

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Oktober 2006 (26.10.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/111335 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/003486

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2006 (15.04.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 018 291.7 18. April 2005 (18.04.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VARTA MICROBATTERY GMBH** [DE/DE]; Am Leineufer 51, 30419 Hannover (DE). **FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WAGNER, Stefan** [DE/DE]; Chodowieckstrasse 39, 10405 Berlin (DE). **HAHN, Robert** [DE/DE]; Güllweg 10C, 13156 Berlin (DE). **HOLL, Konrad** [DE/DE]; Spitzackerring 23, 73434 Aalen-Dewangen (DE). **KREIDLER, Bernd** [DE/DE]; Am Kapitelfeld 21, 73479 Ellwangen (DE). **KREBS, Martin** [DE/DE]; Mehlhofstrasse 52, 73494 Rosenberg (DE). **ILIC, Dejan** [DE/DE]; Badgasse 5/26, 73479 Ellwangen (DE).

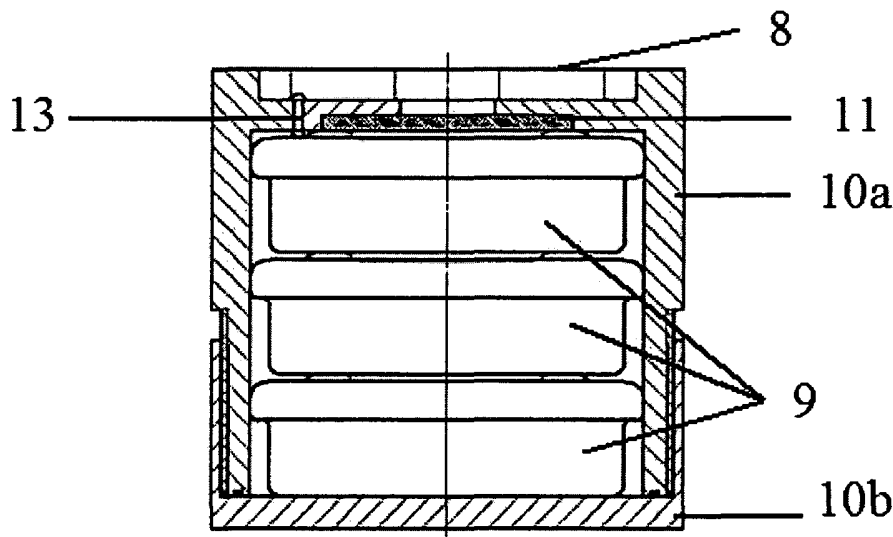
(74) Anwalt: **RUFF, WILHELM, BEIER, DAUSTER, & PARTNER**; Kronenstrasse 30, 70174 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM WITH AN ELECTROCHEMICAL HYDROGEN GENERATION CELL

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT ELEKTROCHEMISCHE WASSERSTOFFENTWICKLUNGSZELLE



(57) Abstract: The invention relates to a system for supplying a consumer with electrical power, comprising at least one fuel supply unit (9), which releases a gaseous fuel when an electric current flows therethrough, and comprising at least one fuel cell unit (8), inside of which the released gaseous fuel can be reacted with an oxidizing agent while generating power. The fuel supply unit is preferably a hydrogen generation cell comprising a zinc anode and a hydrogen cathode in an alkaline electrolyte.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie, umfassend mindestens eine Brennstoff Versorgungseinheit (9), die bei Durchfluss eines elektrischen Stroms einen gasförmigen Brennstoff freisetzt und mindestens eine Brennstoff zelleneinheit (8), in der der freigesetzte gasförmige Brennstoff unter Stromerzeugung mit einem Oxidationsmittel umsetzbar ist. Bei der Brennstoffversorgungseinheit handelt es sich vorzugsweise um eine Wasserstoff entwicklungszelle, welche eine Zinkanode und eine Wasserstoff kathode in einem alkalischen Elektrolyt umfasst.

WO 2006/111335 A1



KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT ELEKTROCHEMISCHER
WASSERSTOFFENTWICKLUNGSZELLE

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein brennstoffzellenbasiertes System zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie.

Portable Geräte wie Handys und Laptops sind aus dem Alltagsleben der heutigen Zeit kaum mehr wegzudenken. Um eine möglichst umfassende
10 Verfügbarkeit dieser Geräte zu gewährleisten, benötigen diese eine autarke, mobile Energieversorgung. Der Zuverlässigkeit und Qualität der Energiequelle kommt demzufolge eine grundlegende Bedeutung zu. Traditionell werden Batterien oder Akkus als Energiequelle für mobile Geräte eingesetzt. Der Gerätebetrieb mit nicht wiederaufladbaren
15 Batterien ist in der Regel allerdings sehr teuer, während Akkus der mechanischen und chemischen Alterung unterliegen. Zudem schreitet die Entwicklung im Bereich portabler elektronischer Produkte rasant fort und geht mit einem stetig steigenden Energiebedarf einher. Herkömmliche Energiequellen sind den stetig steigenden Anforderungen
20 kaum noch gewachsen. Aus diesem Grunde wird seit längerem die Anwendung mobiler Brennstoffzellen als Ersatz von Batterien und Akkus in kleineren Geräten wie Handys und Laptops diskutiert.

Als Brennstoffzelle bezeichnet man eine elektrochemische Zelle, in der
25 ein im Wesentlichen kontinuierlich zugeführter Brennstoff mit einem Oxidationsmittel umgesetzt wird, wobei nutzbare elektrische Energie durch Energiedirektumwandlung aus chemischer Energie gewonnen wird.

30 Als Brennstoff werden unter anderem Wasserstoff, Hydrazin, Methan, Erdgas, Benzin, Alkohole wie Methanol, oder auch Zuckerlösungen verwendet. Als Oxidationsmittel dienen beispielsweise Sauerstoff,

Wasserstoffperoxid oder Kaliumthiocyanat. Im Falle von Sauerstoff als Oxidationsmittel spricht man von „elektrochemischer Verbrennung“.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird unter dem Begriff „Brennstoffzelle“
5 meist die Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle verstanden, in der Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel dient. In einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle wird das Prinzip der Elektrolyse von Wasser umgekehrt.

10 Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Niedertemperatur-Brennstoffzellen und Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Niedertemperatur-Brennstoffzellen zeichnen sich im Allgemeinen durch einen sehr hohen elektrischen Wirkungsgrad aus. Sie sind aufgrund ihres günstigen leistungsspezifischen Gewichts insbesondere auch für den mobilen
15 Einsatz geeignet. Niedertemperatur-Brennstoffzellen werden in der Regel bei Temperaturen um 60 °C bis 100 °C betrieben. Aufgrund dieses relativ geringen Temperaturniveaus ist ihre Abwärme allerdings nur schlecht nutzbar. Bei Hochtemperatursystemen hingegen kann in einer zweiten Stufe auch die Abwärme genutzt werden, um elektrische
20 Energie zu gewinnen. Die Betriebstemperatur bei Hochtemperatursystemen kann bis zu 1.000 °C betragen.

Zu den heute technisch relevanten Typen von Brennstoffzellen zählen:

- die Alkaline fuel cell (AFC) mit alkalischem Elektrolyten,
- 25 - die Proton exchange membran fuel cell (PEMFC) sowie die Direct methanol fuel cell (DMFC) mit protonenleitenden Membranen als Elektrolyten,
- die Phosphor acid fuel cell (PAFC) mit phosphorsauren Elektrolyten,
- 30 - die Molten carbonate fuel cell (MCFC) mit Alkalicarbonatschmelzelektrolyten und
- die Solid oxide fuel cell (SOFC) mit keramischem Festelektrolyten.

