



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: C 25 B

1/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENTSCHRIFT A5

11

640 005

21 Gesuchsnummer: 436/79

73 Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

22 Anmeldungsdatum: 17.01.1979

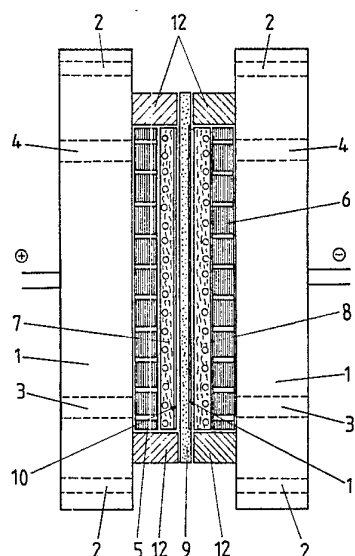
24 Patent erteilt: 15.12.1983

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.12.1983

72 Erfinder:
Dr. Anton Menth, Nussbaumen
Dr. René Müller, Fislisbach
Dr. Samuel Stucki, Baden

54 Elektrolysezelle für die Wasserzersetzung.

57 Elektrolysezelle für die Wasserelektrolyse, bestehend aus einer Kunststoffpolymer-Folie als Feststoffelektrolyt (9), je beidseitig anschliessende, als Elektroden dienende feinporöse (7, 8) und grobporöse (5, 6) Körper und zwei der Stromzuleitung dienende bipolare Platten (1), wobei der feinporöse Körper (7) auf der O₂-Seite den Anodenkatalysator (10) und der Feststoffelektrolyt (1) auf der H₂-Seite den Kathoden-Katalysator (11) trägt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolysezelle mit Feststoffelektrolyt aus Kunststoffpolymer für die Wasserzersetzung, dadurch gekennzeichnet, dass für die Strom- und Wasserzufuhr sowohl auf der Anoden- wie auf der Kathodenseite je eine abwechselungsweise als Anode und als Kathode wirkende bipolare Platte (1) und daran anschliessend je ein grob- (5, 6) und je ein feinporöser (7, 8) Körper vorgesehen ist und dass sich der als Folie auf der Basis perfluorierter Sulfosäuren aufgebaute Feststoffelektrolyt (9) unter Zwischenschaltung je eines Katalysators (10, 11) zwischen den feinporösen Körpern (7, 8) befindet und gegen die bipolaren Platten (1) zu stirnseitig mit einer Dichtung (12) am ganzen Umfang abgeschlossen ist.

2. Elektrolysezelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die bipolaren Platten (1) in der Nähe ihres Umfanges stirnseitig mit einem umlaufenden Wulst (13) rechteckförmigen Querschnitts versehen sind, derart, dass sich zwei gegenüberliegende Wulste (13) benachbarter bipolarer Platten (1) unter Zwischenschaltung der Feststoffelektrolyt-Folie (9) und eines Isolierendes (14) auf der Anodenseite gegenseitig aufeinander abstützen und mit letzteren zusammen die Dichtung der Zelle bilden.

3. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bipolare Platte (1) aus rostfreiem Stahl oder aus einem Graphit-Verbundwerkstoff besteht.

4. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der grob-poröse Körper (5, 6) aus einem platinieren Titanblech oder aus Graphit besteht.

5. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der fein-poröse Körper (7, 8) aus einem metallischen Gewebe aus Ti, Ta, Pt, Cu, Bronze oder Messing oder aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Graphit und Polytetrafluoräthylen mit Metallnetz-Armierung besteht.

6. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bipolare Platte (1) und der grob-poröse Körper (5, 6) stofflich eine Einheit bilden, welche aus einem Graphit-Verbundwerkstoff mit stirnseitigem Kanalaraster (15) besteht.

7. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Anodenseite ein aus einem Tantal- oder Titangewebe mit aufgespresstem Graphit-Verbundwerkstoff als Katalysatorträger bestehender feinporöser Körper (7) vorgesehen ist.

8. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Kathodenseite ein mit der Oberfläche des Feststoffelektrolyten fest verwachsener, in feindisperser Form vorliegender, aus einem Platinmetall bestehender Katalysator (11) vorgesehen ist.

9. Elektrolysezelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bipolare Platte (1) aus rostfreiem Stahl und der grob-poröse Körper (5, 6) auf beiden Seiten aus einem platinieren Titanblech besteht, dass ferner der feinporöse Körper (7) auf der Anodenseite aus Tantal- oder Titangewebe mit aufgespresstem Graphit-Verbundwerkstoff als Katalysatorträger für eine aus 80% Ir O₂ und 20% Ru O₂ als Katalysator (10) dienende Mischung besteht, und dass der fein-poröse Körper (8) auf der Kathodenseite aus einem mittels Bronze- oder Messingnetz armierten Graphit-Polytetrafluoräthylen-Verbundwerkstoff besteht, wobei der Katalysator (11) auf der Kathodenseite als fest mit dem Feststoffelektrolyten verbundene poröse Platin-Oberflächenschicht vorliegt.

10. Elektrolysezelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bipolare Platte (1) aus einem Graphitverbundwerkstoff mit Kanalaraster (15) als Einheit mit dem grob-porösen Körper (5, 6) besteht, dass ferner der fein-poröse Körper (7) auf der Anodenseite aus Tantal- oder Titangewebe als Katalysatorträger für eine aus 80% Ir O₂ und 20% Ru O₂

als Katalysator (10) dienende Mischung besteht, und dass der fein-poröse Körper (8) auf der Kathodenseite aus einem mittels Bronze- oder Messingnetz armierten Graphit-Polytetrafluoräthylen-Verbundwerkstoff besteht, wobei der Katalysator (11) auf der Kathodenseite als fest mit dem Feststoffelektrolyten (9) verbundene poröse Platin-Oberflächenschicht vorliegt.

Die Erfindung geht aus von einer Elektrolysezelle nach der Gattung des Anspruchs 1.

Elektrolysezelle für die Wasserzersetzung unter Verwendung von organischen Feststoffelektrolyten in Form von Kunststoffpolymer-Folien sind bekannt (z.B. US-PS 4 039 409 und US-PS 4 057 479). Die vielschichtigen Probleme der Wasser- und Stromzufuhr, des Kontaktes mit dem Feststoffelektrolyten und der Gasabfuhr versucht der Hersteller durch entsprechende Materialauswahl und konstruktive Gestaltung zu lösen. Da kein einzelnes Material die genannten Bedingungen auch nur annähernd optimal erfüllt, ist man in der Regel auf Verbundkonstruktionen und Kompromisse angewiesen.

Die Bedingungen nach gleichmässiger Stromverteilung sowie Benetzung der Feststoffelektrolyt-Folie auf ihrer gesamten Oberfläche sowie ein inniger Kontakt der letzteren mit den eigentlichen Elektroden werden von den oben genannten Ausführungen nur teilweise erfüllt. Für Laboratoriumszwecke und kleine Dimensionen mögen derartige Konstruktionen genügen, für grossflächige Elektrolysezellen von industriellen Anlagen hingegen dürften sie entsprechende Modifikationen erfordern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Elektrolysezelle für die Wasserzersetzung anzugeben, welche unter Verwendung eines Kunststoffpolymers als Feststoffelektrolyt bei möglichst einfachem Aufbau und niedrigen Herstellungskosten die wirtschaftliche Erzeugung von Wasserstoff unter höherem Druck in grösserem Massstab gestattet. Die Zelle soll sich durch hohe Stromausbeute, hohen Energiewirkungsgrad und hohe Betriebssicherheit auszeichnen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der plattenweise Aufbau von industriellen Elektrolyseanlagen, im Falle der Wasserzersetzung nach Art der bekannten Filterpressen ist an sich durch die Natur der Sache vorgegeben. Es handelt sich nun darum, für eine möglichst gleichmässige Verteilung von Strom und Wasser und eine möglichst gleichmässige Gaserzeugung über die gesamte Oberfläche zu sorgen. Im vorliegenden Fall wird dies durch gezielten, abgestuften schichtweisen Aufbau der einzelnen Bauelemente erreicht. Je nach Funktion bieten sich dabei verschiedene Materialkombinationen an, welche von rostfreiem Stahl und Graphit für die bipolaren Platten über Metallgewebe und Verbundwerkstoffe für die porösen Zwischenschichten bis zu Platinmetallen und deren Oxyden für Katalysatoren reichen.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden, durch Figuren erläuterten Ausführungsbeispiele beschrieben.

