis, V. I. Kovbasyuk, Open-cycle Magnetohydrodynamic Electrical Power Generation, M Petrick, and B. Ya Shumyatsky, Editors, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, (1978), pp. 157-163], полное описание которой включено здесь в качестве ссылки.

В другом варианте выполнения магнитогидродинамического преобразователя энергии поток ионов вдоль оси  $z$  при условии  $v_{||} \gg v_{\perp}$  может затем войти в секцию сжатия, содержащую увеличенный градиент осевого магнитного поля, в которой компонент движения электронов, параллельный направлению оси  $z$ ,  $v_{||}$ , по меньшей мере, частично преобразуется в перпендикулярно направленное движение  $v_{\perp}$  благодаря условию адиабатической инварианты

$$\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant}.$$

Азимутальный ток, получаемый за счет  $v_{\perp}$ , формируется вокруг оси  $z$ . Ток отражается радиально в плоскости движения осевым магнитным полем с получением напряжения Холла между внутренним кругом и внешним кругом электрода магнитогидродинамического преобразователя энергии с дисковым генератором. Напряжение может создавать ток через электрическую нагрузку.

С течением времени ионы в нейтральной плазме или в потоке ионов рекомбинируют с образованием нейтральных частиц. Ионы также подвергаются столкновениям. Время их жизни пропорционально

длительности послесвечения, которая может составлять приблизительно 100 мкс. Например, время затухания послесвечения до нулевого излучения линии цезия (например, 455,5 нм) высоковольтного импульсного разряда составляет приблизительно 100 мкс [A. Surmeian, C. Diplasu, C. B. Collins, G. Musa, I. Iovitz Popescu, J. Phys. D: Appl. Phys. Vol. 30, (1997), pp. 1755-1758] и продолжительность послесвечения неоновой плазмы, отключенной из установившегося состояния, составляет менее 250 мкс [T. Bauer, S. Gortchakov, D. Loffhagen, S. Pfau, R. Winkler, J. Phys. D: Appl. Phys. Vol. 30, (1997), pp. 3223-3239]. Однако в случае преобразователя энергии с магнитным зеркалом ионы приобретают больший параллельный компонент скорости с течением времени распространения от зеркала из-за адиабатической инвариантности потока, связанной с орбитой каждой частицы. В варианте выполнения преобразователя энергии с магнитным зеркалом по меньшей мере одно средство для преобразования, по существу, линейного потока ионов в напряжение, такое как магнитогидродинамический преобразователь энергии, установлено вдоль оси  $z$  для отбора максимальной энергии.

Другой целью настоящего изобретения в соответствии с настоящим изобретением является уменьшение рассеивания ионов, пролетающих, по существу, вдоль оси  $z$  при  $v_{\parallel} > v_{\perp}$ . Фоновые ионы и нейтральные частицы могут рассеивать ионы, распространяющиеся вдоль оси  $z$ , для формирования потока массы ионов вдоль направления  $z$ . Давление катализатора или давление молекулярного водорода можно регулировать для получения требуемой скорости катализа при достижении требуемой скорости рассеивания ионов так, что будет получена требуемая выходная мощность. В варианте выполнения требуемая скорость катализа является максимальной, и требуемая скорость рассеивания ионов остается минимальной.

#### 4.2.2. Преобразователь энергии с магнитным зеркалом.

Другой вариант выполнения в соответствии с настоящим изобретением, содержит преобразователь энергии с магнитным зеркалом, который показан на фиг. 10, который содержит гидридный реактор 910, в соответствии с настоящим изобретением, магнитное зеркало 913, имеющие градиент магнитного потока вдоль оси  $z$ , который образует, по существу, линейные потоки ионов, получаемых из плазмы, образуемой в результате катализа водорода ("магнитная бутылка без пробок с потоком ионов вдоль градиента магнитного поля"), и по меньшей мере одно средство 911 и 915, предназначенное для преобразования, по существу, линейного потока ионов в электроэнергию, такое как магнитогидродинамический преобразователь энергии.

Плазма, образующаяся в результате катализа атомарного водорода, содержит энергетические электроны и ионы, которые могут эффективно образовываться в целевой области с помощью такого средства, как сетчатые электроды или микроволновые антенны 912 и 914. Магнитное зеркало может быть сцентрировано в целевой области, или в другом варианте выполнения магнитное зеркало может быть расположено в положении катода 914. Электроны и ионы ускоряются из состояния равномерного распределения скоростей по направлениям  $x$ ,  $y$  и  $z$  в состояние предпочтительной скорости вдоль оси градиента магнитного поля магнитного зеркала, оси  $z$ . Компонент движения электрона, перпендикулярный направлению оси  $z$ ,  $v_{\perp}$ , по меньшей мере, частично преобразуется в параллельное движение  $v_{\parallel}$  из-за адиабатической инвариантности связанного потока орбиты частицы (кинетическая энергия сохраняется как энергия линейного движения, отбираемая от кинетической энергии орбитального движения).

В варианте выполнения преобразователя энергии с магнитным зеркалом магнитное зеркало установлено по центру в положении  $z = 0$  в целевой области так, что ионы ускоряются вдоль положительной и отрицательной оси  $z$ . Преобразователь может дополнительно содержать два магнитогидродинамических преобразователя энергии, содержащих два источника магнитного потока, направленных поперечно оси  $z$ , как показано на фиг. 10. Источники могут быть симметричны вдоль оси  $z$  (то есть, установлены эквивалентно от центра магнитного зеркала). Каждый магнитогидродинамический преобразователь энергии может дополнительно содержать электроды, которые ориентированы так, что они перехватывают ионы, отклоняющиеся под действием силы Лоренца. Напряжение, получаемое от отклоняемых ионов, может рассеиваться на нагрузке, электрически подключенной с помощью контактов к электродам. Предпочтительно плазма располагается преимущественно в целевой области так, что ионы могут проходить только в одном направлении через каждый магнитогидродинамический преобразователь энергии.

Вариант выполнения преобразователя энергии с магнитным зеркалом, в котором магнитное зеркало установлено в месте расположения катода 914 по фиг. 10, может содержать отдельный магнитогидродинамический преобразователь, установленный в положении вдоль оси  $z$  от магнитного зеркала на расстоянии, большем, чем расстояние до анода 912. Кроме сетчатых электродов, другие электроды могут использоваться для формирования поля, предназначенного для локализации плазмы к целевой области и обеспечения возможности преобразования плазмы в линейный поток ионов с помощью способов, таких, как, по меньшей мере, частичное преобразование компонента движения электрона, перпендикулярного направлению оси  $z$ ,  $v_{\perp}$  в параллельное движение  $v_{\parallel}$  благодаря условию адиабатической инварианты  $\frac{v_{\perp}^2}{B} = \text{constant}$ .

Другие примеры электродов представляют собой концентрические цилиндрические электроды, ориентированные вдоль оси  $z$ , полые катоды, полые аноды, конические электроды, спиральные электро-

ды и цилиндрический катод или анод, выровненные вдоль оси  $z$  с электропроводными стенками ячейки, которые служат в качестве противоэлектрода.

Другой вариант выполнения в соответствии с настоящим изобретением содержит преобразователь энергии с магнитным зеркалом, показанный на фиг. 11, который содержит энергетический и гидридный реактор 926, такой как ячейка с микроволновой плазмой или плазмой, формируемой в разряде, в соответствии с настоящим изобретением установленная внутри соленоидного магнита 922, имеющего градиент магнитного потока вдоль оси  $z$ , который формирует, по существу, линейный поток ионов, получаемых от плазмы, образующейся в результате катализа водорода ("магнитная бутылка без пробки с потоком ионов вдоль градиента магнитного поля"), осевой электрод 924, такой как анод, который формирует радиальное поле со стенкой ячейки 926 в качестве противоэлектрода, в котором поле удерживает плазму в целевой области внутри соленоида 922, магнитогидродинамические магниты 921, предназначенные для создания отклонения под действием силы Лоренца потока ионов, и поперечные электроды 923, предназначенные для сбора ионов, для получения напряжения между противоположными электродами, благодаря чему, по существу, линейный поток ионов преобразуется в электрическую энергию, которая поступает на нагрузку 927. В одном варианте выполнения магнитогидродинамический ("МГД") преобразователь энергии с зеркалом установлен внутри вакуумного резервуара 925, который соединен с гидрино-гидридным реактором 926. В варианте выполнения МГД преобразователя энергии с зеркалом, в котором энергетический и гидридный реактор 926 представляет собой микроволновую плазменную ячейку, плазма может поддерживаться в целевой области благодаря избирательной подаче микроволновой энергии в эту область с использованием по меньшей мере одной антенны 615 или волновода 619 и радиопрозрачного окна 613, показанного на фигуре 9. Ячейка 926 может содержать микроволновой объемный резонатор, который обеспечивает локализацию плазмы в целевой области. Предпочтительно плазма удерживается в объеме соленоидного магнита 922. В варианте выполнения, в котором энергетический и гидридный реактор 926 представляет собой ячейку с плазмой, формируемой разрядом, электрод 924 может использоваться в качестве анода разряда, и стенка реактора 926 может использоваться в качестве катода.

В варианте выполнения преобразователя энергии с магнитным зеркалом магнитное зеркало содержит электромагнит или постоянный магнит, который формирует поле, эквивалентное катушке Гельмгольца или соленоиду. Магнитогидродинамический преобразователь энергии может быть расположен снаружи соленоида или катушки Гельмгольца, или постоянного магнита, или эквивалента постоянного магнита в области, в которой магнитное поле существенно меньше, чем максимальное поле в центре магнитного зеркала. Целевая область может представлять собой область, в которой магнитное поле больше, чем требуемая фракция максимальной величины магнитного поля магнитного зеркала, такая, как половина максимальной напряженности поля. В варианте выполнения соленоида целевая область может находиться внутри соленоида. В случае электромагнитного магнитного зеркала напряженность магнитного поля можно регулировать путем изменения электромагнитного тока для управления скоростью, при которой ионы пролетают из целевой области, для управления скоростью катализа и преобразованием энергии в случае, когда

$$v_{\parallel 0}^2 = v_{\perp 0}^2 = 0,5v_0^2 \text{ и } \frac{B(z)}{B_0} = 0,1$$

в магнитогидродинамическом преобразователе энергии скорость, определяемая по уравнению (61), приблизительно на 95%, параллельна оси  $z$ . При этом отклонение ионов может, по существу, составлять 100%. Таким образом, обеспечивается очень высокая эффективность.

В другом варианте выполнения преобразователя с магнитным зеркалом реактор содержит по меньшей мере одно отверстие, через которое ионы распространяются в направлении положительной или отрицательной оси  $z$  от центра магнитного зеркала в преобразователь энергии с потоком ионов, такой как магнитогидродинамический преобразователь энергии. Отверстие может содержать заслонки, такие как сепаратор потока нейтральных частиц, обеспечивающие проход ионов и задерживающие нейтральные частицы внутри реактора. Реактор дополнительно содержит по меньшей мере одну секцию 925 с дифференциальной откачкой. В варианте выполнения ионы становятся нейтральными частицами после попадания в преобразователь энергии на основе потока ионов, и нейтральные частицы удаляются путем дифференциальной откачки с помощью насоса 930 через вакуумную линию 929.

В другом варианте выполнения магнитогидродинамического преобразователя энергии плазма формируется в целевой области, такой как ячейка 926. Температура плазмы может быть намного выше, чем температура вакуумного резервуара 925 с МГД преобразователем энергии. В этом случае магнитное зеркало 922 может быть ненужным, поскольку ионы и электроны с очень высокой энергией будут вылетать из горячей секции в холодную секцию в результате действия второго закона термодинамики. Поток ионов, полученный в результате действия термодинамических сил, затем преобразуется в электрическую энергию с использованием средства, такого как МГД преобразователь, в который попадает этот поток. В варианте выполнения может осуществляться откачка газов из вакуумного резервуара 925 с МГД преобразователем энергии для поддержания более низкого давления, чем в ячейке 924. В другом варианте выполнения преобразование энергии содержит поток энергетических ионов в МГД преобразователь энергии и поток нейтральных частиц в противоположном направлении, получаемых в результате процесса

преобразования. Этот последний конвекционный поток позволяет устранить необходимость откачки в секции МГД. В варианте выполнения ионы, такие как протоны и электроны, имеют большой средний путь свободного пролета. Энергетические протоны и электроны вылетают из ячейки, попадая в МГД преобразователь энергии, и водород в виде конвекционного потока протекает в противоположном направлении.