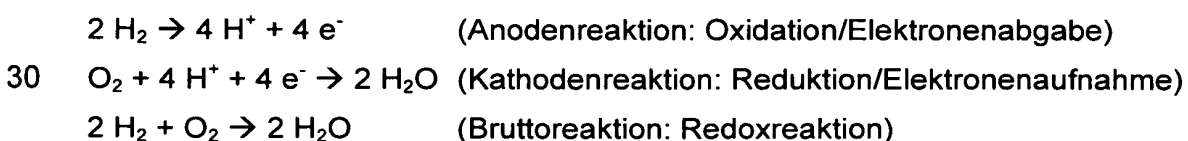
Die AFC, die DMFC und die PEMFC zählt man zu den Niedertemperatur-Brennstoffzellen, während es sich bei der SOFC (übliche Betriebstemperatur im Bereich zwischen 800 °C und 1.000 °C) und der MCFC (übliche Betriebstemperatur im Bereich zwischen 600 °C und 650 °C) um Hochtemperatur-Brennstoffzellen handelt. Mit einer üblichen Betriebstemperatur im Bereich zwischen 130 °C und 220 °C nehmen die phosphorsauren Zellen (PAFC) eine mittlere Stellung zwischen den Niedertemperatur- und den Hochtemperatur-Zellen ein.

10

All diese Brennstoffzellentypen setzen sich im allgemeinen aus zwei Elektroden zusammen, die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. An der Anode (dem Pluspol) wird der Brennstoff oxidiert (Anodenreaktion). Dabei entstehen unter Abgabe von Elektronen Kationen (z. B. H^+ -Ionen im Fall von Wasserstoff als Brennstoff). Die abgegebenen Elektronen bewegen sich über einen elektrischen Verbraucher (beispielsweise eine Glühlampe) in Richtung Kathode. An der Kathode (dem Minuspol) wird das Oxidationsmittel reduziert (Kathodenreaktion). Dabei entstehen unter Aufnahme von Elektronen Anionen (z. B. negativ geladene Sauerstoffionen im Fall von Sauerstoff als Oxidationsmittel). Die gebildeten Anionen reagieren abschließend mit den zur Kathode gewanderten Kationen. Im Fall von Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel bildet sich unter dem Strich Wasser als Produkt der Einzelreaktionen.

25

Die in einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ablaufenden Reaktionen lassen sich zusammenfassen wie folgt:



Dem Elektrolyten kommen in einer Brennstoffzelle mehrere Funktionen zu. Er stellt unter anderem den ionischen Stromtransport in der Brennstoffzelle sicher und bildet zudem eine gasdichte Barriere zwischen den beiden Elektroden. Wie oben bereits erwähnt, ist der Elektrolyt in alkalischen Brennstoffzellen gewöhnlich eine Flüssigkeit. In der PAFC und in der MCFC bilden anorganische, inerte Träger zusammen mit dem Elektrolyten eine ionenleitende und gasdichte Matrix. Bei der SOFC dient im allgemeinen ein Hochtemperatursauerstoffionenleiter (z. B. eine dotierte Zirkoniumoxidkeramik) als keramischer Festelektrolyt. In der PEMFC kommen für H^+ -Ionen durchlässige Polymere Membranen zum Einsatz.

Bei den Elektroden in Brennstoffzellen handelt es sich häufig um gasdurchlässige, poröse Elektroden (so genannte Gasdiffusionselektroden), die eine elektrokatalytische Schicht aufweisen. Durch diese Elektroden hindurch werden die jeweiligen Reaktionsgase an den Elektrolyten geführt. Die elektrokatalytische Schicht weist üblicherweise Edelmetalle, Raney-Nickel, Wolframcarbid, Molybdänsulfide, Wolframsulfide oder ähnliche geeignete Materialien auf.

Die Feinstverteilung des Reaktionsgases kann allerdings auch ohne Zwischenschaltung einer Gasdiffusionseinrichtung erfolgen. In der DE 101 55 349 ist ein Mikrobrennstoffzellensystem beschrieben, das eine Membran-Elektroden-Einheit (eine mit einer elektrokatalytischen Schicht versehene, ionenleitfähige Membran, kurz MEA) aufweist, die kathoden- und anodenseitig jeweils mit einer Stromableiterfolie versehen ist. Die Stromableiterfolien weisen Diffusionskanäle auf, die die Feinstdiffusion des Reaktionsgases auf der MEA sicherstellen.

Zur Versorgung einer Brennstoffzelle mit Wasserstoff oder einem anderen Reaktionsgas wird üblicherweise ein voluminöser Gasspeicher,

beispielsweise in Form einer Flasche, benutzt. Wasserstoff kann auch in Form einer Metallhydrid-Speiselegierung gespeichert werden. Gegen die Lagerung größerer Mengen an Wasserstoff gibt es allerdings ernstzunehmende Sicherheitsbedenken.

5

Wie eingangs bereits erwähnt, können neben Wasserstoff z. B. auch andere Brennstoffe wie Methanol oder Erdgas eingesetzt werden. Einige der oben erwähnten Brennstoffzellentypen (z. B. die AFC) sind allerdings nicht für die direkte Umsetzung anderer Brennstoffe als Wasserstoff geeignet. Brennstoffe wie Erdgas oder Benzin müssen in diesem Fall zuerst in Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt werden. Dies erfordert einen so genannten Reformer. Bei dem Reformer handelt es sich um ein externes Aggregat, das den eingesetzten Brennstoff in wasserstoffreiches Prozessgas umwandelt.

15

Eine DMFC erlaubt dagegen die direkte Umsetzung von Methanol ohne vorherige Reformierung in ein Reaktionsgas mit hohem Wasserstoffgehalt. Das flüssige Methanol wird direkt in Protonen, freie Elektronen und Kohlendioxid umgewandelt. Die DMFC ist als Weiterentwicklung der PEM-Brennstoffzelle wie diese mit einer Kunststoffmembran als Elektrolyt ausgestattet (siehe oben). Allerdings kommt es beim DMFC-Betrieb wegen der guten Löslichkeit von Methanol in Wasser üblicherweise zu der als Methanol-Crossover bekannten, unerwünschten Permeation von unverbrauchtem Methanol auf die Kathodenseite. Aufgrund des Methanol-Crossovers wird häufig nur mit einem verdünnten Methanol-Wasser-Gemisch gearbeitet, dessen Konzentration über Pumpen und Sensoren aufwendig geregelt werden muss.

30 Aufgrund der relativ hohen Energiedichte von Methanol liegt der Fokus der meisten Arbeiten auf dem Gebiet der Energieversorgung portabler Elektronikgeräte trotz der genannten Nachteile zur Zeit auf

Direktmethanol-Brennstoffzellen. Alternativ wird verstärkt auch an einer Kombination aus Brennstoffzelle und Mikroreformer gearbeitet. Trotz großer Anstrengungen ist es jedoch bislang noch nicht gelungen, die Entwicklung dieser Energiesysteme bis zur Serienreife voranzutreiben.

- 5 Es besteht nach wie vor ein dringender Bedarf an möglichst kleinen Energiequellen für tragbare Elektronikgeräte.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein zuverlässiges, auf Brennstoffzellentechnologie basierendes
10 Energiesystem bereitzustellen, das insbesondere den energetischen Anforderungen tragbarer Elektronikgeräte gerecht wird und über eine hohe Energiedichte verfügt.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ein System zur
15 Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vor. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Systems gemäß Anspruch 1 sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 10 beschrieben. Ebenfalls Erfindungsgegenstand ist ein Verfahren zum Betrieb einer
20 Brennstoffzelle mit den Merkmalen des Anspruchs 11, von dem eine bevorzugte Ausführungsform in Anspruch 12 beschrieben ist. Auch eine neue Verwendung einer Gasentwicklungszelle gemäß dem unabhängigen Anspruch 13 ist Gegenstand dieser Erfindung. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum
25 Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

Ein erfindungsgemäßes System zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer Energie umfasst mindestens eine Brennstoffversorgungseinheit sowie mindestens eine
30 Brennstoffzelleneinheit. Die Brennstoffversorgungseinheit setzt bei Durchfluss eines elektrischen Stroms einen gasförmigen Brennstoff frei,

der in der Brennstoffzelleneinheit unter Stromerzeugung mit einem Oxidationsmittel umgesetzt werden kann.

