



BUNDESPATENTGERICHT

15 W (pat) 329/06

(Aktenzeichen)

Verkündet am
1. März 2012

...

BESCHLUSS

In der Einspruchssache

betreffend das Patent 102 20 172

...

hat der 15. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündlichen Verhandlungen vom 5. Mai 2011 und 1. März 2012 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Feuerlein sowie der Richterin Schwarz-Angele und der Richter Dr. Egerer und Dr. Lange

beschlossen:

Das Patent DE 102 20 172 wird widerrufen.

Gründe

I

Auf die am 6. Mai 2002 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereichte Patentanmeldung ist das Patent 102 20 172 mit der Bezeichnung

“Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung des Betriebszustands einer elektrochemischen Vorrichtung“

erteilt und die Erteilung am 12. Januar 2006 in Form der DE 102 20 172 B4 veröffentlicht worden.

Hinsichtlich der Patentansprüche 1 bis 22 wird auf die Patentschrift verwiesen.

Gegen die Erteilung des Patents ist Einspruch erhoben worden von

D... AG, S... (Einsprechende 1)

und

V... GmbH & Co. KGaA, H... (Einsprechende 2).

Die Einsprechende 1 stützt sich auf folgende Dokumente:

- D1 DE 697 08 422 T2
- D2 DE 697 06 884 T2
- D3 Hering, Ekbert: "Physik für Ingenieure", 4. Auflage, 1992, VDI-Verlag
Düsseldorf, S. 319-326
- D4 Kurzweil, Peter: "Brennstoffzellentechnik: Grundlagen, Komponenten,
Systeme, Anwendungen", Wiesbaden, Vieweg 2003, 1. Auflage
- D5 JP 08-250 159 A mit englischer Maschinenübersetzung und PATENT
ABSTRACTS OF JAPAN
- D6 US 6 118 275 A
- D7 JP 08-064255 A mit englischer Maschinenübersetzung und PATENT
ABSTRACTS OF JAPAN
- D8 C. Poinsignon et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 575, © 2000
Materials Research Society, S. 273-279
- D9 US 6 313 607 B1
- D10 DE 100 36 572 A1

Die Einsprechende 2 stützt sich auf folgende Dokumente:

- E1 E. Karden: "Using low-frequency impedance spectroscopy for
characterisation, monitoring, and modeling of industrial batteries",

Aachener Beiträge des ISEA; Bd 26, Aachen, Technische Hochschule, Dissertation 2001

- E2 M. Hughes et al: "The residual capacity estimation of fully sealed 25 Ah lead/acid cells", Journal of Power Sources, 17 (1986) 305-329
- E3 US 6 002 238 A
- E4 US 6 160 382 A
- E5 S. Rodrigues et al: "A review of state-of-charge indication of batteries by means of a.c. impedance measurements", Journal of Power Sources, 87 (2000) 12 - 20
- E6 DE 100 65 460 A1
- E7 DE 196 48 995 C2
- E8 EP 0 828 303 A2
- E9 (siehe E7) DE 196 48 995 A1.

Die Patentinhaberin legt in der mündlichen Verhandlung vom 1. März 2012 einen neuen Anspruchsatz mit den Ansprüchen 1 bis 10 vor.

Die neuen Ansprüche 1 bis 10 lauten wie folgt:

1. Verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes einer elektrochemischen Vorrichtung (1, 12), bei dem mit Hilfe einer Messvorrichtung (47) an Anschlüssen (7, 8, 19, 20) der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12), nämlich eines Elektrolyseurs (1) oder einer Brennstoffzelle (12), eine Impedanz gemessen wird, wobei
 - in einer Auswertevorrichtung (48) ein Imaginärteil der gemessenen Impedanz ausgewertet wird und der Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12, 43) anhand der Größe eines Imaginärteils der gemessenen Impedanz überwacht wird und wobei
 - die Auswertevorrichtung eine Steuervorrichtung (48) ist, durch die zur Steuerung der Feuchte der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12) eine Stellgröße der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12) in Abhängigkeit von einem Impedanzspektrum (27, 33) gesteuert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass
- in der Steuervorrichtung (48) ein ~~durch die Stellgröße beeinflussbarer~~ trockener oder feuchter Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12) anhand des Imaginärteils eines niederfrequenten Endes (56) des Impedanzspektrums (27, 33) ^{in Ortskurven darstellung} erkannt wird und der Elektrolytwiderstand (R_{el}) minimiert wird, dass