#### 4.2.3. Преобразователь энергии с магнитной бутылкой.

Другой вариант выполнения, в соответствии с настоящим изобретением содержит преобразователь энергии с магнитной бутылкой, показанный на фиг. 13, который содержит гидрино-гидридный реактор 939 в соответствии с настоящим изобретением, магнитную бутылку 940 и по меньшей мере одно средство 930 и 931, предназначенное для преобразования, по существу, линейного потока ионов в электроэнергию. Магнитная бутылка 940 позволяет удерживать большую часть плазмы, образующейся в результате катализа водорода, в целевой области в гидрино-гидридном реакторе. Магнитная бутылка может быть создана с осевым полем, сформированным источником магнитного поля, такого как соленоидные обмотки 937 и 936, установленные вдоль целевой области, и дополнительными источниками магнитного поля, такими как дополнительные обмотки 933, 934, 932 и 935 на каждом конце бутылки, для получения гораздо более сильного поля в направлении концов. Линии поля могут быть расположены, как показано на фиг. 12. Ионы, образующиеся в бутылке в центре области, будут пролетать по спиральной траектории вдоль оси, но будут отражаться магнитными зеркалами на каждом конце бутылки. Только ионы с очень большим компонентом скорости, параллельной оси  $z$ , могут пройти или проскочить через магнитное зеркало без отклонения в обратном направлении. Таким образом, бутылка создает по существу линейный поток ионов, образующихся из плазмы, сформированной в результате катализа водорода, выходящий по меньшей мере с одного конца бутылки. Эти ионы попадают в преобразователь 930 и 931 на потоке ионов, такой как магнитогидродинамический преобразователь энергии. Магнитогидродинамический преобразователь энергии может содержать источник магнитного потока, по существу перпендикулярного оси  $z$ , в положении за пределами магнитной бутылки, и два электрода, расположенные поперечно полю, будут задерживать ионы, отклоняемые под действием силы Лоренца, для формирования напряжения на электродах.

В варианте выполнения высота барьера каждого из магнитных зеркал магнитной бутылки устанавливается низкой (или значение параллельной скорости иона, требуемое для проникновения через зеркало будет средним), так что можно обеспечить преобразование с получением высокого значения тока и высокого значения энергии. Высоту барьера можно регулировать до требуемого значения для получения требуемого уровня преобразования энергии.

В случае одного или нескольких магнитных зеркал, построенных на основе электромагнитов, которые формируют бутылку, напряженность магнитного поля можно регулировать путем управления током электромагнитов для регулирования значения скорости, при которой потоки ионов вытекают из целевой области, для управления скоростью катализа и преобразованием энергии.

Реактор преобразователя энергии на магнитной бутылке может иметь по меньшей мере одно отверстие, через которое ионы проходят в положительном или отрицательном направлении оси  $z$  от центра, что соответствует проникновению через магнитное зеркало в преобразователь энергии на основе потока ионов, такой как магнитогидродинамический преобразователь энергии. Реактор может дополнительно содержать по меньшей мере одну дифференциально откачиваемую секцию, такую как секция магнитогидродинамического преобразователя энергии.

В варианте выполнения преобразователя энергии на основе магнитной бутылки ионы становятся нейтральными после достаточного периода времени или после попадания в преобразователь энергии на основе потока ионов, такой как электроды магнитогидродинамического преобразователя энергии. Нейтральные частицы могут удаляться из области преобразования энергии с помощью дифференциальной откачки.

В другом варианте выполнения преобразователя энергии на основе магнитной бутылки плазма может, по меньшей мере, частично удерживаться внутри магнитной бутылки, то есть внутри второй магнитной бутылки, и другие варианты выполнения могут содержать дополнительные каскады таких магнитных бутылок. Таким образом, ионы должны проникать, по меньшей мере, через два магнитных зеркала с регулируемой высотой барьера, определяемой максимальной напряженностью магнитного поля зеркала, которые используются в качестве селекторов энергии для подачи ионов в преобразователь энергии на основе потока ионов, такой как магнитогидродинамический преобразователь энергии с требуемым уровнем энергии, с низким значением дисперсии параллельной скорости.

#### 4.3. Преобразователь энергии на основе магнитного разделения пространственного заряда.

Радиус орбиты заряженной частицы пропорционален ее импульсу, как определено уравнением (70), в котором  $mv$  представляет импульс частицы. Поскольку положительные ионы, такие как протоны, ионы молекулярного водорода, и положительные ионы катализатора имеют намного больший момент, чем электроны, радиусы их траектории будут очень велики по сравнению с радиусами электронов. Таким образом, положительные ионы могут преимущественно выпадать из структуры удержания плазмы, такой как магнитная бутылка или соленоид. Потеря ионов из плазмы, удерживаемой структурой удержания с

минимальным полем В, такой как магнитная бутылка, увеличивает отрицательный заряд плазмы и положительный заряд стенок ячейки. Такое магнитное поле удержания также может увеличивать энергию электрона, которая может быть преобразована в электрическую энергию.

Плазмодинамический преобразователь энергии, основанный на магнитном разделении пространственного заряда, как показано на фиг. 13, содержит гидрино-гидридный реактор в соответствии с настоящим изобретением или другой источник энергии, такой как ячейка с микроволновой плазмой, структуру удержания плазмы, такую как магнитная бутылка или источник соленоидного поля, которое удерживает большую часть плазмы, получаемой в результате катализа водорода, в целевой области в гидрино-гидридном реакторе, и по меньшей мере одно средство, предназначенное для преобразования разделенных ионов в напряжение, такое как два отдельных электрода 941 и 942, находящихся в контакте с областями разделенных зарядов. Электрод 941, находящийся в контакте с удерживаемой плазмой, собирает электроны, и противоэлектрод 942 перехватывает положительные ионы в области за пределами удерживаемой плазмы. В варианте выполнения коллектор положительных ионов представляет собой стенку 944 ячейки. Удержание может обеспечиваться в целевой области, в которой избирательно формируется плазма, образующаяся в результате катализа водорода. В варианте выполнения ячейки с микроволновой плазмой плазма может быть локализована с помощью одной или нескольких пространственно избирательных антенн, волноводов или объемных резонаторов. В варианте выполнения ячейки с плазмой, получаемой в результате разряда, плазма может быть избирательно локализована при приложении электрического поля к целевой области, по меньшей мере, с помощью двух электродов. Энергия может поступать на нагрузку 943 через электроды.

#### 4.4. Плазмодинамический преобразователь энергии.

Плазмодинамический преобразователь энергии 500 в соответствии с настоящим изобретением, основанный на магнитном разделении пространственного заряда, показанный на фиг. 14, содержит гидрино-гидридный реактор 501 в соответствии с настоящим изобретением или другой источник энергии, такой как ячейка с высокочастотной плазмой, по меньшей мере один электрод 505, намагниченный источником магнитного поля, таким как соленоидные магниты или постоянные магниты 504, который может формировать равномерное параллельное магнитное поле по меньшей мере один намагниченный электрод, и по меньшей мере один противоэлектрод 506. В варианте выполнения преобразователь дополнительно содержит средство для локализации плазмы в целевой области, такое как магнитная структура удержания или средство генерирования с пространственным разделением, как описано в секции "Удержание плазмы с использованием пространственного управления катализом". В варианте выполнения ячейки с высокочастотной плазмой плазма может быть локализована с использованием одной или нескольких пространственно избирательных антенн, волноводов или объемных резонаторов. Масса положительно заряженного иона плазмы, по меньшей мере, приблизительно в 1800 раз больше массы электрона; при этом циклотронная орбита может быть на порядок больше этой величины. Это позволяет обеспечить магнитный захват электронов на линиях поля, в то время как ионы могут дрейфовать за его пределы. Таким образом, на намагниченном электроде 505 плавающий потенциал повышается по отношению к ненамагниченному противоэлектроду 506 с получением напряжения между электродами. Энергия может подаваться на нагрузку 503 через подключенные электроды.

Множество намагниченных электродов 952 показаны на фиг. 15, на которой каждый электрод соответствует электроду 505 по фигуре 14. Кроме того, на фиг. 15 показан источник равномерного магнитного поля В, параллельного каждому электроду, такой как катушки 950 Гельмгольца. Напряженность магнитного поля В регулируют для получения оптимального радиуса орбиты положительных ионов по сравнению с радиусом кругового движения электрона для получения максимальной мощности на электродах. Энергия может поступать на нагрузку через выводы 953, которые соединены по меньшей мере с одним противоэлектродом.

В другом варианте выполнения плазма может удерживаться в области по меньшей мере одного намагниченного электрода 505, и противоэлектрод 506 может быть расположен в области за пределами энергетической плазмы. В других вариантах выполнения 1) энергетическая плазма может удерживаться в области одного ненамагниченного электрода, и намагниченный противоэлектрод может быть расположен за пределами целевой области; 2) оба электрода 505 и 506 могут быть намагничены, и напряженность поля на одном электроде может быть выше, чем на другом электроде.

В еще одном варианте выполнения плазмодинамический преобразователь дополнительно содержит нагреватель. Намагниченный электрод, называемый в данном описании анодом, нагревают для "выпаривания" электронов, которые намного более подвижны, чем ионы. Электроны могут быть захвачены линиями магнитного поля или могут рекомбинировать с ионами для дополнительного увеличения положительного напряжения на аноде. Предпочтительно энергию отбирают от энергетических положительных ионов, а также от электронов.

В варианте выполнения плазмодинамического преобразователя энергии намагниченный электрод, определенный как анод, содержит намагниченную шпильку, в которой линии поля, по существу, параллельны шпильке. Любой поток, пересекающий шпильку, заканчивается на электрическом изоляторе. Множество таких шпилек может использоваться для повышения степени преобразования энергии. По

меньшей мере один немагнитный противоэлектрод, определенный как катод, электрически соединен с одной или несколькими шпильками - анодами через электрическую нагрузку.

#### 4.5. Протонный радиочастотный преобразователь энергии.

Энергия, высвобождаемая при катализе водорода, для формирования гидрино-гидридных соединений ("HNCs") образует плазму в ячейке. Энергетические протоны плазмы, получаемые в результате катализа водорода, попадают в осевое магнитное поле, где они приобретают циклотронную траекторию движения. Сила, действующая на заряженный ион в магнитном поле, направлена перпендикулярно скорости и направлению приложенного магнитного поля. Протоны плазмы движутся по орбитам, проходя по круговой траектории в плоскости, поперечной приложенному магнитному полю, при достаточной напряженности поля с циклотронной частотой ионов  $\omega_c$ , которая не зависит от скорости протона. Таким образом, типичный случай, при котором образуется большое количество протонов с распределением скоростей, будет характеризоваться уникальной циклотронной частотой, которая зависит от отношения заряда протона к массе и напряженности приложенного магнитного поля. За исключением случая, когда не могут не учитываться релятивистские эффекты, отсутствует какое-либо влияние на их скорости. Распределение скоростей будет, однако, отражаться на распределении радиусов орбит траекторий движения. Протоны испускают электромагнитное излучение с максимальной интенсивностью на циклотронной частоте. Скорость и радиус движения каждого протона могут уменьшаться из-за потерь энергии и снижения температуры.

Протонный радиочастотный преобразователь энергии в соответствии с настоящим изобретением содержит резонансный объемный резонатор, который имеет доминантный резонансный режим на циклотронной частоте. Плазма содержит протоны с диапазоном энергий и траекторий (импульсов) и со случайным исходным распределением фаз. Электромагнитные колебания генерируются протонами с получением индуцированного излучения благодаря группировке протонов под действием самосогласующегося поля, образуемого самими протонами, с обеспечением когерентного излучения полученных в результате пакетов. В этом случае устройство представляет собой генератор с обратной связью. Теория индуцированного излучения возбужденных классических генераторов под действием внешнего поля и ее использование в электронике высокой частоты описано в публикации авторов А. Гапонов и др. [A. Gaponov, M. I. Petelin, V. K. Yulpatov, *Izvestiya VUZ. Radiofizika*, Vol. 10, No. 9-10, (1965), pp. 1414-1453], полное описание которой включено здесь в качестве ссылки.

Резонанс вращения протона составляет приблизительно 42 МГц/Тл в то время как гирорезонанс составляет приблизительно 15 МГц/Тл. Гироскопическое концентрирование может быть получено под действием вращательного уплотнения при приложении резонансной радиочастоты на резонансной частоте протона. Электромагнитное излучение, излучаемое протонами, возбуждает режим резонансной полости и принимается резонансной приемной антенной. Радиоволны могут быть выпрямлены в постоянный электрический ток с использованием средств, известных в данной области техники [R. M. Dickinson, Performance of a high-power, 2.388 GHz receiving array in wireless power transmission over 1.5 km, in 1976 IEEE MTT-S International Microwave Symposium, (1976), pp. 139-141; R. M. Dickinson, Bill Brown's Distinguished Career, <http://www.mtt.org/awards/WCB's%20distinguished%20career.htm>; J. O. McSpadden, Wireless power transmission demonstration, Texas A&M University, <http://www.tsgc.utexas.edu/power/general/wpt.html>; History of microwave power transmission before 1980, <http://rasc5.kurasc.kyoto-u.ac.jp/docs/plasma-group/sps/history2-e.html>; J. O. McSpadden, R. M. Dickson, L. Fan, K. Chang, A novel oscillating rectenna for wireless microwave power transmission, Texas A&M University, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA, <http://www.tamu.edu>, Microwave Engineering Department]. Постоянный электрический ток может быть инвертирован и преобразован в любое требуемое напряжение и частоту с использованием обычного оборудования преобразования электроэнергии.