Bei der Brennstoffversorgungseinheit handelt es sich vorzugsweise um
5 eine Gasentwicklungszelle. In der Gasentwicklungszelle ist der gasförmige Brennstoff elektrochemisch erzeugbar, wobei die Menge des pro Zeiteinheit freigesetzten gasförmigen Brennstoffs gemäß dem Faradayschen Gesetz proportional zu der Menge des Stroms ist, der die Versorgungseinheit pro Zeiteinheit durchfließt. Die
10 Brennstoffversorgungseinheit ist der Brennstoffzelleneinheit somit als Quelle chemischer Energie zugeordnet.

Es ist besonders bevorzugt, dass die Brennstoffversorgungseinheit und die Brennstoffzelleneinheit elektrisch in Reihe geschaltet sind, so dass
15 unter Last die im Wesentlichen gleiche Strommenge durch die Versorgungseinheit und durch die Brennstoffzelleneinheit fließt. Da der elektrochemische Prozess in der Gasentwicklungszelle (wie oben beschrieben) an den Stromfluss gekoppelt ist, wird bei steigendem Stromfluss mehr Wasserstoff erzeugt, bei absinkendem Stromfluss
20 weniger. Der Stromfluss ist wiederum mit dem Leistungsbedarf des Verbrauchers gekoppelt. Fließt mehr Strom durch den Verbraucher, so wird in der Gasentwicklungszelle auch mehr Wasserstoff erzeugt, der in der Brennstoffzelleneinheit in elektrische Energie umgesetzt wird.

25 Folglich kann sich die elektrische Leistung des erfindungsgemäßen Systems im Betrieb bei Bedarf dynamisch dem Leistungsbedarf des Verbrauchers anpassen. Dies erlaubt den Verzicht auf ein separates, aufwendiges Regelungssystem. Dadurch hebt sich das erfindungsgemäße System von brennstoffzellenbasierten
30 Energiesystemen aus dem Stand der Technik besonders vorteilhaft ab.

Zudem lässt sich festhalten, dass der von der Brennstoffzelle benötigte gasförmige Brennstoff erst bei Bedarf im laufenden Betrieb erzeugt wird. Voluminöse Brennstoffbehälter werden somit nicht benötigt, was sich günstig auf die Energiedichte des Gesamtsystems auswirkt.

5

Bei dem gasförmigen Brennstoff, der in der Brennstoffzelleneinheit umgesetzt wird, handelt es sich vorzugsweise um Wasserstoff. Dieser wird in geeigneten Gaserzeugungszellen hergestellt.

- 10 Beim in der Brennstoffzelleneinheit umgesetzten Oxidationsmittel handelt es sich vorzugsweise um Sauerstoff, insbesondere um Luftsauerstoff.

Das erfindungsgemäße System weist im einfachsten Fall eine
15 Gasentwicklungszelle als Brennstoffversorgungseinheit und eine Brennstoffzelleneinheit auf. Ein solches System liefert in der Regel eine Spannung zwischen ca. 0,5 V und 1,3 V. Diese Spannung kann mit einem Spannungswandler gegebenenfalls an die benötigte Systemspannung angepasst werden. Höhere Spannungen können
20 problemlos durch Reihenschaltung von Gasentwicklungszellen und Brennstoffzellen erzielt werden. Dadurch kann das System auf einfache Weise an die jeweiligen Spannungs- und Stromanforderungen eines Verbrauchers adaptiert werden.

- 25 Vorzugsweise wird die gleiche Anzahl von Gasentwicklungszellen und Brennstoffzellen in Reihe geschaltet.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen kann die Zahl der Gasentwicklungszellen aber auch höher als die der
30 Brennstoffzelleneinheiten sein, beispielsweise zum Ausgleich von Gasverlusten in Folge von Undichtigkeiten.

Die erzeugte Gesamtleistung eines erfindungsgemäßen Systems ergibt sich aus der Multiplikation der Stromstärke mit der Summenspannung aus der mindestens einen Brennstoffversorgungseinheit und der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit.

5

Bei der Gasentwicklungszelle handelt es sich vorzugsweise um eine Wasserstoffentwicklungszelle mit einer elektrochemisch oxidierbaren Anode. In einer Wasserstoffentwicklungszelle ist das Reaktionsgas Wasserstoff chemisch in Form von Wasser als Hauptbestandteil des Elektrolyten drucklos gespeichert. Vorzugsweise weist die Wasserstoffentwicklungszelle eine Metallanode, insbesondere aus Zink, auf sowie eine Wasserstoffkathode und einen wässrigen, vorzugsweise alkalischen, Elektrolyten. Besonders bevorzugt sind Wasserstoffentwicklungszellen, die als Aktivmaterial eine Paste aus Zinkpulver, Kalilauge und einem Verdicker und eine Kathode aus einem Katalysator für die Reduktion von Wasser aufweisen. In ihnen erfolgt die Erzeugung von Wasser gemäß den folgenden Reaktionsgleichungen:

Anodenreaktion: $\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \Rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

20 Kathodenreaktion: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \Rightarrow 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$

Gesamtreaktion: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2$

Im Verlauf dieser Reaktion wird das im Becher befindliche Zink zu Zinkoxid oxidiert. An der Kathode entsteht Wasserstoffgas, das in Richtung der Brennstoffzelleneinheit abführbar ist.

Die Reaktion läuft nur dann ab, wenn Strom durch die Wasserstoffentwicklungszelle fließt. Die entwickelte Wasserstoffmenge ist mit der geschlossenen elektrischen Ladung über das Faradaysche Gesetz verknüpft. Somit kann die entstehende Wasserstoffmenge über den Strom exakt gesteuert werden.

30

Ein erfindungsgemäßes System weist vorzugsweise eine Gasentwicklungszelle auf, die im Ruhezustand über eine Ruhespannung von etwa 0,25 V bis 0,35 V verfügt. Derartige geeignete Gasentwicklungszellen sind unter anderem in der DE 35 32 335, der DE 41 16 359 und in der EP 1 396 899 beschrieben, auf die hiermit ausdrücklich Bezug genommen.

Ein erfindungsgemäßes System weist als Brennstoffzelleneinheit besonders bevorzugt eine sehr dünne Einheit, insbesondere eine Folienbrennstoffzelle mit protonenleitender Membran auf, wie sie beispielsweise in der DE 101 55 349 beschrieben ist.

Im einfachsten Fall umfasst ein erfindungsgemäßes System eine Brennstoffzelleneinheit. Umfasst das System mehrere Einheiten, so sind diese räumlich vorzugsweise planar nebeneinander angeordnet.