~~- durch die Steuervorrichtung (48) das Impedanzspektrum (27, 33) in eine Widerstand-Kapazität-Kurve (70, 71, 72) umgewandelt wird, indem die Imaginärteile des Impedanzspektrums (27, 33) in Kapazitätswerte umgerechnet werden, und dass~~ (1) und (2)

~~- durch die Steuervorrichtung (48) der Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12) anhand des~~ ^{indem das} Impedanzspektrums (27, 33) in der Darstellung als Widerstand-Kapazität-Kurve (70, 71, 72) zu einem optimalen Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung (1, 12) gesteuert wird, bei dem die Widerstand-Kapazität-Kurve (70, 71, 72) am

weitesten zu kleinen Wirkwiderständen und großen Kapazitätswerten verschoben ist.

~~3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,~~

10 ~~bei dem die elektrochemische Vorrichtung (1, 12) in Kontakt~~
(1) ~~mit einem Ionenleiter (9, 16) stehende Elektroden (5, 6, 17, 18) aufweist.~~

~~13. Verfahren nach Anspruch 3 und 12,~~

25 ~~bei dem in einem weiteren Verfahrensschritt der Betriebszustand der Elektroden (5, 6, 17, 18) optimiert wird.~~

(2) ~~14. Verfahren nach Anspruch 13,~~

30 ~~bei dem der Betriebszustand der Elektroden (5, 6, 17, 18) anhand des Imaginärteils einer Impedanz im Bereich des Elektrodenbogens (30, 38) der Ortskurve (27, 33) optimiert wird,~~

2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die Steuervorrichtung (48) einen an den jeweiligen Betriebszustand angepassten Sollwert vorgibt, auf den die Stellgröße geregelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem der Imaginärteil der Impedanz des niederfrequenten Endes (56) des Impedanzspektrums bei einer Frequenz gemessen wird, mit der Stofftransportvorgänge an der Grenzfläche zwischen Elektroden (5, 6, 17, 18) und Ionenleiter (9, 16) erfassbar sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem durch den Imaginärteil der Impedanz der Wasserhaushalt im Ionenleiter (9, 16) gesteuert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem der Realteil einer weiteren Impedanz zur Bestimmung des aktuellen Betriebszustands herangezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5,
bei dem der Realteil der weiteren Impedanz bei einer Frequenz gemessen wird, die für den Zustand des Ionenleiters (9, 16) charakteristisch ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem die elektrochemische Vorrichtung ein Elektrolyseur (1) ist und bei dem Impedanzen bei wenigstens zwei verschiedenen Frequenzen gemessen werden.

8
H. Verfahren nach Anspruch H,
bei dem jeweils eine Impedanz in einem Transportabschnitt
(29) und in einem Elektrodenabschnitt (28) der Ortskurve (27)
gemessen wird.

9
H. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis H,
bei dem die elektrochemische Vorrichtung eine Brennstoffzelle
(12) ist und bei dem Impedanzen wenigstens bei zwei verschie-
denen Frequenzen gemessen werden.

10
H. Verfahren nach Anspruch H,
bei dem jeweils eine Impedanz in einem Membranabschnitt
(34) und/oder in einem Elektrodenabschnitt (35) und/oder in
einem Transportabschnitt (36) der Ortskurve (33) gemessen
wird.

Der Vertreter der Patentinhaberin stellt den Antrag,

das Patent auf Grundlage dieses in der mündlichen Verhandlung
überreichten Antrags aufrecht zu erhalten, Beschreibung und
Zeichnungen wie Patentschrift.