Dabei zeigt:

Fig. 1 den Querschnitt durch eine Elektrolysezelle mit schichtweisem Aufbau und gesonderter Dichtung,

Fig. 2 den Querschnitt durch eine Elektrolysezelle anderer Ausführung ohne gesonderte Dichtung.

In Fig. 1 ist der Querschnitt durch eine erste Ausführung einer Elektrolysezelle mit schichtweisem Aufbau dargestellt.

1 ist je eine abwechselungsweise als Anode und als Kathode wirkende, aus rostfreiem Stahl oder aus einem Verbundwerkstoff auf Graphitbasis bestehende bipolare Platte, welche mit Längsbohrungen 2 für die axialen Haltebolzen, mit Längsbohrungen 3 für die Wasserzufuhr sowie mit Längsbohrungen 4 für die Gasabfuhr versehen ist. Die Längsbohrungen 4 sind gegenseitig innerhalb derselben Platte versetzt angeordnet, fluchten jedoch derart mit der nächstfolgenden Platte, dass durchgehende Kanäle für das getrennte Auffangen von Sauerstoff und Wasserstoff gebildet werden. 5 und 6 sind grob-poröse Körper auf der Anoden- bzw. Kathodenseite, welche für eine erste Wasserverteilung sorgen und dem Abfangen der Gase sowie der Stromzuleitung zu den eigentlichen Elektroden dienen. Die grob-porösen Körper 5 und 6 bestehen aus platinierter Titanblech oder aus Graphit. Daran schliessen die als eigentliche Elektroden dienenden fein-porösen Körper 7 und 8 (Anoden- bzw. Kathodenseite) an, welche aus einem metallischen Gewebe aus Ti, Ta, Pt, Cu, Bronze oder Messing oder aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Polytetrafluoräthylen mit Metallnetz-Armierung bestehen können. In einer bevorzugten Ausführung besteht der fein-poröse Körper 7 auf der Anodenseite aus einem Tantal- oder Titangewebe mit aufgedrucktem Graphit-Verbundwerkstoff als Katalysatorträger. In der Mitte der Zelle befindet sich der aus einem Kunststoffpolymer, bevorzugt aufgebaut auf der Basis perfluorierter Sulfosäuren (z.B. Handelsname «Nafion» von Du Pont), bestehende Feststoffelektrolyt 9. Auf der Anodenseite (O₂-Seite) des letzteren befindet sich der Katalysator 10, welcher in vorteilhafter Weise auf der Oberfläche des als Katalysatorträger dienenden fein-porösen Körpers 7 fest haftend aufgebracht ist. Auf der Kathodenseite (H₂-Seite) des Feststoffelektrolyten 9 befindet sich der Katalysator 11, welcher vorzugsweise als fest haftende Oberflächenschicht im Feststoffelektrolyten 9 verankert ist. Der Katalysator 10 besteht in einer bevorzugten Ausführung aus einer Mischung von Platinmetalloxyden, z.B. 80% IrO₂ und 20% RuC₂, während der Katalysator 11 in vorteilhafter Weise aus einem in fein-disperser Form vorliegenden Platinmetall besteht. Die die Zelle abschliessenden Dichtungen 12, beispielsweise aus Polyvinylchlorid oder Polytetrafluoräthylen bestehend, werden dank axial wirkender Spannkraft durch die bipolaren Platten 1 stirnseitig auf den als Folie vorliegenden Feststoffelektrolyten 9 gepresst.