Werden Folienbrennstoffzellen als Brennstoffzelleneinheiten eingesetzt, so ist es bevorzugt, dass diese eine Membran-Elektroden-Einheit umfasst, die kathodenseitig mit einer porösen Stromableiterfolie und anodenseitig mit einer Ableiterfolie mit integrierter Brennstoff-Feinverteilung versehen ist. Die gesamte Membran-Elektroden-Einheit mit poröser Stromableiterfolie und mit integrierter Brennstoff-Feinverteilung ist vorzugsweise zwischen zwei Platten angeordnet. Die auf der Seite der porösen Stromableiterfolie angeordnete Platte weist insbesondere mindestens eine Öffnung auf, die den Zutritt von Oxidationsmittel, insbesondere von Luftsauerstoff, gewährleistet. Über diese mindestens eine Öffnung erfolgt bevorzugt auch der Austritt von Reaktionsprodukten aus der Brennstoffzelleneinheit. Insbesondere ist erzeugtes Reaktionswasser durch freie Konvektion aus der Brennstoffzelleneinheit abführbar. Auch der Austausch des Oxidationsmittels an der Brennstoffzellenkathode erfolgt im Betrieb bevorzugt kontinuierlich durch freie Konvektion. Unter freier Konvektion soll hier verstanden werden,

dass dem Teilchentransport ausschließlich die Auswirkungen eines Temperaturgradienten zugrunde liegen. Zusatzaggregate wie Lüfter oder Pumpen, insbesondere zum Transport der Reaktionsgase, werden nicht benötigt.

5

Die auf der Seite der Ableiterfolie mit integrierter Brennstoff-Feinverteilung angeordnete Platte weist vorzugsweise mindestens eine Öffnung auf, die die Zuführung von Brennstoff, insbesondere von Wasserstoff, in die mindestens eine Brennstoffzelleneinheit

10 gewährleistet.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße System mindestens eine Parallelschaltung zu der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit auf. Die mindestens eine

15 Parallelschaltung ist vorzugsweise für sehr niedrige Ströme (im Vergleich zum Stromfluss durch die mindestens eine Brennstoffzelleneinheit) ausgelegt.

In Weiterbildung ist der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit in

20 einer bevorzugten Ausführungsform mindestens ein elektrischer Gleichrichter, insbesondere mindestens eine Diode, parallelgeschaltet. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist parallel zur Brennstoffzelleneinheit mindestens ein Widerstand geschaltet.

25 Ein erfindungsgemäßes System weist vorzugsweise ein Ventil, insbesondere ein mechanisches Ventil, auf, das den Eintritt von Brennstoff in die Brennstoffzelleneinheit regelt. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Ventil um eine geschlitzte Silikonmembran. Das Ventil kontrolliert die Brennstoffzufuhr zwischen

30 Gasentwicklungszelle und Brennstoffzelleneinheit. Es öffnet vorzugsweise bereits bei geringem Wasserstoffüberdruck in der Gasentwicklungszelle. Zusammen mit der protonenleitenden Membran

der Brennstoffzelleneinheit verhindert es das Eindringen von Umgebungsluft und Luftfeuchtigkeit über die Brennstoffzelleneinheit in die Gasentwicklungszelle.

- 5 Vorzugsweise ist die Brennstoffzelleneinheit im Ruhezustand drucklos. Im Bedarfsfall kann sie aber schnell aktiviert werden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems ist zwischen Versorgungseinheit und Brennstoffzelleneinheit ein Gasreservoir als Brennstoff-Zwischenspeicher angeordnet. Dieses dient
10 dem Abfangen von Leistungsspitzen und gewährleistet zudem ein schnelles Ansprechen des Systems.

Es ist bevorzugt, dass das erfindungsgemäße System mindestens ein Verbindungsmittel, insbesondere in Form eines Adapters, umfasst, das
15 die mindestens eine Brennstoffversorgungseinheit der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit gasdicht verbindet, so dass im Betrieb kein Wasserstoff verlorengeht.

Besonders bevorzugt ist das Verbindungsmittel als Gehäuse
20 ausgestaltet, welches die mindestens eine Brennstoffversorgungseinheit gasdicht umschließt. Das Gehäuse weist vorzugsweise einen elektrisch isolierenden Teil auf sowie in diesen eingesetzt einen Metalldeckel, der als Minus-Ableiter des Gesamtsystems fungiert. Die mindestens eine Brennstoffzelleneinheit ist vorzugsweise mit der Anodenseite nach innen
25 gerichtet in das gasdichte Gehäuse eingesetzt. Ein als Pluspol des Gesamtsystems fungierender Kontakt ist bevorzugt auf der Außenseite der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit angeordnet.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die
30 Brennstoffversorgungseinheit eines erfindungsgemäßen Systems austauschbar. Vorzugsweise ist das Gehäuse zu diesem Zweck mit einer gasdicht schließenden Öffnung versehen, über die eine

verbrauchte Brennstoffversorgungseinheit gegen eine volle ausgetauscht werden kann. Es ist dabei zu betonen, dass natürlich nur die Brennstoffversorgungseinheit ausgetauscht werden muss. Die Brennstoffzelleneinheit kann im System verbleiben.

5

Bevorzugt werden die Abmessungen eines erfindungsgemäßen Systems so gewählt, dass sich dadurch eine Primärbatterie ersetzen lässt. Das erfindungsgemäße System lässt sich beispielsweise mit den Abmessungen einer Monozelle (also mit einer Höhe von ca. 6 cm und einem Durchmesser von ca. 3,4 cm) oder einer Triple A-Mikrozelle bzw. Double A-Mikrozelle (mit einer Höhe von ca. 4,5 cm und einem Durchmesser von ca. 1 cm bzw. einer Höhe von ca. 5,1 cm und einem Durchmesser von ca. 1,5 cm) konstruieren.

10

15 Auch ein Verfahren zum Betrieb einer Brennstoffzelle ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein gasförmiger Brennstoff unter Stromerzeugung mit einem Oxidationsmittel umgesetzt, wobei der umzusetzende Brennstoff und/oder das umzusetzende Oxidationsmittel in mindestens einer mit der Brennstoffzelle gasdicht verbundenen Gasentwicklungszelle elektrochemisch erzeugt wird.

20

Es ist dabei besonders bevorzugt, dass die Brennstoffzelle und die Gasentwicklungszelle elektrisch in Reihe geschaltet werden, so dass unter Last die gleiche Strommenge durch die Brennstoffzelle und durch die Gasentwicklungszelle fließt.

25

Aufgrund der Reihenschaltung ist, wie oben bereits beschrieben, der Leistungsbedarf des Verbrauchers mit der Gasentwicklung in der Gasentwicklungszelle und damit mit der Stromerzeugung in der Brennstoffzelleneinheit gekoppelt. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich also insbesondere durch eine einfache und elegante

30

Möglichkeit aus, die elektrische Leistung des erfindungsgemäßen Systems im Betrieb dynamisch und automatisch zu regeln, ganz ohne dass es eines separaten Regelungssystems bedarf. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich folglich auch als
5 Steuerungsverfahren verstehen.

Grundsätzlich lässt sich die elektrische Leistung des erfindungsgemäßen Systems über die elektrochemische Erzeugung des Brennstoffs und/oder die elektrochemische Erzeugung des
10 umzusetzenden Oxidationsmittels regeln. Im vorliegenden Fall ist die Regelung über die Brennstofferzeugung bevorzugt.

Als Brennstoff wird vorzugsweise Wasserstoff verwendet.

15 Als Gasentwicklungszelle wird vorzugsweise eine Wasserstoffentwicklungszelle mit einer elektrochemisch oxidierbaren Anode eingesetzt. Die Anode ist vorzugsweise eine Metallanode, insbesondere auf Basis von Zink. Zudem weist die verwendete Wasserstoffentwicklungszelle bevorzugt eine Wasserstoffkathode und
20 einen wässrigen, vorzugsweise alkalischen, Elektrolyten auf.