Плазма ячейки гидрино-гидридного реактора содержит такие ионы, как протоны со случайным исходным распределением фаз. Настоящее изобретение дополнительно содержит средство усиления и генерирования электромагнитных колебаний, излучаемых протонами, которые могут быть соединены с возмущениями, наложенными внешним полем на протоны. Процессы индуцированного излучения возникают благодаря группированию или концентрированию протонов под действием так называемого "первичного" электромагнитного поля, подводимого от системы, установленной снаружи в варианте выполнения усилителя, или под действием самосогласующегося поля, формируемого самими протонами в варианте выполнения генератора с обратной связью.

В варианте выполнения протонного радиочастотного преобразователя энергии концентрирование протонов может быть достигнуто с помощью направления протонов на орбитальную траекторию движения в магнитном поле при подаче высокочастотной энергии. Быстрые волны, медленные волны и волны, которые распространяются, по существу, со скоростью света ( $k_z \approx \frac{\omega}{c}$ ), могут быть усилены благодаря взаимодействию вращающихся протонов в объемных резонаторах и волноводах, как описано для электронов в следующих документах ссылки [E. Jerby, A. Shahadi, R. Drori, M. Korol, M. Einat, M. Sheinin, V. Dikhtiar, V. Grinberg, M. Bensal, T. Harhel, Y. Baron, A. Fruchtman, V. L. Granatstein, and G. Bekefi, "Cyclotron resonance Maser experiment in a nondispersive waveguide", *IEEE Transactions on Plasma Science*, Vol.

24, No. 3, June, (1996), pp. 816-823; H. Guo, L. Chen, H. Keren, J. L. Hirshfield, S. Y. Park, and K. R. Chu, "Measurements of gain of slow cyclotron waves on an annular electron beam, Phys. Rev. Letts., Vol. 49, No. 10, September, 6, (1982), pp. 730-733, and T. H. Kho, and A. T. Lin, "Slow wave electron cyclotron maser", Phys. Rev. A, Vol. 38, No. 6, September 15, (1988), pp. 2883-2888], полное описание которых включено здесь в качестве ссылки. В последнем случае для преодоления эффекта исключения азимутального и осевого

$$k_z \cong \frac{\omega}{c},$$

концентрирования для перпендикулярная скорость протона может быть большей, чем параллельная скорость, как описано в публикации авторов Jerby и др. [E. Jerby, A. Shahadi, R. Drori, M. Korol, M. Einat, M. Sheinin, V. Dikhtiar, V. Grinberg, M. Bensal, T. Harhel, Y. Barpn, A. Fruchtman, V. L. Granatstein, and G. Bekefi, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 24, No. 3, June, (1996), pp. 816-823], полное описание которой включено здесь в качестве ссылки.

Протонный высокочастотный преобразователь энергии может работать в режиме высокочастотного усилителя с использованием варианта выполнения, который содержит объемный резонатор 901, показанный на фигуре 16, с источником 908 соленоидального магнитного поля, параллельного оси объемного резонатора, который также может представлять собой гидрино-гидридный реактор. Петля 903 с соединением по току по фиг. 16 может принимать радиочастотную энергию от радиочастотного генератора 900 через соединение 907 и подводить радиочастотную энергию в объемный резонатор. Радиочастотная энергия может подаваться в объемный резонатор или волновод 901 через волновод или антенну. Выходные усиленные радиоволны могут выводиться из объемного резонатора 901 с помощью петли 904 с соединением по току по фиг. 16. Петля с соединением по току может быть подключена к выпрямителю 902 с помощью соединителя 905, с выхода которого получаемое постоянное напряжение поступает на инвертор или электрическую нагрузку через соединитель 906. В других вариантах выполнения объемный резонатор 901 может быть выполнен в виде волновода, входная радиочастотная энергия может поступать от входного волновода или антенны, и выходная радиочастотная энергия может выходить через радиопрозрачное окно и выходной волновод.

В варианте выполнения радиочастотную энергию подают с помощью источника 910 радиочастотной энергии на радиочастотную катушку 909 по фиг. 16. Радиочастотная энергия поступает на частоте резонанса магнитного вращения ядер протона для обеспечения гироконцентрирования через группирование вращением.

Дополнительные системы и способы получения радиочастотного излучения от протонов описаны для электронов в предыдущих предварительных заявках автора Mills под названием "MAGNETIC MIRROR MAGNETOHYDRODYNAMIC POWER CONVERTER", поданных 9 августа 2001 г., регистрационный номер US60/710,848, в следующих разделах, которые включены здесь в качестве ссылки:

- 2.1. Преобразователь энергии циклотрона.
- 2.2. Когерентный высокочастотный преобразователь энергии.
  - 2.2.1. Преобразователь энергии на циклотронном резонансном мазере (CRM).
  - 2.2.2. Циклотронный преобразователь энергии.
  - 2.2.3. Высокочастотный усилитель группирования электронов.
  - 2.2.4. Формирование луча.
  - 2.2.5. Высокочастотный преобразователь энергии с быстрой или медленной волной.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ячейка для получения энергии, содержащая
  - реакционный резервуар;
  - источник атомарного водорода, соединенный с резервуаром;
  - источник катализатора, соединенный с резервуаром, предназначенный для катализа реакции перехода атомов водорода в низкоэнергетическое состояние для высвобождения энергии из атомов водорода и образования гидрино и плазмы; и
  - источник микроволновой энергии, который выполнен и установлен так, что обеспечивает подачу в резервуар достаточной микроволновой энергии для инициирования плазмы.
2. Ячейка по п.1, в которой источник катализатора содержит газообразный гелий, из которого получается катализатор  $\text{He}^+$  при ионизации под действием микроволновой энергии.
3. Ячейка по п.1, в которой источник катализатора содержит газообразный аргон, который производит катализатор  $\text{Ar}^+$  при ионизации под действием микроволновой энергии.
4. Ячейка по п.1, в которой объемный резонатор представляет собой объемный резонатор Эвенсона.
5. Ячейка, содержащая
  - реакционный резервуар;
  - источник атомарного водорода, соединенный с резервуаром;
  - источник катализатора, соединенный с резервуаром, предназначенный для катализа реакции атомов водорода с переходом в низкие энергетические состояния для высвобождения энергии из атомов водорода и образования плазмы; и

источник радиочастотной (РЧ) энергии, который выполнен и установлен так, что обеспечивает подачу в резервуар достаточной микроволновой энергии для инициирования плазмы.

6. Ячейка по п.5, в которой РЧ энергия подводится в ячейку с помощью емкостной или индуктивной связи.

7. Ячейка по п.5, дополнительно содержащая два электрода.

8. Ячейка по п.5, в которой радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно 100 Гц до приблизительно 100 ГГц.

9. Ячейка по п.5, в которой радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно 1 кГц до приблизительно 100 МГц.

10. Ячейка по п.5, в которой радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно  $13,56 \pm 50$  МГц или приблизительно  $2,4 \pm 1$  ГГц.

11. Ячейка по п.5, в которой ячейка представляет собой тороидальную плазменную ячейку с индуктивной связью, содержащую первичную цепь трансформатора, в которой плазма составляет замкнутую петлю, действующую как вторичная цепь трансформатора.

12. Ячейка, содержащая

реакционный резервуар;

источник атомарного водорода, соединенный с резервуаром;

источник катализатора, соединенный с резервуаром, предназначенный для катализа реакции атомов водорода с переходом в низкие энергетические состояния для высвобождения энергии из атомов водорода и образования плазмы;

катод в резервуаре;

анод в резервуаре и

источник питания, соединенный с катодом и анодом, для образования плазмы с тлеющим разрядом.

13. Ячейка по п.12, в которой электроды соединены и установлены так, что они работают при напряжениях от 1 до 100000 В.

14. Ячейка по п.12, в которой электроды соединены и установлены так, что они работают при напряжениях от 50 до 10000 В.

15. Ячейка по п.12, в которой электроды соединены и установлены так, что они работают при напряжениях от 50 до 5000 В.

16. Ячейка по п.12, в которой электроды соединены и установлены так, что они работают при напряжениях от 50 до 500 В.

17. Ячейка, содержащая

реакционный резервуар;

источник атомарного водорода, соединенный с резервуаром;

источник катализатора, соединенный с резервуаром, предназначенный для катализа реакции атомов водорода с переходом в низкие энергетические состояния для высвобождения энергии из атомов водорода и образования плазмы; и

магнетогидродинамический преобразователь энергии, выполненный и установленный так, что он преобразует энергию плазмы в электричество.

18. Ячейка, содержащая

реакционный резервуар;

источник атомарного водорода, соединенный с резервуаром;

источник катализатора, соединенный с резервуаром, предназначенный для катализа реакции атомов водорода с переходом в низкие энергетические состояния для высвобождения энергии из атомов водорода и образования плазмы; и

плазмодинамический преобразователь энергии, выполненный и установленный так, что он преобразует энергию плазмы в электричество.

19. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора может обеспечить получение катализатора, имеющего суммарную энтальпию, приблизительно равную  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, когда катализатор находится в возбужденном состоянии.

20. Ячейка по любому из пп. 1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора может обеспечить получение катализатора, имеющего суммарную энтальпию, приблизительно равную  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число больше единицы, когда катализатор находится в возбужденном состоянии.

21. Ячейка по любому из пп. 1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора позволяет получать катализатор, содержащий  $\text{He}^+$ , который поглощает 40,8 эВ при переходе с энергетического уровня  $n = 1$  на энергетический уровень  $n = 2$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$ ), который используется в качестве катализатора для перехода атомарного водорода из состояния  $n = 1 (p=1)$  в состояние  $n = 1/2 (p = 2)$ .

22. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора позволяет получать катализатор, содержащий  $\text{Ar}^{2+}$ , который поглощает 40,8 эВ и ионизируется до  $\text{Ar}^{3+}$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$ ) при переходе атомарного водорода с энергетического уровня  $n = 1 (p = 1)$  на энерге-

тический уровень  $n = 1/2$  ( $p = 2$ ).

23. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора содержит смесь первого катализатора и источника второго катализатора.

24. Ячейка по п.23, в которой первый катализатор образует второй катализатор из источника второго катализатора при работе ячейки.

25. Ячейка по п.23, в которой первый катализатор выбирают из группы Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt,  $\text{He}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{4+}$ ,  $\text{Ne}^+$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Sr}^+$ ,  $\text{Ne}_2^*$  и  $\text{He}_2^*$ .

26. Ячейка по п.23, в которой источник второго катализатора содержит по меньшей мере один, выбранный из группы: гелий и аргон, в которой второй катализатор, полученный из источника второго катализатора, содержит по меньшей мере один, выбранный из группы:  $\text{He}^+$  и  $\text{Ar}^+$ , и в котором ион второго катализатора генерируется из соответствующего атома под действием плазмы.

27. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая источник магнитного поля и по меньшей мере два электрода, выполненные и установленные так, что они отбирают энергию от плазмы при работе ячейки.

28. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая магнитогидродинамический преобразователь энергии, выполненный и установленный таким образом, что при работе ячейки ионы имеют преимущественную скорость, направленную вдоль оси z, и попадают в магнитогидродинамический преобразователь энергии, в которой магнитогидродинамический преобразователь энергии содержит электроды и источник магнитного поля, которое перекрещивается с направлением потока ионов, в которой ионы отклоняются магнитным полем под действием силы Лоренца, и отклоняемые ионы формируют напряжение на электродах, установленных так, что они пересекаются с соответствующим полем, вызывающим отклонение в поперечном направлении.

29. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой ячейка содержит разрядную ячейку.

30. Ячейка по п.29, дополнительно содержащая структуру, предназначенную для обеспечения прерывистого или импульсного тока разряда.

31. Ячейка по п.29, дополнительно содержащая структуру, предназначенную для получения напряжения смещения от приблизительно 0,5 до приблизительно 500 В.

32. Ячейка по п.29, дополнительно содержащая структуру, предназначенную для получения напряжения смещения, которое обеспечивает поле от приблизительно 1 В/см до приблизительно 10 В/см.

33. Ячейка по п.29, дополнительно содержащая структуру для получения частоты импульсов от приблизительно 0,1 Гц до приблизительно 100 МГц, и с рабочим циклом от приблизительно 0,1% до приблизительно 95%.

34. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая катализатор водорода для атомарного водорода, позволяющий обеспечить суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число больше единицы, и позволяет формировать атом водорода, имеющий энергию связи, составляющую приблизительно  $\frac{13,6 \cdot B}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ ,

где p представляет собой целое число, в которой суммарная энтальпия обеспечивается при разрыве молекулярной связи катализатора и ионизации t электронов от атома молекулы с разорванной связью каждого до уровня континуума энергии так, что сумма энергии связи и значений энергии ионизации t электронов приблизительно составляет  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число больше единицы.

35. Ячейка по п.34, в которой катализатор водорода дополнительно содержит по меньшей мере одно из веществ, выбранное из группы:  $\text{C}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$ .