In einer bevorzugten Ausführung der Zelle bestehen die bipolaren Platten 1 aus rostfreiem Stahl, die grob-porösen Körper 5 und 6 aus einem platinierter Titanblech, der fein-

poröse Körper 7 auf der Anodenseite aus einem Tantalgewebe mit einer aufgedruckten Mischung aus Graphit und Polytetrafluoräthylen als Träger für den Katalysator 10 und der fein-poröse Körper 8 auf der Kathodenseite aus einem Messinggewebe mit einer aufgedruckten Mischung aus Graphit und Tetrafluoräthylen.

Fig. 2 stellt den Querschnitt durch eine Elektrolysezelle ohne spezielle Dichtung dar. Der Aufbau kann grundsätzlich der gleiche wie unter Fig. 1 beschrieben sein. Im Unterschied zu letzterer weist jedoch hier jede der bipolaren Platten 1 einen Wulst 13 auf, welcher die Zelle am Umfang abschliesst und durch stirnseitiges Zusammenpressen des Randes des Feststoffelektrolyten 9 die Dichtung gewährleistet. Um korrosive Erscheinung und elektrolytische Nebenwirkungen an der bipolaren Platte 1 zu vermeiden, ist auf der Anodenseite (O₂-Seite) noch ein stirnseitiger Isolierring 14 vorgesehen. In der hier vorliegenden Ausführung bilden die bipolaren Platten 1 mit den zugehörigen grob-porösen Körpern 5 und 6 (Fig. 1) stofflich eine Einheit, so dass sich die separaten grob-porösen Körper erübrigen. Zu diesem Zweck bestehen die bipolaren Platten 1 aus einem Graphit-Verbundwerkstoff und sind auf den den anliegenden fein-porösen Körpern 7 und 8 zugekehrten Stirnseiten mit einem Kanalraster 15 versehen.

In einer bevorzugten Ausführung der Zelle bestehen die bipolaren Platten 1 aus besagtem Graphit-Verbundwerkstoff und weisen einen Kanalraster 15 auf, während der fein-poröse Körper 7 auf der Anodenseite aus Tantal- oder Titangewebe besteht, welches den Katalysator 10 (80% IrO₂/20% RuO₂) trägt, wogegen der kathodenseitige fein-poröse Körper 8 aus einem mittels Bronze- oder Messingnetz armierten Graphit-Polytetrafluoräthylen-Verbundwerkstoff aufgebaut ist. Der Feststoffelektrolyt 9 trägt auf der Kathodenseite die fest mit seiner Oberfläche verwachsene poröse Platinschicht als Katalysator 11.

Die Vorteile der neuen Zelle bestehen in der gleichmässigen Wasser- und Stromzuführung zu den Elektroden und der optimalen Wirkung der Katalysatoren dank ihrer spezifischen Anordnung auf der jeweiligen Trägersubstanz. Dies gilt insbesondere für den auf dem Feststoffelektrolyten aufgetragenen kathodenseitigen Katalysator, welcher für bestmöglichen Kontakt an der Trennfuge zum fein-porösen Körper sorgt und eine hohe spezifische Oberfläche hat.

Die Elektrolysezelle eignet sich für die Wasserstofferzeugung unter hohen Drücken und kann bis ca. 100 bar Verwendung finden.