Als Oxidationsmittel wird vorzugsweise Sauerstoff verwendet. Besonders bevorzugt kommt Luftsauerstoff zum Einsatz, es ist allerdings auch denkbar, den Sauerstoff in einer Gasentwicklungszelle
25 elektrochemisch zu erzeugen.

Als Gasentwicklungszelle kann in diesem Fall eine Sauerstoffentwicklungszelle mit einer Sauerstoffanode, einer Metalloxidkathode (vorzugsweise aus Mangandioxid und Bleigraphit)
30 und einem wässrigen, vorzugsweise alkalischen, Elektrolyten verwendet werden, wie sie in der DE 35 32 335 beschrieben wird.

Erfindungsgegenstand ist auch die Verwendung einer Gasentwicklungszelle als Brennstoffquelle für eine Brennstoffzelle. Durch die Verwendung einer Gasentwicklungszelle wird, wie bereits erwähnt, die gefahrlose Speicherung größerer Mengen an Brennstoff ermöglicht, der erst freigesetzt wird, wenn er in der Brennstoffzelle benötigt wird. Auch die ebenfalls bereits beschriebene, vereinfachte dynamische Steuerung der Leistung der Brennstoffzelle durch den Verbraucher wird durch die erfindungsgemäße Verwendung ermöglicht.

10 Im erfindungsgemäßen System wird eine sehr hohe Energiedichte erreicht, welche die Energiedichte in herkömmlichen Alkali-Mangan-Batterien um mehr als das Doppelte übersteigen kann.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Zeichnungen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die einzelnen Merkmale jeweils für sich oder zu mehreren in Kombination miteinander bei einer Ausführungsform der Erfindung verwirklicht sein. Die beschriebenen besonderen Ausführungsformen dienen lediglich zur Erläuterung und zum besseren Verständnis der Erfindung und sind in keiner Weise einschränkend zu verstehen. Auch die nachstehend beschriebenen Zeichnungen sind Bestandteil der vorliegenden Beschreibung, was hiermit durch ausdrückliche Bezugnahme bekräftigt wird.

25

In Fig. 1 ist der Querschnitt einer als Brennstoffversorgungseinheit geeigneten Gasentwicklungszelle dargestellt.

In Fig. 2a ist der Querschnitt einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems mit mehreren Brennstoffzelleneinheiten und mehreren Brennstoffversorgungseinheiten dargestellt.

30

In Fig. 2b ist die flache Gehäuseoberseite des in Fig. 2a dargestellten Systems abgebildet, in die mehrere Brennstoffzelleneinheiten eingesetzt sind.

- 5 Fig. 3 zeigt ein Ventil in Form einer einfachen, geschlitzten Membran, das zur Regelung der Brennstoffzufuhr zwischen Gasentwicklungszelle und Brennstoffzelleneinheit geeignet ist.

- 10 Fig. 4 zeigt eine einfache elektrische Schaltung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems (ausgebildet gemäß Fig. 2a bzw. Fig. 2b) mit einem Verbraucher.

- 15 In Fig. 5 ist schematisch der Stromverlauf einer Ausführungsform eines gemäß Fig. 4 verschalteten, erfindungsgemäßen Systems nach Zuschalten eines Verbrauchers illustriert.

- 20 Fig. 6 zeigt den Potentialverlauf einer Ausführungsform eines gemäß Fig. 4 verschalteten, erfindungsgemäßen Systems nach Zuschalten eines Verbrauchers.

- Fig. 7 zeigt eine Anordnung von vier Brennstoffzellen auf einem kreisförmigen Substrat.

- 25 Fig. 8 zeigt im Querschnitt den schematischen Aufbau einer als Brennstoffzelleneinheit geeigneten Folienbrennstoffzelle mit Gasverteilung.

- 30 Die in Fig. 1 dargestellte Gasentwicklerzelle besitzt ein Gehäuse aus einem Becher 1, einem Deckel 3 und einer Dichtung 6. Der Becher enthält als Aktivmaterial eine Paste 2 aus Zinkpulver, Kalilauge und einem Verdicker. Im Deckel befindet sich die Kathode 4. Die Kathode

besteht aus einem Katalysator für die Reduktion von Wasser. Die Zelle weist eine Ruhespannung im Bereich zwischen 0,25 V und 0,35 V auf.

Beim Fließen von Strom durch die Gasentwicklungszelle wird das im Becher 1 befindliche Zink zu Zinkoxid oxidiert. In den Poren der Kathode 4 entsteht Wasserstoffgas, das in den Gasraum 5 entweicht und durch die Öffnung 7 aus der Zelle abströmen kann.

Die in Fig. 2a (Querschnitt) und Fig. 2b (Aufsicht) dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems besteht aus drei Brennstoffzelleneinheiten 8, den drei (gemäß Fig. 1 ausgebildeten) Gasentwicklungszellen 9 und einem Adapter 10, der in Form eines gasdichten Gehäuses um die Komponenten ausgebildet ist. Der Adapter besteht aus dem elektrisch isolierenden Teil 10a und einem Metalldeckel 10b, der auch als Minus-Ableiter des Gesamtsystems fungiert. Die Gasentwicklungszellen sind von den Brennstoffzellen in dem hier gezeigten Beispiel durch eine Silikonmembran 11 getrennt (vergleiche Fig. 3). Die Brennstoffzelleneinheiten sind gasdicht mit der Anodenseite nach innen gerichtet in den isolierenden Gehäuseteil 10a eingearbeitet. Es handelt sich dabei um flache Folienbrennstoffzellen, die in Fig. 8 dargestellt sind. Diese weisen anodenseitig eine Ableiterfolie mit integrierter Brennstoff-Feinverteilung auf.

Die drei Brennstoffzelleneinheiten und die drei Gasentwicklungszellen sind elektrisch in Reihe geschaltet. Dadurch wird eine höhere elektrische Spannung erzielt. Die elektrische Verbindung zwischen den Brennstoffzelleneinheiten und den Gasentwicklungszellen erfolgt durch den gasdicht durch das Gehäuseteile 10a geführten Kontakt 13. Ein Verbraucher kann über den Metalldeckel 10b (Minus-Pol) und den Kontakt 14 (Plus-Pol) angeschlossen werden.

Unter Last erzeugen die drei in Reihe geschalteten Gasentwicklungszellen Wasserstoff, der in den Innenraum des gasdichten Gehäuses entweicht. Über die Silikonmembran strömt der Wasserstoff zu den Brennstoffzelleneinheiten, in denen er mit Sauerstoff
5 umgesetzt wird.

Fig. 3 zeigt die bereits angesprochene einfache, mit den Schlitz 12 versehene Membran 11 aus Silikon mit Ventalfunktion.

10 In Fig. 4 ist eine einfache elektrische Verschaltung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems mit einem Verbraucher schematisch dargestellt. Drei Brennstoffzelleneinheiten 8 sind mit drei Gasentwicklungszellen 9 (ausgebildet gemäß Fig. 1) in Reihe geschaltet. Die Gasentwicklungszellen weisen jeweils eine
15 Ruhespannung zwischen 0,25 V und 0,35 V auf. Wird ein elektrischer Verbraucher V angeschlossen, so fließt zuerst ein relativ niedriger Strom über die Diode 24, die den Brennstoffzelleneinheiten parallel geschaltet ist. Mit Fließen dieses Stroms setzt in den Gasentwicklungszellen die Wasserstoffentwicklung gemäß der Reaktionsgleichung
20 $\text{H}_2\text{O} + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnO}$ ein. Nach kurzer Zeit steigt der Wasserstoffdruck im Adapter an, und der Wasserstoff strömt über die Membran 11 an die Anodenseite der Brennstoffzelleneinheiten 8. In den Brennstoffzelleneinheiten setzt die Wasserstoffverbrennung gemäß der Reaktionsgleichung $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ein. Die in den
25 Brennstoffzelleneinheiten und den Gasentwicklungszellen stattfindenden Einzelreaktionen lassen sich als Bruttoreaktionsgleichung $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2$ zusammenfassen.