36. Ячейка по п.34, дополнительно содержащая молекулу-катализатор в комбинации с катализатором водорода.

37. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора содержит по меньшей мере одну разновидность соединения, выбранную из группы:  $\text{C}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$  Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, Kr,  $\text{He}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{4+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{He}^+$ ,  $\text{Ar}^+$ ,  $\text{Xe}^+$ ,  $\text{Ar}^{2+}$ ,  $\text{Ne}^+$  и  $\text{H}^+$ , и  $\text{Sr}^+$ ,  $\text{Ne}_2^+$  и  $\text{He}_2^+$ , H, а также  $\text{H}^+$ ,  $\text{Sr}^+$ ,  $\text{Ne}_2^*$ ,  $\text{He}_2^*$ , H и гидрино.

38. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой ячейка выполнена и установлена таким образом, что при работе происходит каталитическая реакция диспропорционирования атомарного водорода, в которой гидрино действуют как катализаторы, поскольку значение каждой из энергии метастабильного возбуждения, резонансного возбуждения и ионизации атома гидрино составляет  $m \cdot 27,2$  эВ.

39. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой каталитическая реакция с использованием гидрино в качестве катализатора для перехода от состояния  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$  к состоянию  $H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]$ , вызванная резонансной передачей мультиполя  $m \cdot 27,21$  эВ и передачей  $[(p')^2 - (p' - m')^2] \cdot 13,6$  эВ -  $m \cdot 27,2$  эВ с ре-

зональным состоянием  $H\left[\frac{a_H}{p'-m'}\right]$  возбужденным в состояние  $H\left[\frac{a_H}{p'}\right]$  может быть представлена следующей формулой:

$$H\left[\frac{a_H}{p'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p'-m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p+m}\right] + [(p+m)^2 - p^2 - (p'^2 - (p'-m')^2)] \cdot 13,6 \text{ эВ}$$

где  $p, p', m$  и  $m'$  являются целыми числами.

40. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой гидрино, имеющий квантовое число исходного низкоэнергетического состояния  $p$  и радиус  $\frac{a_H}{p}$ , находится в состоянии с квантовым числом низкоэнергетического состояния  $(p+m)$  и радиусом  $\frac{a_H}{(p+m)}$ , которое достигается в ходе реакции с атомом гидрино с исходным квантовым числом низкоэнергетического состояния  $m'$  с исходным радиусом  $\frac{a_H}{m'}$  и конечным радиусом  $a_H$ , что обеспечивает суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  - целое число больше единицы.

41. Ячейка по п.40, в которой атом гидрино,  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$ , с атомом гидрино,  $H\left[\frac{a_H}{m'}\right]$ , ионизирован путем резонансной передачи энергии, в результате которой происходит реакция перехода, которая может быть представлена следующими уравнениями:

$$m \cdot 27,21 \text{ эВ} + H\left[\frac{a_H}{m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H^+ + e^- + H\left[\frac{a_H}{(p+m)}\right] + [(p+m)^2 - p^2 - (m'^2 - 2m)] \cdot 13,6 \text{ эВ}$$

$$H^+ + e^- \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + 13,6 \text{ эВ}$$

и суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением

$$H\left[\frac{a_H}{m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + H\left[\frac{a_H}{(p+m)}\right] + [2pm + m^2 - m'^2] \cdot 13,6 \text{ эВ}$$

42. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая преобразователь энергии, который выполнен и установлен для разделения ионов и электронов, для получения напряжения по меньшей мере на двух отдельных электродах.

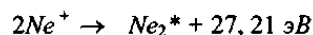
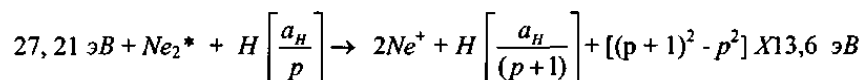
43. Ячейка по п.42, дополнительно содержащая источник магнитного поля, в которой электрод выполнен и установлен таким образом, что при работе ячейки электрод находится в контакте с удерживаемой плазмой, благодаря чему он перехватывает электроны, и противоэлектрод перехватывает положительные ионы в области за пределами удерживаемой плазмы.

44. Ячейка по п.42, в которой преобразователь содержит по меньшей мере один электрод, который намагничивается во время работы ячейки, и по меньшей мере один противоэлектрод.

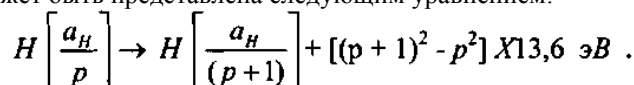
45. Ячейка по п.44, в которой намагниченный электрод выполнен и установлен таким образом, что при работе электроны захватываются магнитным полем на силовых линиях поля на намагниченном электроде, который перехватывает положительные ионы, и ненамагниченный противоэлектрод перехватывает электроны для получения напряжения между электродами.

46. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая объемный резонатор, выбранный из группы, состоящей из резонаторов Эвенсона, Бинаккера, Маккэррола и цилиндрического объемного резонатора.

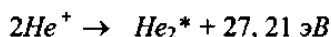
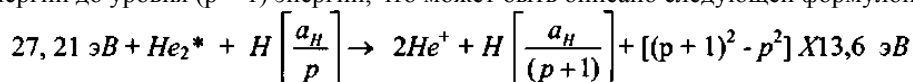
47. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой катализатор содержит эксимер неона  $Ne_2^*$ , который поглощает  $27,21 \text{ эВ}$  и ионизируется до  $2Ne^+$ , для катализа перехода атомарного водорода от уровня  $(p)$  энергии до уровня  $(p+1)$  энергии, что может быть описано следующей формулой:



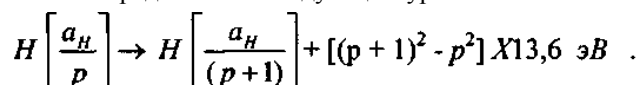
и суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



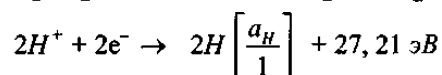
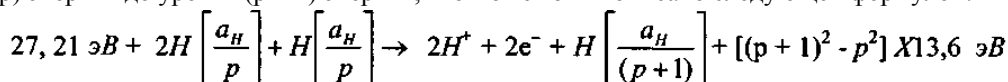
48. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой катализатор содержит эксимер гелия  $\text{He}_2^*$ , который поглощает 27,21 эВ и ионизируется до  $2\text{He}^+$ , для катализа перехода атомарного водорода от уровня (p) энергии до уровня (p + 1) энергии, что может быть описано следующей формулой:



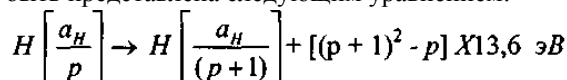
и суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



49. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой катализатор содержит два атома водорода, который поглощает 27,21 эВ и ионизируется до  $2\text{H}^+$ , для катализа перехода атомарного водорода от уровня (p) энергии до уровня (p + 1) энергии, что может быть описано следующей формулой:



и суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением:



50. Ячейка по п.1, которая содержит резервуар, имеющий камеру, позволяющую поддерживать условия вакуума или давления, превышающего атмосферное давление, источник микроволновой энергии для формирования плазмы и источник катализатора, выделяющий катализатор, имеющий суммарную энтальпию, равную  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где m представляет собой целое число больше единицы.

51. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии содержит микроволновой генератор, настраиваемый микроволновой объемный резонатор, волновод и радиопрозрачное окно.

52. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии выбран из группы, состоящей из ламп бегущей волны, клистронов, магнетронов, мазеров циклотронного резонанса, гиротронов и лазеров на свободных электронах.

53. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии выполнен и установлен так, что обеспечивается возможность установки частоты микроволнового излучения в диапазоне от приблизительно 1 МГц до приблизительно 100 ГГц.

54. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии выполнен и установлен так, что обеспечивается возможность установки частоты микроволнового излучения в диапазоне от приблизительно 50 МГц до приблизительно 10 ГГц.

55. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии выполнен и установлен так, что обеспечивается возможность установки частоты микроволнового излучения в диапазоне 75 МГц  $\pm$  приблизительно 50 МГц.

56. Ячейка по п.1, в которой источник микроволновой энергии выполнен и установлен так, что обеспечивается возможность установки частоты микроволнового излучения в диапазоне 2,4 ГГц  $\pm$  приблизительно 1 ГГц.

57. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая источник магнитного поля, которое во время работы обеспечивает магнитное удержание плазмы.

58. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, выполненная и установленная так, что обеспечивается молекулярное парциальное давление и парциальное давление атомарного водорода в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 100 атм.

59. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, выполненная и установленная так, что обеспечивается молекулярное парциальное давление и парциальное давление атомарного водорода в диапазоне от приблизительно 100 мторр ( $13,330 \text{ Н/м}^2$ ) до 20 торр ( $2667 \text{ Н/м}^2$ ).

60. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, выполненная и установленная так, что обеспечивается парциальное давление катализатора в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до 100 атм.

61. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, выполненная и установленная для обеспечения парциального давления катализатора в диапазоне от приблизительно 100 мторр ( $13,330 \text{ Н/м}^2$ ) до 20 торр ( $2667 \text{ Н/м}^2$ ).

62. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая регулятор потока смеси, выполненный и установленный для обеспечения скорости потока газа плазмы в диапазоне от 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

63. Ячейка по п.62, в которой регулятор потока смеси выполнен и установлен для обеспечения скорости потока газа плазмы в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 стандартных кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

64. Ячейка по п.62, в которой регулятор потока смеси выполнен и установлен для обеспечения скорости потока газообразного водорода в диапазоне от 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

65. Ячейка по п.62, в которой регулятор потока смеси выполнен и установлен для обеспечения скорости потока газообразного водорода в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

66. Ячейка по п.62, в которой регулятор потока смеси выполнен и установлен для обеспечения скорости потока смеси водорода - газа плазмы в диапазоне от 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

67. Ячейка по п.62, в которой регулятор потока смеси выполнен и установлен для обеспечения скорости потока смеси водород - газ плазмы в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 стандартных кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

68. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая преобразователь энергии плазмы в электричество.

69. Ячейка по п.68, в которой преобразователь энергии содержит тепловой двигатель.

70. Ячейка по п.68, в которой прямой преобразователь плазмы в электрическую энергию содержит по меньшей мере один, выбранный из группы, состоящей из магнитогидродинамического преобразователя энергии с магнитным зеркалом, плазмодинамического преобразователя энергии, гиротрона, микроволнового преобразователя энергии с группированием фотонов, фотоэлектрического преобразователя и преобразователя энергии с дрейфом заряда.

71. Ячейка по п.68, в которой преобразователь энергии с тепловым двигателем выбран из группы, состоящей из системы паровой, газовой турбины, двигателя Стерлинга, термоэлектронного и термоэлектрического двигателя.

72. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая резервуар, катод, анод, электролит, высоковольтный источник питания электролиза и источник катализатора, позволяющий обеспечить суммарную энтальпию, равную  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы.

73. Ячейка по п.72, в которой источник питания выполнен и установлен для обеспечения напряжения в диапазоне от приблизительно 10 до приблизительно 50 кВ, и плотность тока устанавливаются в диапазоне от приблизительно 1 до приблизительно 100 А/см<sup>2</sup>.

74. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора обеспечивает подачу катализатора, содержащего по меньшей мере один элемент, ион или соединение, выбранное из группы, состоящей из Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, He<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mo<sup>2+</sup>, Mo<sup>4+</sup>, In<sup>3+</sup>, Ne<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, Sr<sup>+</sup>, Ar<sup>+</sup>, C<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, Ne<sub>2</sub><sup>\*</sup>, He<sub>2</sub><sup>\*</sup>, H, и источник атомов гидрино, имеющий энергию связи, составляющую приблизительно  $13,6 \text{ эВ}/p^2$ , где  $p$  представляет собой целое число, во время работы ячейки.

75. Ячейка по п.7, в которой электроды включают по меньшей мере один катод и один анод и по меньшей мере один электрод экранирован диэлектрическим барьером.

76. Ячейка по п.5, в которой радиочастотный источник энергии содержит цепь возбуждения, содержащую высоковольтный источник питания, который выполнен и установлен так, что он обеспечивает подачу радиочастотного излучения, и цепь согласования внутреннего сопротивления.

77. Ячейка по п.75, в которой источник радиочастотной энергии выполнен и установлен для обеспечения частоты в диапазоне от приблизительно 5 до приблизительно 10 кГц.

78. Ячейка по п.75, в которой высоковольтный источник питания выполнен и установлен для обеспечения напряжения в диапазоне от приблизительно 100 В до приблизительно 1 МВ.

79. Ячейка по п.75, в которой высоковольтный источник питания выполнен и установлен для обеспечения напряжения в диапазоне от приблизительно 1 кВ до приблизительно 100 кВ.

80. Ячейка по п.75, в которой высоковольтный источник питания выполнен и установлен для обеспечения напряжения в диапазоне от приблизительно 5 до приблизительно 10 кВ.

81. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой источник катализатора содержит систему

катализатора, получаемую при удалении при ионизации  $t$  электронов из таких разновидностей вещества, как атом, ион, молекула, молекулярный ион, ионное или молекулярное соединение, эксимер,  $H$  и атом водорода, имеющий энергию связи, составляющую приблизительно  $13,6 \text{ эВ}/p^2$ , где  $p$  представляет собой целое число, до уровня энергии континуума так, что сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы, и  $t$  представляет собой целое число.

82. Ячейка по п.81, в которой система катализатора содержит по меньшей мере одну разновидность соединения, выбранного из группы, состоящей из  $Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, He^+, Na^+, Rb^+, Fe^{3+}, Mo^{2+}, Mo^{4+}, Ne^+, In^{3+}, Sr^+, Ag^+, C_2, N_2, O_2, CO_2, NO_2, NO_3, Ne_2^*, He_2^*, H$ , и атом гидрино.

83. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, в которой катализатор является продуктом, полученным путем передачи  $t$  электронов между ионами, и передача  $t$  электронов от одного иона к другому иону, обеспечивает суммарную энтальпию реакции, в которой сумма значений энергии ионизации иона - донора электрона минус значение энергии ионизации иона - акцептора электрона равна приблизительно  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы, и  $t$  представляет собой целое число.

84. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, выполненная и установленная для обеспечения возможности получения света.

85. Ячейка по п.84, дополнительно содержащая световое окно, через которое распространяется свет.

86. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18 содержит световое окно, по которому распространяется свет с короткой длиной волны, причем указанный свет используется для фотолитографии.

87. Ячейка по любому из пп.1, 5, 12, 17 и 18, дополнительно содержащая световое окно для распространения света с покрытием из фосфора, который преобразует излучение на одной или нескольких коротких длинах волн в свет с большей длиной волны.

88. Ячейка, содержащая  
реакционный резервуар;  
источник водорода и

источник микроволновой энергии, выполненный и установленный для обеспечения достаточной мощности микроволновой энергии для диссоциации водорода на отдельные атомы водорода при таких условиях, что два атома водорода действуют как катализатор образования водорода и ионизируются для поглощения в сумме  $27,2 \text{ эВ}$  от третьего атома водорода, чтобы, таким образом, релаксировать третий атом водорода с переходом в более низкое энергетическое состояние.

89. Способ эксплуатации ячейки для получения плазмы, включающий следующие этапы:

подача в ячейку источника атомов водорода и источника катализатора для обеспечения катализа реакции перехода атомов водорода в низкоэнергетические состояния с выделением энергии и получением гидрино; и

подача микроволнового излучения к этому источнику атомов водорода и катализатору для инициации реакции между атомами водорода и катализатором для образования гидрино и получения плазмы.

90. Способ по п.89, в котором источник катализатора получают путем использования газообразного гелия для получения катализатора  $He^+$  при ионизации его микроволновой энергии.

91. Способ по п.89, в котором источник катализатора получают путем использования газообразного аргона для получения катализатора  $Ar^+$  при ионизации его микроволновой энергией.

92. Способ по п.89, в котором в результате микроволнового излучения образуются свободные атомы водорода из источника атомов водорода.

93. Способ эксплуатации ячейки для получения плазмы, включающий следующие этапы:

загрузка источника атомов водорода и источника катализатора, катализирующего переход атомов водорода в низкоэнергетическое состояние с выходом энергии и получение гидрино; и

подача радиочастотного (РЧ) излучения к источнику атомов водорода и катализатора для инициации реакции между водородом и катализатором, для образования гидрино и получения плазмы.

94. Способ по п.93, в котором РЧ энергия поступает в ячейку с использованием емкостной или индуктивной связи.

95. Способ по п.93, дополнительно содержащий два электрода.

96. Способ по п.93, в котором радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно  $100 \text{ Гц}$  до приблизительно  $100 \text{ ГГц}$ .

97. Способ по п.93, в котором радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно  $1 \text{ кГц}$  до приблизительно  $100 \text{ МГц}$ .

98. Способ по п.93, в котором радиочастоту выбирают в диапазоне от приблизительно  $13,56 \pm 50 \text{ МГц}$  или приблизительно  $2,4 \pm 1 \text{ ГГц}$ .

99. Способ по п.93, в котором ячейка представляет собой тороидальную плазменную ячейку с индуктивной связью, содержащую первичную цепь трансформатора, и плазма составляет замкнутую петлю, действующую как вторичная цепь трансформатора.

100. Способ эксплуатации ячейки для получения плазмы, включающий загрузку источника атомов водорода и источника катализатора для реакции перехода атомов водорода в низкоэнергетическое состояние с выделением энергии, получение гидрино, катода, анода и источника питания, подключенного к катоду и аноду; и

подачу энергии к этому катоду и аноду и получение тлеющего разряда и реакции атомов водорода с катализатором для образования гидрино и получения плазмы.

101. Способ по п.100, в котором электроды работают при напряжении от 1 до 100000 В.

102. Способ по п.100, в котором электроды работают при напряжении от 50 до 10000 В.

103. Способ по п.100, в котором электроды работают при напряжении от 50 до 5000 В.

104. Способ по п.100, в котором электроды работают при напряжении от 50 до 500 В.

105. Способ эксплуатации ячейки для получения электричества, включающий следующие этапы загрузку источника атомов водорода и источника катализатора, катализирующего реакцию перехода атомов водорода в низкоэнергетическое состояние с высвобождением энергии и получение гидрино; взаимодействие атомов водорода с катализатором с образованием водорода и получение плазмы; и использование магнитогидродинамического преобразователя энергии для преобразования энергии плазмы в электричество.

106. Способ получения электричества, содержащий следующие этапы:

подача в ячейку источника атомов водорода и источника катализатора для обеспечения катализа реакции атомов водорода с переходом в низкоэнергетическое состояние;

взаимодействие атомов водорода с катализатором для получения низкоэнергетического водорода и образования плазмы и

использование плазмодинамического преобразователя энергии для преобразования энергии плазмы в электричество.

107. Способ по любому из пп.99, 103, 111, 116 и 117, дополнительно содержащий этап использования источника катализатора, для получения катализатора, имеющего суммарную энтальпию, составляющую приблизительно  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, когда катализатор находится в возбужденном состоянии.

108. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап использования источника катализатора для получения катализатора, содержащего  $\text{He}^+$ , который поглощает 40,8 эВ при переходе из энергетического уровня  $n = 1$  в энергетический уровень  $n = 2$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$ ), который используется в качестве катализатора для перехода атомарного водорода из состояния  $n = 1$  ( $p = 1$ ) в состояние  $n = 1/2$  ( $p = 2$ ).

109. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап использования источника катализатора, для получения катализатора, содержащего  $\text{Ar}^{2+}$ , который поглощает 40,8 эВ и ионизируется до  $\text{Ar}^{3+}$ , что соответствует  $3/2 \cdot 27,2$  эВ ( $m = 3$ ) при переходе атомарного водорода с энергетического уровня  $n = 1$  ( $p = 1$ ) на энергетический уровень  $n = 1/2$  ( $p = 2$ ).

110. Способ по любому из пп. 89, 93, 100, 105 и 106, в котором источник катализатора получают с использованием смеси первого катализатора и источника второго катализатора.

111. Способ по п.110, дополнительно содержащий этап использования первого катализатора для получения второго катализатора из источника второго катализатора.

112. Способ по п.111, в котором плазма образуется при высвобождении энергии в результате катализа реакции перехода водорода с помощью первого катализатора.

113. Способ по п.111, при котором первый и второй катализаторы выбирают таким образом, что энергия, высвобождаемая в ходе катализа реакции перехода водорода первым катализатором, обеспечивает ионизацию второго катализатора.

114. Способ по п.113, дополнительно содержащий этап установки источника электрического поля для увеличения скорости катализа второго катализатора такого, что энтальпия реакции катализатора соответствует приблизительно  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, для обеспечения катализа водорода.

115. Способ по п.110, дополнительно включающий этап выбора первого катализатора из группы: Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt,  $\text{He}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{4+}$ ,  $\text{Ne}^+$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Sr}^+$ ,  $\text{Ar}^+$ ,  $\text{C}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{Ne}_2^*$ ,  $\text{He}_2^*$ , H и гидрино.

116. Способ по п.110, по которому источник второго катализатора выбирают из группы, содержащей гелий и аргон.

117. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий установку источника магнитного поля и установку по меньшей мере двух электродов, предназначенных для отбора энергии от плазмы.

118. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этапы установки средства создания направленного потока ионов и установки преобразователя энергии для преобразования кинетической энергии потока ионов в электрическую энергию.

119. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором ячейка содержит разрядную ячейку.

120. Способ по п.119, дополнительно содержащий этап установки устройства для получения переменного или импульсного тока разряда.

121. Способ по п.120, дополнительно содержащий этап установки устройства для получения напряжения смещения, составляющего от приблизительно 0,5 до приблизительно 500 В.

122. Способ по п.120, дополнительно содержащий этап установки устройства для получения напряжения смещения, которое создает поле от приблизительно 1 В/см до приблизительно 10 В/см.

123. Способ по п.120, дополнительно содержащий этап установки устройства для получения частоты импульсов от приблизительно 0,1 Гц до приблизительно 100 МГц с рабочим циклом от приблизительно 0,1% до приблизительно 95%.

124. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап подачи катализатора водорода, катализирующего образование гидрино, для атомарного водорода, который позволяет обеспечить суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы, и позволяет формировать атом водо-

рода, имеющий энергию связи, равную приблизительно  $\frac{13,6\text{эВ}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где  $p$  представляет собой целое число, в результате чего обеспечивается такая суммарная энтальпия при разрыве молекулярной связи катализатора и ионизации  $t$  электронов от атома молекулы с разорванной связью, каждого до уровня континуума энергии, что сумма энергии связи и значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы.

125. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором источник катализатора обеспечивают используя по меньшей мере одну разновидность соединения, выбранного из группы:  $C_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $NO_2$  и  $NO_3$  из Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, Kr,  $He^+$ ,  $Na^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Mo^{4+}$ ,  $In^{3+}$ ,  $He^+$ ,  $Ar^+$ ,  $Xe^+$ ,  $Ar^{2+}$ ,  $Ne^+$  и  $H^+$ ,  $Sr^+$ ,  $Ne_2^*$ ,  $He_2^*$ , H, и гидрино.

126. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором проходит каталитическая реакция диспропорционирования (перераспределения) атомарного водорода, в которой низкоэнергетические атомы водорода (гидрино) действуют как катализаторы, поскольку каждое из значений энергии метастабильного возбуждения, резонансного возбуждения и энергии ионизации атомов гидрино составляет  $m \cdot 27,2$  эВ.

127. Способ по п.126, в котором каталитическая реакция с гидрино в качестве катализатора, с переходом из

$$H\left[\frac{a_H}{p}\right] \text{ в } H\left[\frac{a_H}{p+m}\right],$$

индуцируемая резонансной передачей мультиполя  $m \cdot 27,21$  эВ и передачей  $[(p^1)^2 - (p' - m')^2] \cdot 13,6$  эВ -  $m \cdot$

27,2 эВ с резонансным состоянием  $H\left[\frac{a_H}{p'-m'}\right]$ , возбужденного в  $H\left[\frac{a_H}{p'}\right]$  может быть представлена следующим уравнением:

$$H\left[\frac{a_H}{p'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p'-m'}\right] + H\left[\frac{a_H}{p+m}\right] + [((p+m)^2 - p^2) - (p'^2 - (p'-m')^2)] \cdot 13,6 \text{ эВ}$$

где  $p$ ,  $p'$ ,  $m$  и  $m'$  представляют собой целые числа.

128. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором атомы гидрино, которые имеют исходное квантовое число  $p$  низкоэнергетического состояния и радиус  $\frac{a_H}{p}$ , могут подвергаться переходу в состояние с квантовым числом  $(p+m)$  с низкоэнергетическим состоянием и радиусом  $\frac{a_H}{(p+m)}$  в результате реакции с атомом гидрино с исходным квантовым числом  $m'$  с низкоэнергетическим состоянием, исходным радиусом  $\frac{a_H}{m'}$  и конечным радиусом  $a_H$ , что обеспечивает суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы.

129. Способ по п.128, в котором атом гидрино  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$  ионизируется с атомом гидрино  $H\left[\frac{a_H}{m'}\right]$ , в ходе резонансной передачи энергии для получения реакции перехода,

представленной формулой

$$m X_{27,21} \text{ эВ} + H \left[ \frac{a_H}{m'} \right] + H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow$$

$$H^* + e^- + H \left[ \frac{a_H}{(p+m)} \right] + [(p+m)^2 - p^2 - (m'^2 - 2m)] X_{13,6} \text{ эВ}$$

$$H^* + e^- \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{1} \right] + 13,6 \text{ эВ}$$

и суммарная реакция может быть представлена следующим уравнением

$$H \left[ \frac{a_H}{m'} \right] + H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow$$

$$H \left[ \frac{a_H}{1} \right] + H \left[ \frac{a_H}{(p+m)} \right] + [2pm + m^2 - m'^2] X_{13,6} \text{ эВ}$$

130. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап установки преобразователя энергии для разделения ионов и электронов, для получения напряжения по меньшей мере на двух отдельных электродах.