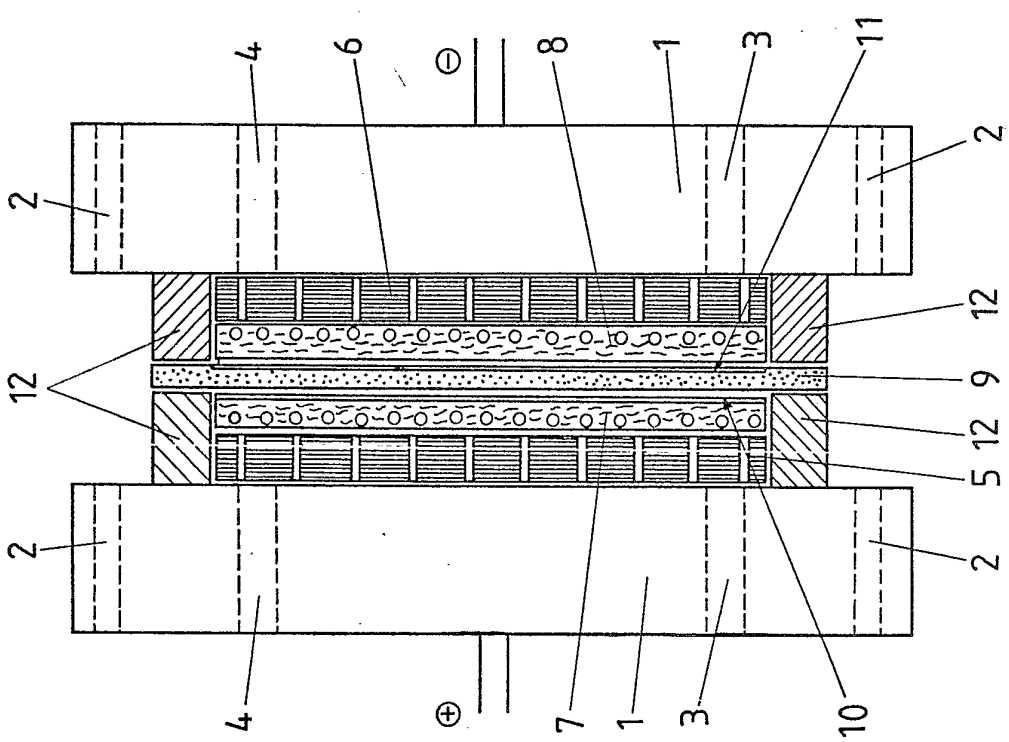


FIG.1

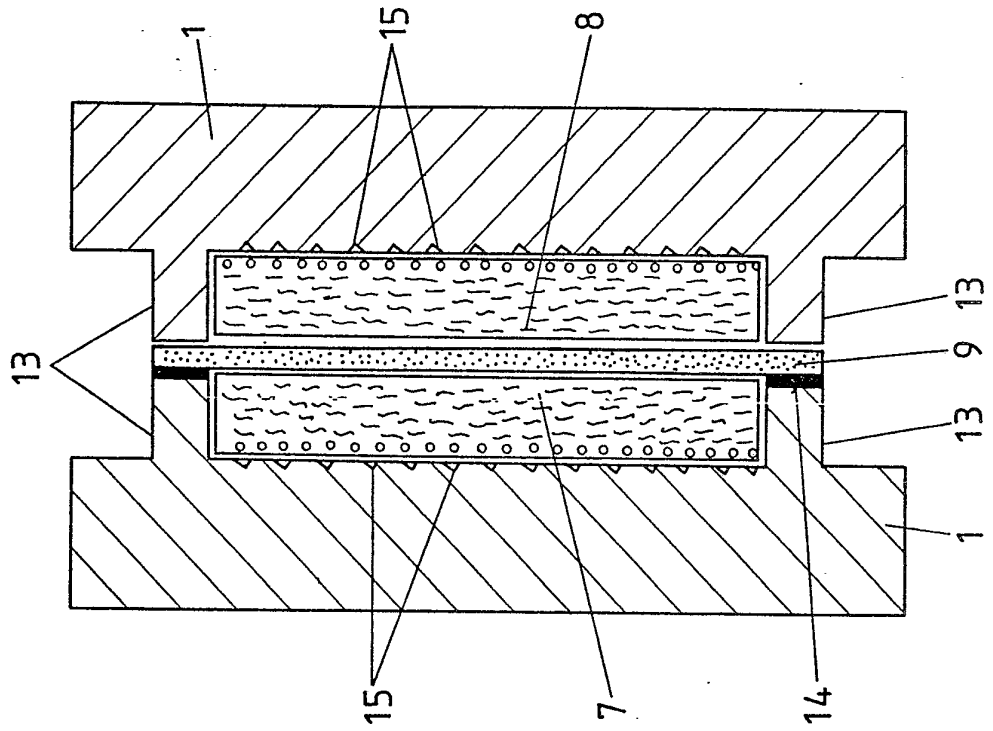


FIG.2