Der Vertreter der Einsprechenden 2 führt aus, dass bezüglich der Offenbarung des neuen Patentanspruchs 1 Bedenken beständen. Abgesehen davon beruhe Anspruch 1 zumindest nicht auf erfinderischer Tätigkeit. So solle gemäß Entgegenhaltung D10 Absatz [0009] eine nahezu vollständige Überwachung des inneren Betriebszustands der Brennstoffzelleneinheit ermöglicht werden, in Absatz [0034] sei die Verwendung der Impedanzspektroskopie realisiert, in Absatz [0036] sei die Auswertung des Imaginärteils der Impedanz angesprochen, Absatz [0037] beschreibe die Steuerung der Feuchte in Abhängigkeit vom Impedanzspektrum, Absatz [0041] bezöge sich auf das niederfrequente Ende (50 ms bis 1 s) des Spektrums sowie den Einsatz dieses Bereichs des Impedanzspektrums zur Diagnose

und Regelung der Feuchtigkeit der Brennstoffzelleneinheit, gemäß Absatz [0037] solle der Elektrolytwiderstand reguliert (R/C-Kurve) und gegebenenfalls durch Befeuchten minimiert werden. Auch die Entgegenhaltung D6 lehre, den Imaginärteil der gemessenen Impedanz bei kleinen Frequenzen zur Beurteilung des Betriebszustandes einer Batterie heranzuziehen (siehe D6 Sp. 4 Zn. 32 folgend). Der Vertreter der Einsprechenden 2 beantragt, ebenso wie die Einsprechende 1, das Patent in vollem Umfang zu widerrufen.

Wegen weiterer Einzelheiten wird auf den Akteninhalt Bezug genommen.

II

1. Das Bundespatentgericht bleibt auch nach Wegfall des § 147 Abs. 3 PatG für die Entscheidung über die Einsprüche zuständig, die in der Zeit vom 1. Januar 2002 bis zum 30. Juni 2006 eingelegt worden sind (BGH, GRUR 2007, 859 - Informationsübermittlungsverfahren I und BGH, GRUR 2007, 862 - Informationsübermittlungsverfahren II, BGH, GRUR 2009, 184 - Ventilsteuerung).

2. Die rechtzeitig und formgerecht eingelegten Einsprüche sind zulässig, denn es sind im Hinblick auf den druckschriftlich belegten Stand der Technik innerhalb der Einspruchsfrist die die Widerrufsgründe der mangelnden Patentfähigkeit nach § 21 Abs. 1 PatG rechtfertigenden Tatsachen im Einzelnen dargelegt worden, so dass der Patentinhaber und der Senat daraus abschließende Folgerungen für das Vorliegen oder Nichtvorliegen der geltend gemachten Widerrufsgründe ohne eigene Ermittlungen ziehen können (§ 59 Abs. 1 PatG).

3. Dem Antrag der Einsprechenden 1 und 2 auf Widerruf des Streitpatents ist stattzugeben, da das Verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes einer elektrochemischen Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 des einzigen Antrags ausgehend von der Lehre der vorveröffentlichten Druckschriften DE 100 36 572 A1

(D10) und US 6 118 275 A (D6) zumindest nicht auf der erforderlichen erfinderi-
schen Tätigkeit beruht (§ 21 Abs. 1 Nr. 1 PatG). Das Patent war deshalb zu wider-
rufen.

4. Der zuständige Fachmann ist hier ein Diplom-Chemiker der Fachrichtung
physikalische Chemie, mit langjähriger Tätigkeit und großer Erfahrung auf dem
Gebiet der Elektrochemie, der mit der Entwicklung und Verbesserung von elektro-
chemischen Vorrichtungen befasst und vertraut ist.