131. Способ по п.128, дополнительно содержащий этапы установки электрода в контакте с удерживаемой плазмой для отбора электронов и установки противоэлектрода для перехвата положительных ионов в области за пределами удерживаемой плазмы.

132. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап установки по меньшей мере одного электрода, который намагничен для перехвата положительных ионов по меньшей мере одного отдельного ненамагниченного противоэлектрода для перехвата электронов и электрической нагрузки между разделенными электродами.

133. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке получают соединение, содержащее

(а) по меньшей мере одну из нейтральной, положительной или отрицательной разновидностей водорода с увеличенной энергией связи, имеющей энергию связи:

(i) большую, чем энергия связи соответствующих обычных разновидностей водорода, или

(ii) большую, чем энергия связи любых разновидностей водорода, для которых соответствующие обычные разновидности водорода являются нестабильными или не наблюдаются, из-за того, что энергия связи обычных разновидностей водорода меньше, чем тепловая энергия в условиях окружающей среды, или является отрицательной; и

(b) по меньшей мере один другой элемент.

134. Способ по п.133, дополнительно содержащий этап использования разновидностей водорода с увеличенной энергией связи из группы, состоящей из  $H_n$ ,  $H_n^-$  и  $H_n^{+}$ , где n представляет собой целое положительное число, при условии, что n больше 1, когда H имеет положительный заряд.

135. Способ по п.133, дополнительно содержащий этап использования разновидностей водорода с увеличенной энергией связи из группы, состоящей из (а) иона гидрида, имеющего энергию связи, большую, чем связь обычного иона гидрида (приблизительно 0,8 эВ) для  $p = \text{от } 2 \text{ до } 23$ , и в котором энергия связи представлена следующей формулой

$$\text{Энергия связи} = \frac{\eta^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2 \eta^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right)$$

где  $p$  - целое число больше единицы,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  - число "пи",  $h$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - боровский радиус и  $e$  - заряд электрона; (b) атома водорода, имеющего энергию связи, большую чем приблизительно 13,6 эВ; (c) молекулы водорода, имеющей первую энергию связи, большую чем приблизительно 15,5 эВ; и (d) иона молекулярного водорода, имеющего энергию связи, большую чем приблизительно 16,4 эВ.

136. Способ по п.133, в котором разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой ион гидрида, имеющий энергию связи приблизительно 3,0, 6,6, 11,2, 16,7, 22,8, 29,3, 36,1, 42,8, 49,4, 55,5, 61,0, 65,6, 69,2, 71,5, 72,4, 71,5, 68,8, 64,0, 56,8, 47,1, 34,6, 19,2 или 0,65 эВ.

137. Способ по п.133, в котором разновидности водорода с увеличенной энергией связи представляют собой ион гидрида, имеющий энергию связи:

$$\text{Энергия связи} = \frac{\eta^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \eta^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right)$$

где  $p$  - целое число больше единицы,  $s = 1/2$ ,  $\pi$  - число "пи",  $h$  - барьер постоянной Планка,  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $m_e$  - масса электрона,  $\mu_e$  - приведенная масса электрона,  $a_0$  - боровский радиус и  $e$  - заряд электрона.

138. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап установки источника слабого электрического поля.

139. Способ по п.138, в котором источник слабого электрического поля повышает скорость катализа второго катализатора таким образом, что энтальпия реакции катализатора приблизительно соответствует  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы, для обеспечения катализа водорода при работе ячейки.

140. Способ по п.89, дополнительно содержащий этап установки источника микроволновой энергии для формирования плазмы, в котором ячейка содержит резервуар, имеющий камеру, позволяющую поддерживать условия вакуума или давления, превышающего атмосферное давление, и источник катализатора выделяет катализатор, имеющий суммарную энтальпию  $m \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы.

141. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии содержит микроволновый генератор, настраиваемый микроволновой объемный резонатор, волновод и радиопрозрачное окно.

142. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии создает микроволновое излучение, которое настраивают с использованием настраиваемого микроволнового объемного резонатора, передают с помощью волновода и подают в резервуар через радиопрозрачное окно.

143. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии содержит по меньшей мере один, выбранный из группы, состоящей из ламп бегущей волны, клистронов, магнетронов, мазеров с циклотронным резонансом, гиротронов и лазеров на свободных электронах.

144. Способ по п.89, в котором резервуар содержит объемный резонатор, который представляет собой микроволновой объемный резонатор Эвенсона, и источник микроволновой энергии возбуждает плазму в объемном резонаторе Эвенсона.

145. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии генерирует микроволновое излучение с частотой в диапазоне от приблизительно 1 МГц до приблизительно 100 ГГц.

146. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии генерирует микроволновое излучение с частотой в диапазоне от приблизительно 50 МГц до приблизительно 10 ГГц.

147. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии генерирует микроволновое излучение с частотой в диапазоне 75 МГц  $\pm$  приблизительно 50 МГц.

148. Способ по п.89, в котором источник микроволновой энергии генерирует микроволновое излучение с частотой в диапазоне 2,4 ГГц  $\pm$  приблизительно 1 ГГц.

149. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий этап установки источника магнитного поля для магнитного удержания плазмы.

150. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке создается парциальное давление молекулярного и атомарного водорода в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 100 атм.

151. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке создается парциальное давление молекулярного и атомарного водорода в диапазоне от приблизительно 100 мторр ( $13,3 \text{ Н/м}^2$ ) до приблизительно 20 торр ( $2667 \text{ Н/м}^2$ ).

152. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке создается парциальное давление катализатора в диапазоне от приблизительно 1 мторр ( $0,133 \text{ Н/м}^2$ ) до 100 атм.

153. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке создается парциальное давление катализатора в диапазоне от приблизительно 100 мторр ( $13,3 \text{ Н/м}^2$ ) до 20 торр ( $2667 \text{ Н/м}^2$ ).

154. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока газа плазмы в диапазоне от приблизительно 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

155. Способ по п.154, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока газа плазмы в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 стандартных кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

156. Способ по п.154, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока газообразного водорода в диапазоне от приблизительно 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

157. Способ по п.154, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока газообразного водорода в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 стандартных кубических сан-

тиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

158. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока смеси водород - газ плазмы в диапазоне от приблизительно 0 до приблизительно 1 стандартных литров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

159. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором регулятор потока смеси обеспечивает скорость потока смеси водород - газ плазмы в диапазоне от приблизительно 0,001 до приблизительно 100 стандартных кубических сантиметров в минуту на кубический сантиметр объема ячейки.

160. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором ячейка обеспечивает плотность мощности для обеспечения плотности энерговыделения плазмы в диапазоне от приблизительно 0,01 Вт до приблизительно 100 Вт на кубический сантиметр объема ячейки.

161. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, дополнительно содержащий преобразователь энергии, который непосредственно преобразует энергию плазмы в электричество.

162. Способ по п.161, в котором преобразователь энергии содержит тепловой двигатель.

163. Способ по п.161, в котором прямой преобразователь энергии плазмы в электрическую энергию выбран из группы, состоящей из магнитогидродинамического преобразователя энергии с магнитным зеркалом, плазмодинамического преобразователя энергии, гиротрона, микроволнового преобразователя энергии с группированием фотонов, фотоэлектрического преобразователя энергии и преобразователя энергии с дрейфом заряда.

164. Способ по п.161, в котором преобразователь энергии на тепловом двигателе выбран из группы, состоящей из системы паровой турбины, газовой турбины, двигателя Стерлинга, термоэлектронного и термоэлектрического двигателя.

165. Способ по п.100, в котором источник питания обеспечивает напряжение в диапазоне от приблизительно 10 до приблизительно 50 кВ и плотность тока в диапазоне от приблизительно 1 до приблизительно до 100 А/см<sup>2</sup>.

166. Способ по п.100, дополнительно содержащий этап экранирования по меньшей мере одного из катода и анода с помощью диэлектрического барьера.

167. Способ по п.100, в котором в ячейке обеспечиваются высокое напряжение возбуждения и высокая частота.

168. Способ по п.100, в котором источник радиочастотной энергии содержит цепь возбуждения, включающую высоковольтный источник питания, для подачи излучения радиочастоты и цепь согласования внутреннего сопротивления.

169. Способ по п.168, в котором источник энергии высокого напряжения обеспечивает напряжение в диапазоне от приблизительно 100 В до приблизительно 1 МВ.

170. Способ по п.168, в котором высоковольтный источник питания обеспечивает напряжение в диапазоне от приблизительно 1 кВ до приблизительно 100 кВ.

171. Способ по п.168, в котором высоковольтный источник питания обеспечивает напряжение в диапазоне от приблизительно 5 до приблизительно 10 кВ.

172. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором источник катализатора обеспечивает каталитическую систему, благодаря которой происходит ионизация участвующих разновидностей, включающих атомы, ионы, молекулы, молекулярный ион, ионные или молекулярные соединения, эксимеры, Н и атом водорода, путем передачи  $t$  электронов, причем указанные разновидности имеют энергию связи, приблизительно составляющую  $13,6 \text{ эВ}/p^2$ , где  $p$  представляет собой целое число, до уровня континуума энергии так, что сумма значений энергии ионизации  $t$  электронов приблизительно составляет  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, большее единицы, и  $t$  представляет собой целое число.

173. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором источник катализатора обеспечивает катализатор, содержащий передачу  $t$  электронов между участвующими ионами, и передача  $t$  электронов от одного иона другому иону обеспечивает суммарную энтальпию реакции, при которой сумма энергии ионизации иона-донора электрона минус энергия ионизации иона-акцептора электрона составляет приблизительно  $m \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число, или  $m/2 \cdot 27,2 \pm 0,5 \text{ эВ}$ , где  $m$  представляет собой целое число большее единицы, и  $t$  представляет собой целое число.

174. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором ячейка производит свет.

175. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором ячейка содержит световое окно для распространения света, причем это окно распространяет свет полученной длины волны.

176. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором в ячейке образуется свет с короткими длинами волн, и ячейка содержит световое окно для распространения света с короткими длинами волн, который можно использовать для фотолитографии.

177. Способ по любому из пп.89, 93, 100, 105 и 106, в котором ячейка содержит световое окно для распространения света с покрытием из фосфора, который преобразует излучение на одной или нескольких коротких длинах волн в свет с большей длиной волны.

178. Способ по п.106, в котором электроны удерживаются в магнитной ловушке на силовых линиях

магнитного поля, в то время как положительные ионы дрейфуют.

179. Способ по п.178, в котором плавающий потенциал увеличивается на намагниченном электроде по отношению к ненамагниченному противоэлектроду для получения напряжения между электродами.

180. Способ получения плазмы, содержащий следующие этапы:

подачи в ячейку атомов водорода; и

подачи микроволнового излучения к источнику атомов водорода, достаточного для диссоциации водорода на отдельные атомы водорода при условиях, что два атома водорода действуют как водородный катализатор и ионизируются с поглощением в сумме 27,2 эВ от третьего атома водорода, в результате чего третий атом водорода переходит в более низкое энергетическое состояние и формирует низко-энергетический водород и при этом образуется плазма.