In Fig. 5 ist der gemessene Stromverlauf eines gemäß Fig. 4
30 verschalteten Systems nach Zuschalten eines Verbrauchers schematisch dargestellt. Das Diagramm zeigt nach kurzer Verzögerung ein starkes Ansteigen des gemessenen Brennstoffzellenstroms,

begleitet von einem gleichzeitigen Absinken des Stromflusses durch die Diode.

Fig. 6 zeigt den Potentialverlauf eines erfindungsgemäßen Systems nach Zuschalten eines Verbrauchers. Das Diagramm zeigt nach kurzer Verzögerung einen schnellen Potentialanstieg.

Fig. 7 zeigt eine mögliche Anordnung von 4 Brennstoffzellen 8 auf einem kreisförmigen Substrat.

10

Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch eine als Brennstoffzelleneinheit geeignete Folienbrennstoffzelle. Die Folienbrennstoffzelle bestehend aus einer porösen kathodenseitigen Stromableiterfolie 17, der Membran-Elektrode-Einheit (MEA) 16 und der anodenseitigen Stromableiterfolie 18 mit integrierter Wasserstoff-Feinverteilung ist zwischen zwei Platten 20 und 23 eingepresst. Die untere Platte 23 übernimmt die Wasserstoff-Gasverteilung vom Zufluss 21 aus der Gasentwicklungszelle zu den einzelnen Brennstoffzellen (einzelne Zuflüsse 19). Die obere Platte 20 enthält gitterförmige oder geschlitzte Öffnungen, durch die der Luftsauerstoff Zutritt bzw. das Reaktionswasser abtransportiert wird. Der Verbund wird am Rand durch Klammern oder eine Umbördelung 22 zusammengedrückt.

25

Patentansprüche

1. System zur Versorgung eines Verbrauchers mit elektrischer
5 Energie, umfassend
- mindestens eine Brennstoffversorgungseinheit (9),
vorzugsweise in Form einer Gasentwicklungszelle, die bei
Durchfluss eines elektrischen Stroms einen gasförmigen
Brennstoff freisetzt und
 - 10 - mindestens eine Brennstoffzelleneinheit (8), in der der freige-
setzte gasförmige Brennstoff unter Stromerzeugung mit einem
Oxidationsmittel umsetzbar ist.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
15 Versorgungseinheit (9) und die Brennstoffzelleneinheit (8) elektrisch
in Reihe geschaltet sind, so dass unter Last die im Wesentlichen
gleiche Strommenge durch die Versorgungseinheit und durch die
Brennstoffzelleneinheit fließt.
- 20 3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Gasentwicklungszelle eine
Wasserstoffentwicklungszelle mit einer elektrochemisch
oxidierbaren Anode, einer Wasserstoffkathode und einem
wässrigen, vorzugsweise alkalischen, Elektrolyten ist.
- 25 4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass die Gasentwicklungszelle eine
Ruhespannung von etwa 0,25 V – 0,35 V aufweist.
- 30 5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass es sich bei der Brennstoffzelleneinheit um
eine Folienbrennstoffzelle handelt.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Folienbrennstoffzelle eine kathodenseitig mit einer porösen Stromableiterfolie (17) und anodenseitig mit einer Ableiterfolie (18) mit integrierter Brennstoff-Feinverteilung verbundene Membran-Elektroden-Einheit (16) umfasst.
7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens ein Verbindungsmittel, insbesondere in Form eines Adapters (10), umfasst, das die mindestens eine Versorgungseinheit mit der mindestens einen Brennstoffzelleneinheit gasdicht verbindet.
8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsmittel als Gehäuse ausgestaltet ist, das die mindestens eine Versorgungseinheit gasdicht umschließt.
9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Brennstoffzelleneinheit mit der Anodenseite nach innen gerichtet in das gasdichte Gehäuse eingesetzt ist.
10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den äußeren Abmessungen einer Monozelle.
11. Verfahren zum Betrieb einer Brennstoffzelle, in der ein gasförmiger Brennstoff unter Stromerzeugung mit einem Oxidationsmittel umgesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der umzusetzende Brennstoff und/oder das umzusetzende Oxidationsmittel in mindestens einer mit der Brennstoffzelle gasdicht verbundenen Gasentwicklungszelle elektrochemisch erzeugt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzelle und die Gasentwicklungszelle elektrisch in Reihe

geschaltet werden, so dass unter Last die gleiche Strommenge durch die Brennstoffzelle und durch die Gasentwicklungszelle fließt.

13. Verwendung einer Gasentwicklungszelle als Brennstoffquelle für
5 eine Brennstoffzelle.

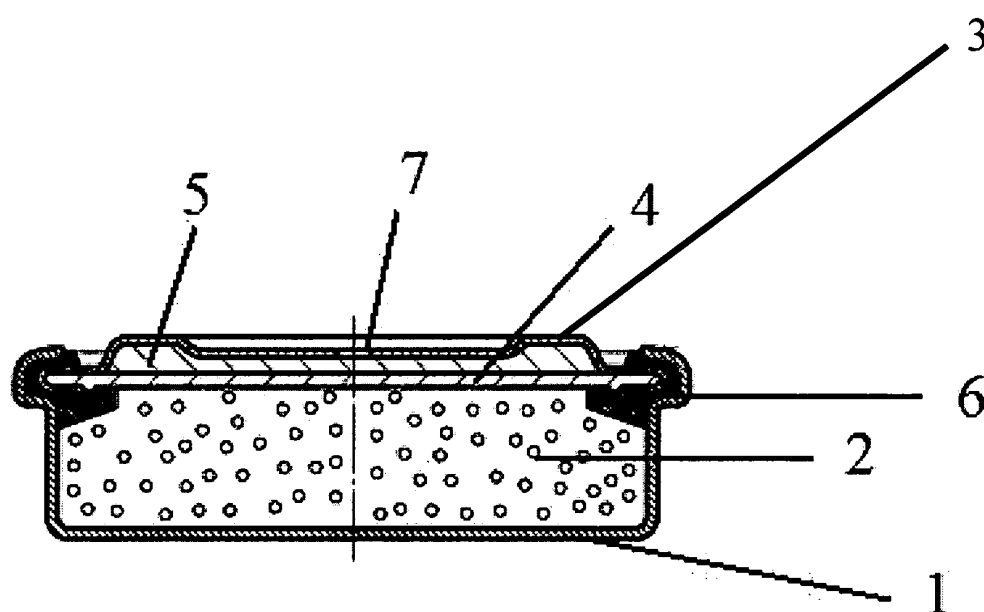
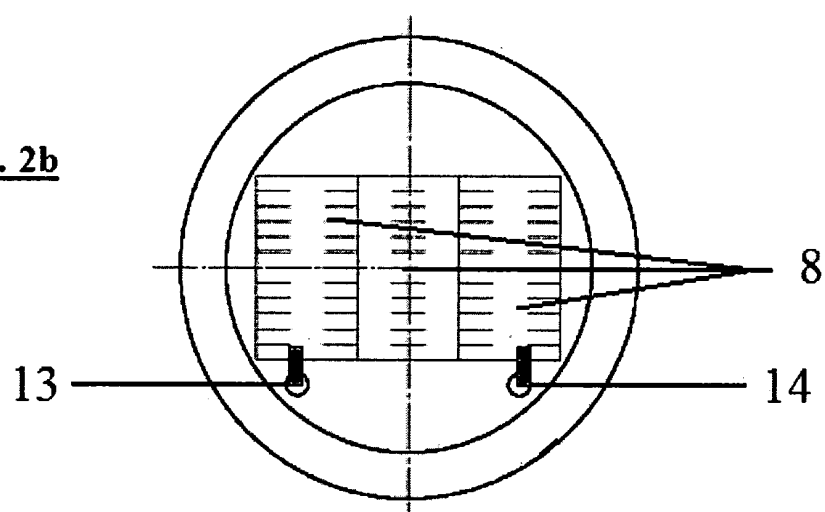
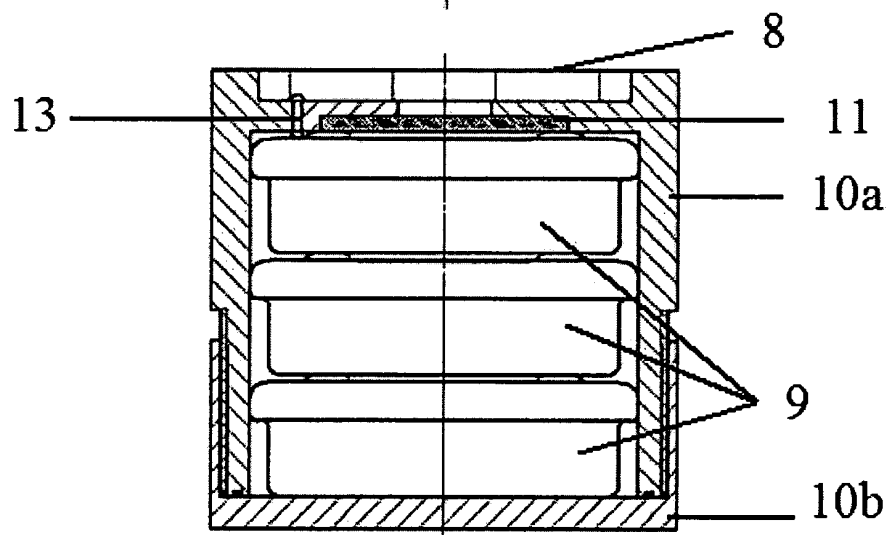
**Fig. 1**