181. Способ по п.133, в котором разновидности водорода с увеличенной энергией связи выбирают из группы, состоящей из

(а) атома водорода, имеющего энергию связи приблизительно равную  $\frac{13,6эВ}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где p представляет собой целое число,

(б) иона (H<sup>-</sup>) гидрида с увеличенной энергией связи, имеющего энергию связи приблизительно равную

$$\frac{\eta^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi \mu_0 e^2 \eta^2}{m_e^2 a_0^3} \left( 1 + \frac{2^2}{\left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right),$$

где s = 1/2, π - число "пи", h - барьер постоянной Планка, μ<sub>0</sub> - магнитная постоянная, m<sub>e</sub> - масса электрона, μ<sub>e</sub> - приведенная масса электрона, a<sub>0</sub> - боровский радиус и e - заряд электрона;

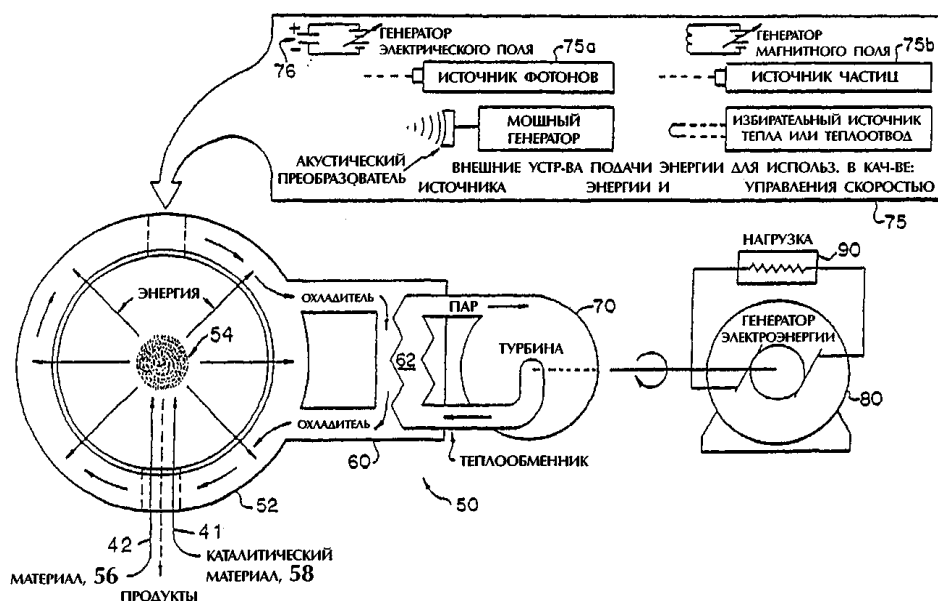
(с) разновидности водорода с увеличенной энергией связи H<sup>+</sup><sub>4</sub> (1/p);

(д) тригидридо молекулярного иона разновидности водорода с увеличенной энергией связи H<sup>+</sup><sub>3</sub> (1/p), имеющего энергию связи приблизительно равную  $\frac{22,6эВ}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где p представляет собой целое число,

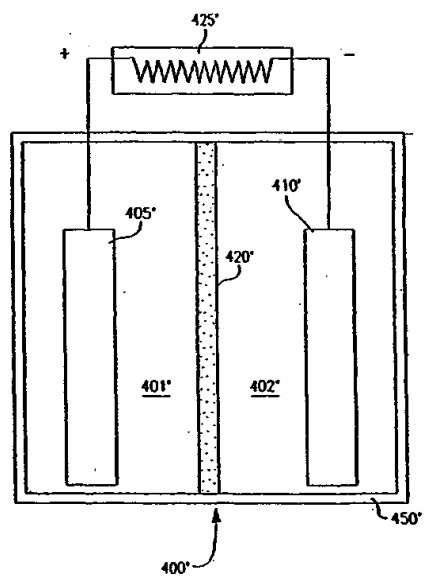
(е) молекулы водорода с увеличенной энергией связи, имеющей энергию связи, приблизительно

равную  $\frac{15,5эВ}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ ; и

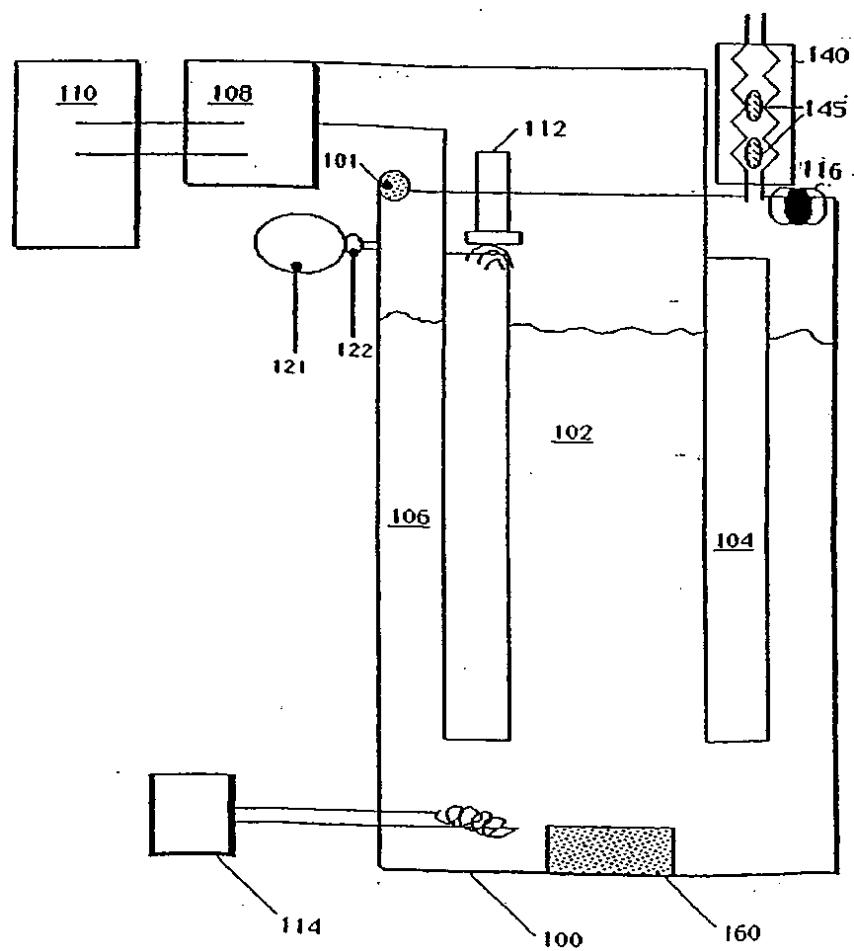
(ф) иона молекулярного водорода с увеличенной энергией связи со значением энергии связи, приблизительно равным  $\frac{16,4эВ}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ .



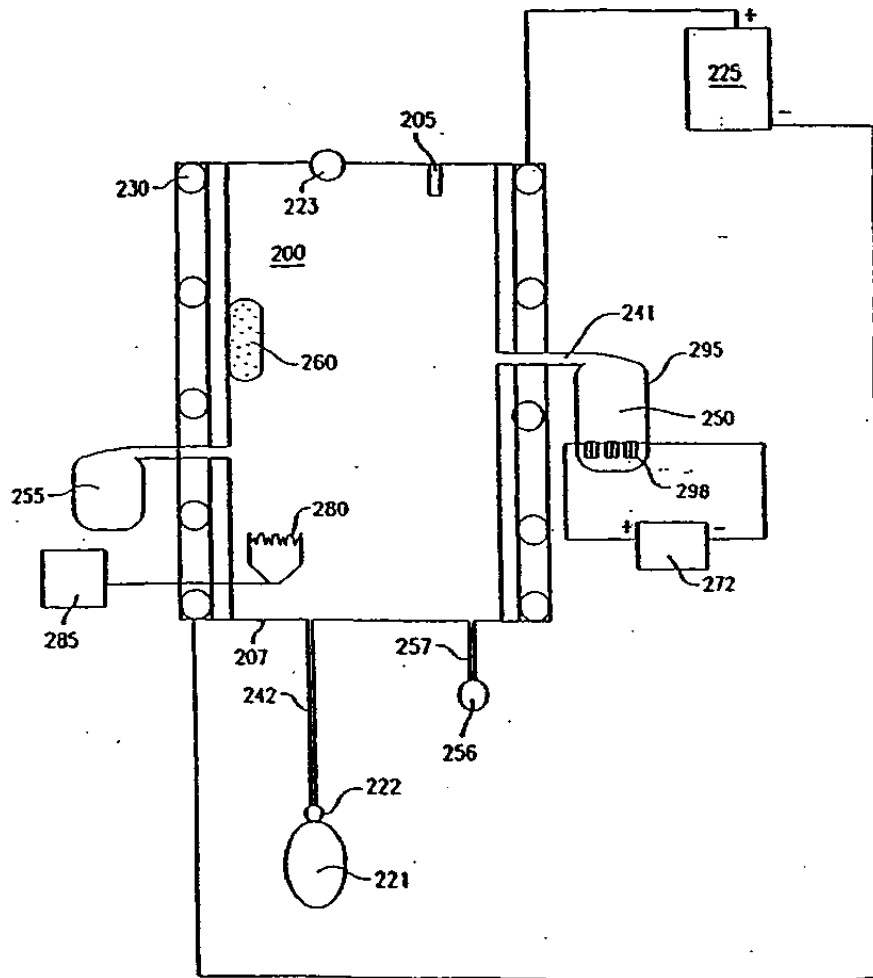
Фиг. 1



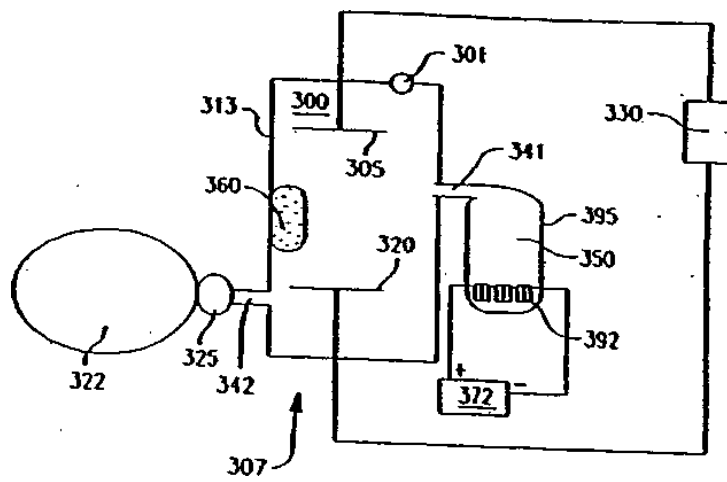
Фиг. 2



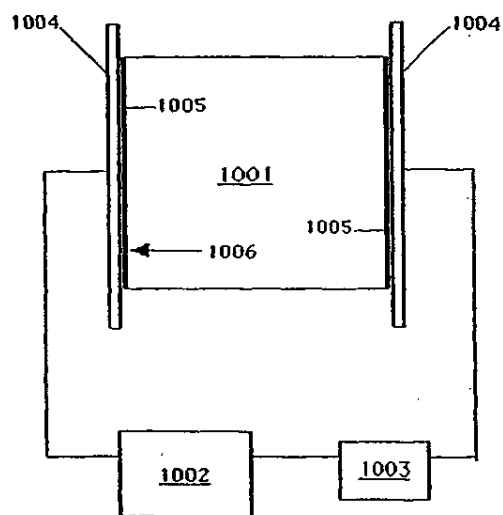
Фиг. 3



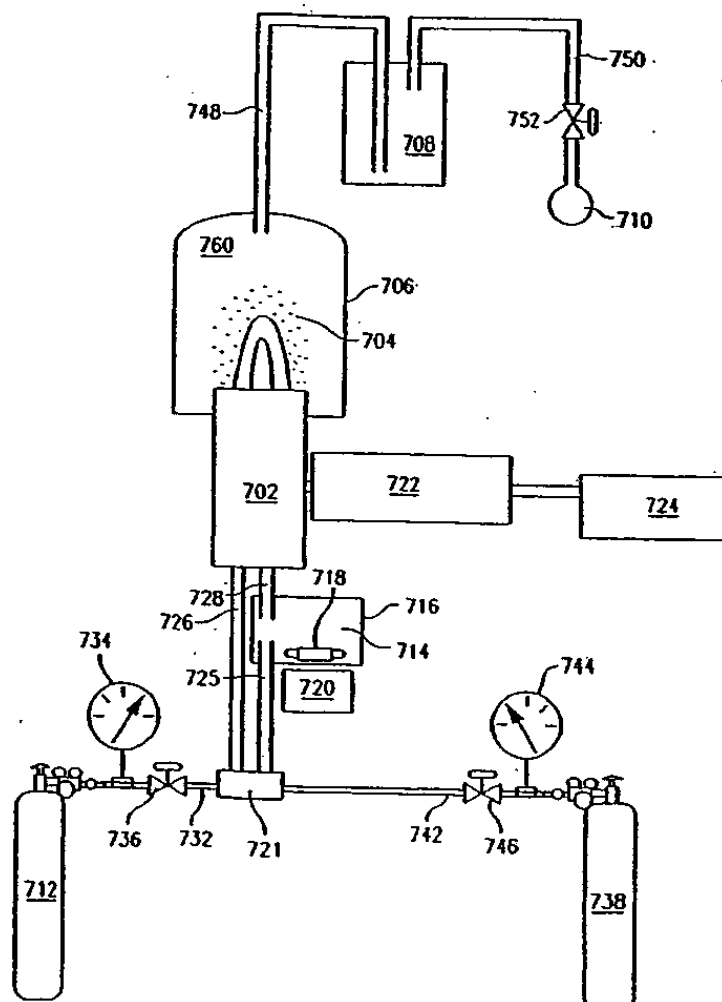
Фиг. 4



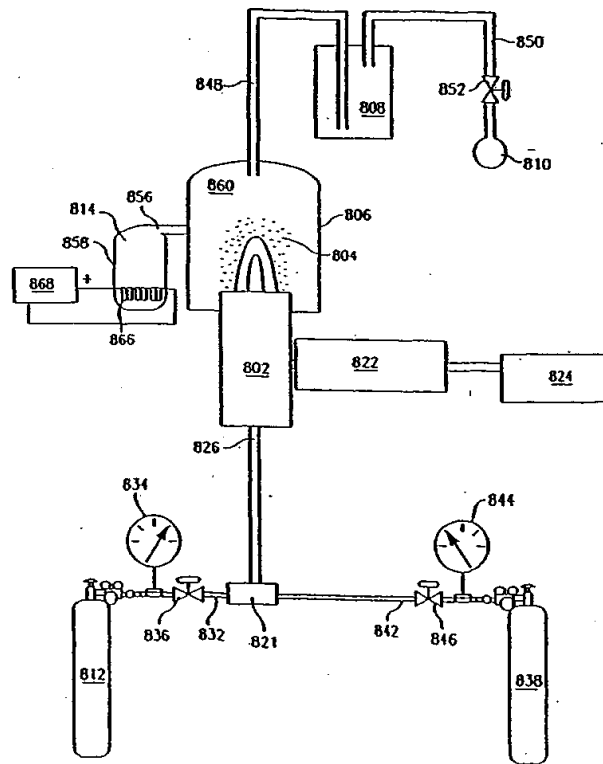
Фиг. 5



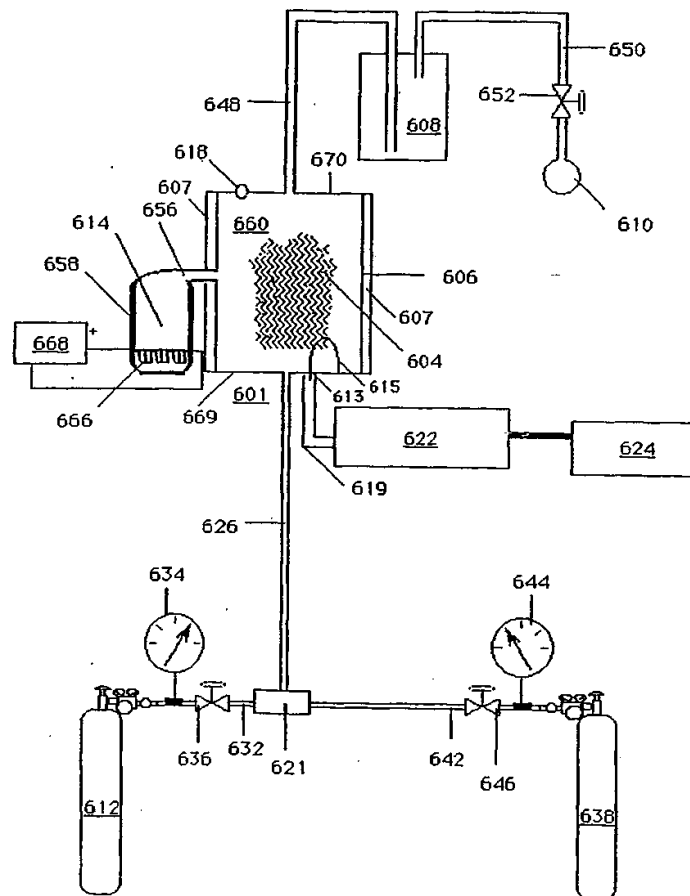
1000  
Фиг. 6



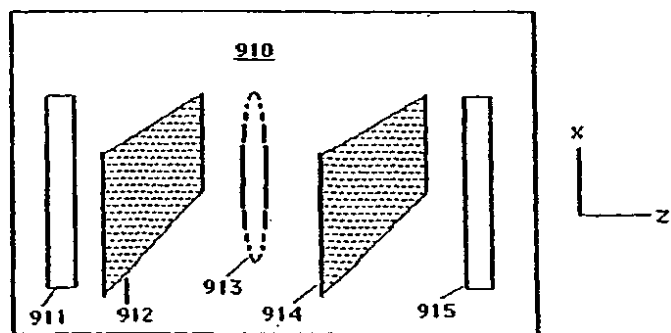
Фиг. 7



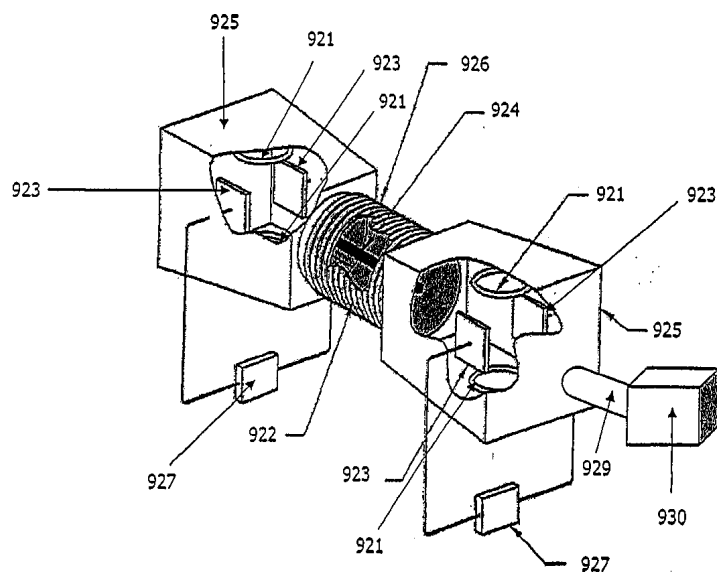
Фиг. 8



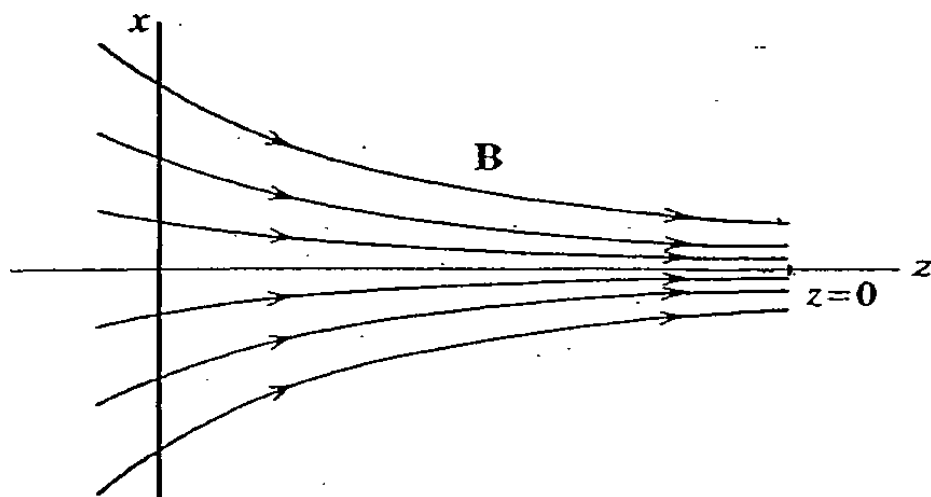
Фиг. 9



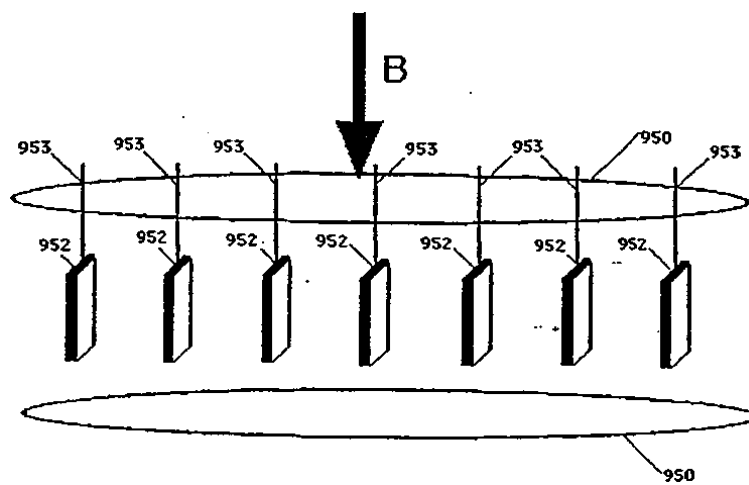
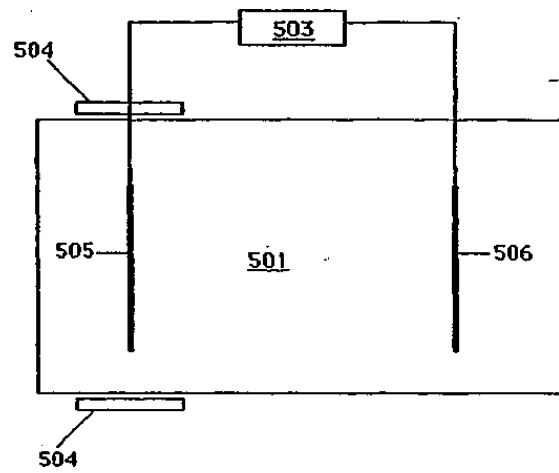
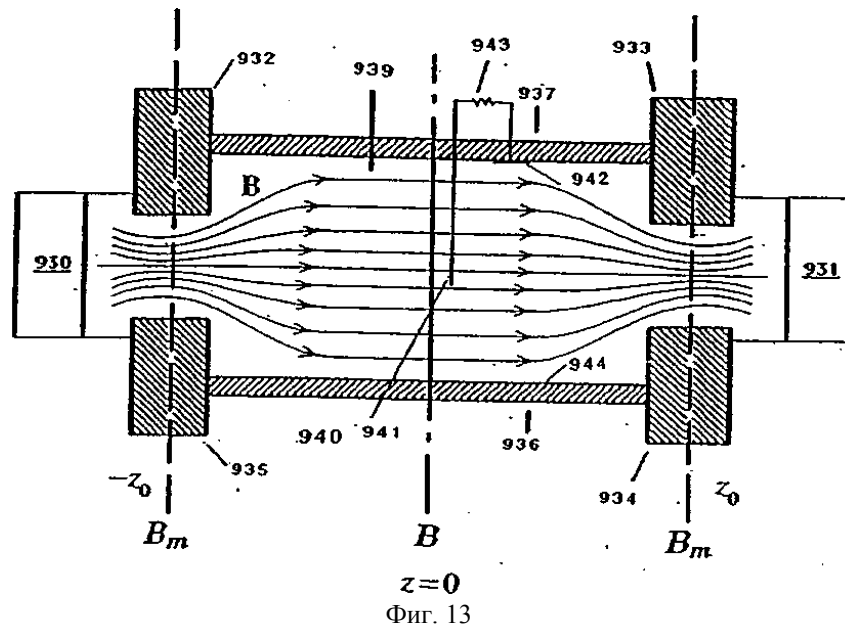
Фиг. 10

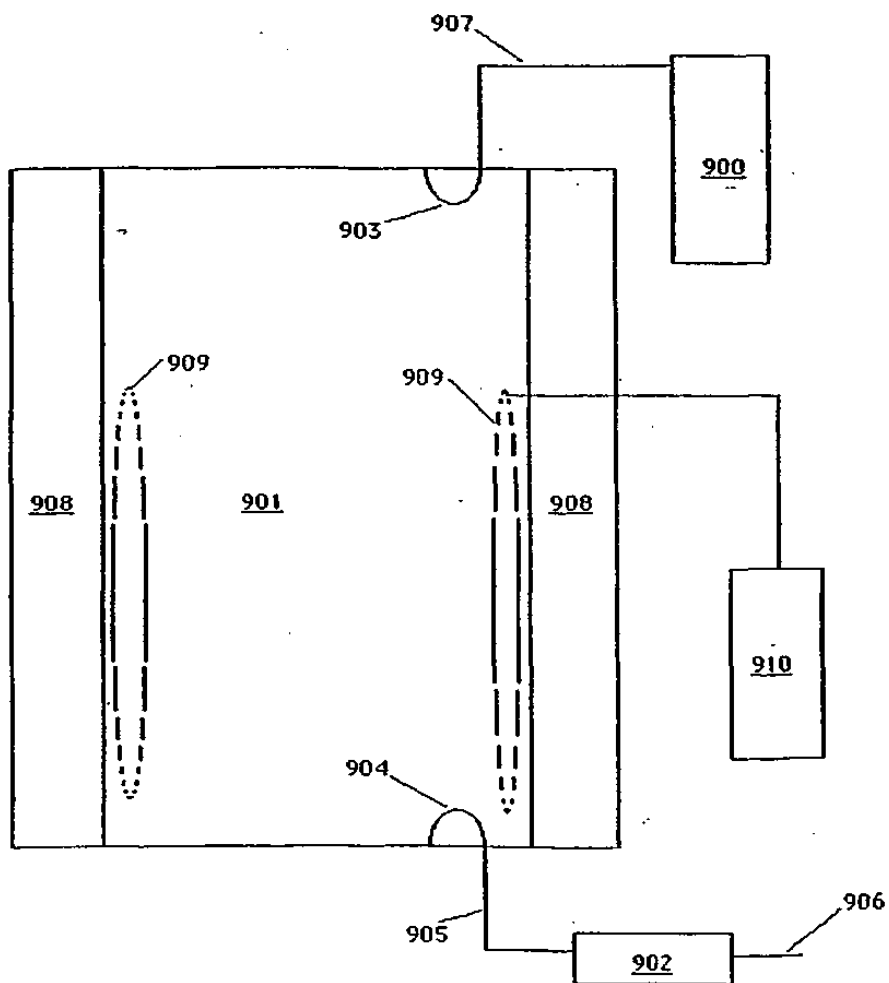


Фиг. 11



Фиг. 12





Фиг. 16