Fig. 2b**Fig. 2a**

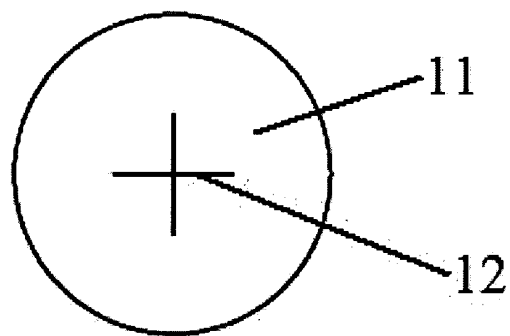
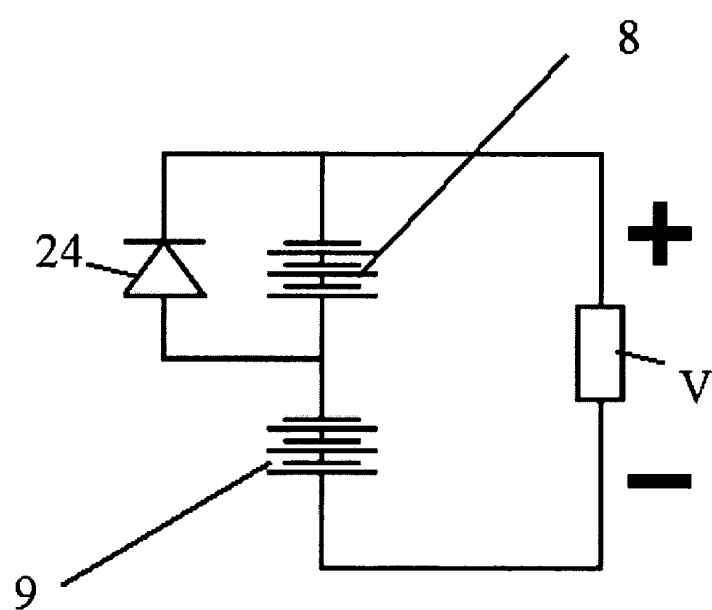
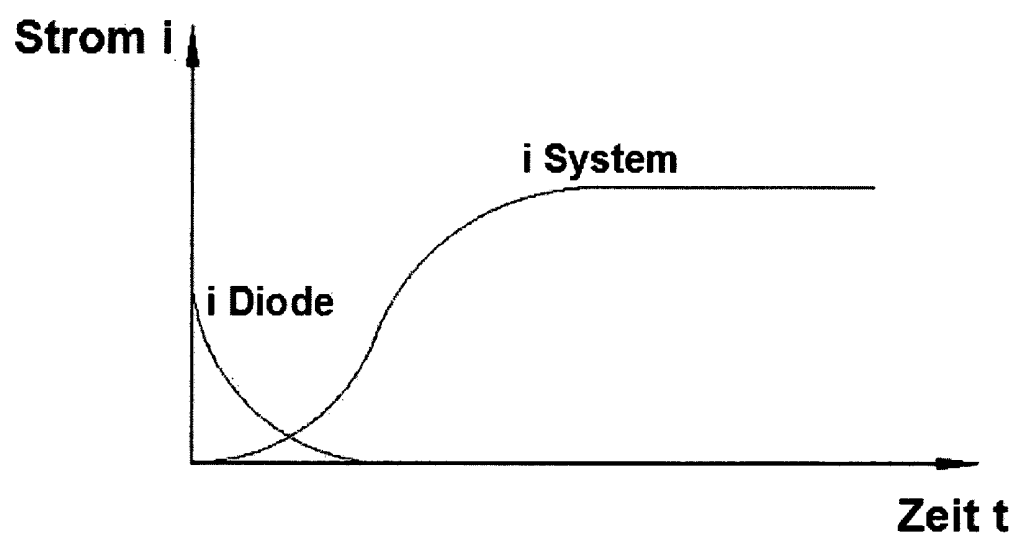
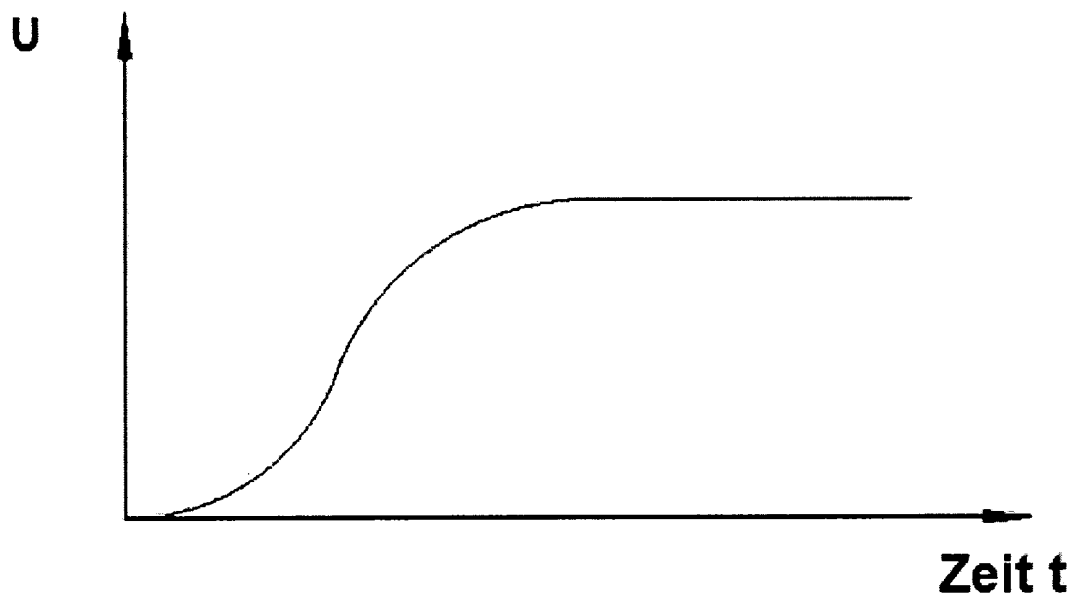


Fig. 3

**Fig. 4**

**Fig. 5**

**Fig. 6**

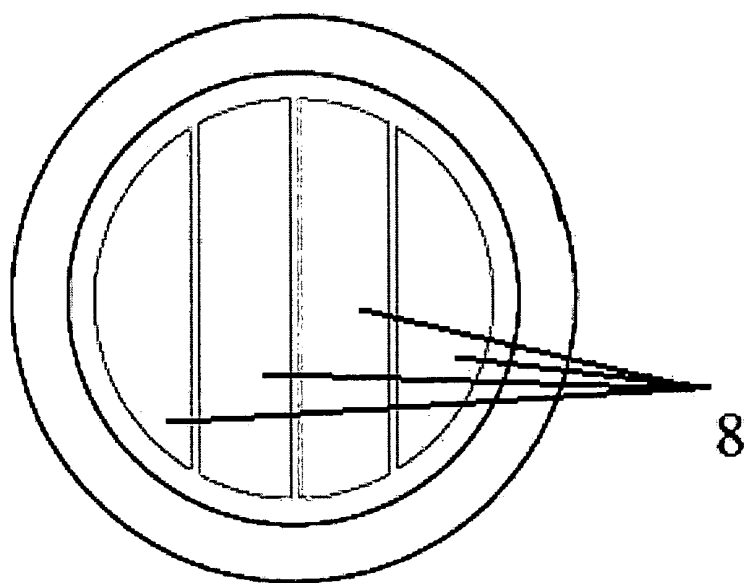
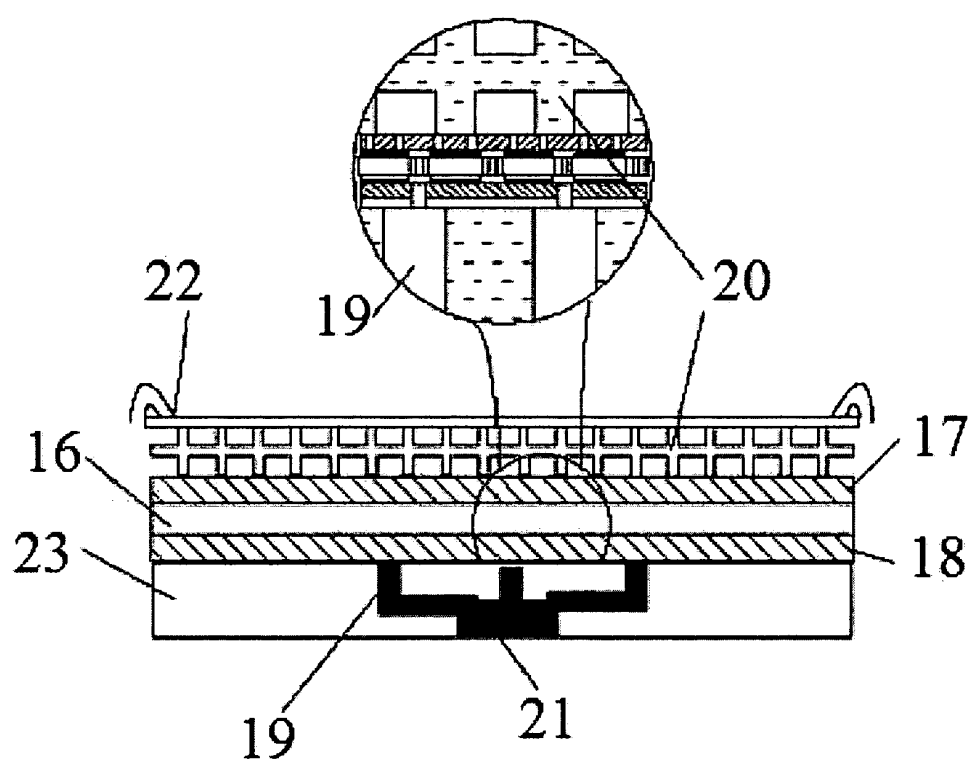


Fig. 7

**Fig. 8**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/003486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M8/06

ADD. H01M8/10 H01M8/02 H01M8/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2004/229090 A1 (DAVIS STUART M ET AL) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraph [0007] - paragraph [0008]; figure 2 paragraph [0040] - paragraph [0043] paragraph [0079] - paragraph [0081]; figure 1	1-5, 7, 8, 10-13 6
X	----- EP 1 318 558 A (ELDAT COMMUNICATION LIMITED) 11 June 2003 (2003-06-11) paragraphs [0005], [0128]; figure 16b paragraph [0113] - paragraph [0119] paragraph [0121] ----- -/--	1-3, 5, 7, 11-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2006

Date of mailing of the international search report

24/07/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raimondi, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/003486

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 17 96 284 A1 (ROBERT BOSCH GMBH; ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART) 3 August 1972 (1972-08-03) the whole document	1,5,7-9, 11,13
Y	DE 101 55 349 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 15 May 2003 (2003-05-15) cited in the application paragraphs [0001], [0024]; figure 1 paragraph [0026]	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/003486

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004229090	A1	18-11-2004	BR PI0410321 A 23-05-2006
			EP 1629561 A2 01-03-2006
			WO 2004105171 A2 02-12-2004
EP 1318558	A	11-06-2003	US 2003091878 A1 15-05-2003
DE 1796284	A1	03-08-1972	NONE
DE 10155349	A1	15-05-2003	WO 03038935 A1 08-05-2003
			EP 1440489 A1 28-07-2004
			JP 2005521194 T 14-07-2005
			US 2005123817 A1 09-06-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/003486

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M8/06

ADD. H01M8/10 H01M8/02 H01M8/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 2004/229090 A1 (DAVIS STUART M ET AL) 18. November 2004 (2004-11-18) Absatz [0007] - Absatz [0008]; Abbildung 2 Absatz [0040] - Absatz [0043] Absatz [0079] - Absatz [0081]; Abbildung 1 -----	1-5,7,8, 10-13 6
X	EP 1 318 558 A (ELDAT COMMUNICATION LIMITED) 11. Juni 2003 (2003-06-11) Absätze [0005], [0128]; Abbildung 16b Absatz [0113] - Absatz [0119] Absatz [0121] -----	1-3,5,7, 11-13
X	DE 17 96 284 A1 (ROBERT BOSCH GMBH; ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART) 3. August 1972 (1972-08-03) das ganze Dokument ----- -/--	1,5,7-9, 11,13

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/07/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raimondi, F

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 101 55 349 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 15. Mai 2003 (2003-05-15) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0001], [0024]; Abbildung 1 Absatz [0026] -----	6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/003486

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2004229090	A1	18-11-2004	BR	PI0410321 A	23-05-2006
			EP	1629561 A2	01-03-2006
			WO	2004105171 A2	02-12-2004
EP 1318558	A	11-06-2003	US	2003091878 A1	15-05-2003
DE 1796284	A1	03-08-1972	KEINE		
DE 10155349	A1	15-05-2003	WO	03038935 A1	08-05-2003
			EP	1440489 A1	28-07-2004
			JP	2005521194 T	14-07-2005
			US	2005123817 A1	09-06-2005