5. Der Inhalt der Ansprüche 1 bis 22 der Patentschrift sowie der neuen Patentan-
sprüche 1 bis 10 geht nicht über den Inhalt der Anmeldung hinaus, in der sie beim
Deutschen Patent- und Markenamt ursprünglich eingereicht worden ist (§ 21 Abs 1
Nr 4 PatG). Die Patentansprüche 1 bis 22 der erteilten Fassung entsprechen den
ursprünglich eingereichten Patentansprüchen 1 bis 22. Der neue Patentanspruch 1
setzt sich zusammen aus den erteilten Ansprüchen 1, 2, 4, 14 und 15 i. V. m. den
Absätzen 58, 62 bis 68 sowie 93 und Bezugszeichenliste der Patentschrift bzw
Seite 13 Absatz 3, Seite 14 Absatz 4 bis Seite 17 Absatz 1 sowie Seiten 22/23
übergreifender Absatz und Bezugszeichenliste der ursprünglichen Beschreibung.
Die Unteransprüche 2 bis 10 lassen sich aus den Unteransprüchen 3 bis 12 i. V. m.
Absatz 67 der Patentschrift bzw S. 16 Absatz 3 der ursprünglichen Beschreibung
herleiten.

6. Das Streitpatent betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes
einer elektrochemischen Vorrichtung, bei dem mit Hilfe einer Messvorrichtung an An-
schlüssen der elektrochemischen Vorrichtung, nämlich eines Elektrolyseurs oder einer
Brennstoffzelle, eine Impedanz gemessen wird, wobei in einer Auswertevorrichtung ein
Imaginärteil der gemessenen Impedanz ausgewertet wird und der Betriebszustand der
elektrochemischen Vorrichtung anhand der Größe eines Imaginärteils der gemessenen
Impedanz überwacht wird und wobei die Auswertevorrichtung eine Steuervorrichtung ist,
durch die zur Steuerung der Feuchte der elektrochemischen Vorrichtung eine Stellgröße

der elektrochemischen Vorrichtung in Abhängigkeit von einem Impedanzspektrum gesteuert wird (vgl. geltender Anspruch 1).

In der Beschreibungseinleitung des Patents ist zur allgemeinen Problematik ausgeführt, dass für den Massenmarkt geeignete Brennstoffzellen sich für den wartungsfreien Langzeitbetrieb eignen müssten. Bisher sei nur im Versuchsbetrieb eine Überwachung der einzelnen Brennstoffzellen mit einem aufwändigen Prozessleitsystem denkbar. In zukünftigen mit Brennstoffzellen ausgerüsteten Fahrzeugen müssten die Brennstoffzellen selbsttätig unter Berücksichtigung der Lastanforderung geregelt werden. Es sei völlig undenkbar, dass der Fahrer eines derartigen Fahrzeugs während der Fahrt Einzelspannungen, Zellstrom, Gaszufuhr, Wasserabfuhr und sonstige kritische Betriebsparameter kontrollieren werde. Bislang sei jedoch noch kein Verfahren zur Regelung der Brennstoffzellen durch sämtliche und insbesondere auch kritische Betriebszustände hindurch gefunden worden. So könne es vorkommen, dass bei heutigen Versuchsfahrzeugen die Brennstoffzellen durch eine ausgiebige Autobahnfahrt irreversibel geschädigt würden (vgl. Streitpatent Abs. [0004]). Es bestehe daher Bedarf nach einem Verfahren und nach einer Steuervorrichtung, mit denen sich elektrochemische Vorrichtungen sicher und insbesondere auch durch kritische Betriebszustände steuern ließen (vgl. Streitpatent Abs. [0005]).

Davon ausgehend liegt dem Streitpatent die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung von elektrochemischen Vorrichtungen zu schaffen, das einen sicheren und möglichst störungsfreien Betrieb gestattet (vgl. Streitpatent Abs. [0009]).

7. Diese Aufgabe soll nach Patentanspruch 1 durch ein Verfahren mit folgenden Merkmalen gelöst werden:

- a) Verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes einer elektrochemischen Vorrichtung, bei dem

- b) mit Hilfe einer Messvorrichtung an Anschlüssen der elektrochemischen Vorrichtung, nämlich eines Elektrolyseurs oder einer Brennstoffzelle, eine Impedanz gemessen wird,
- c) wobei in einer Auswertevorrichtung ein Imaginärteil der gemessenen Impedanz ausgewertet wird und der Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung anhand der Größe eines Imaginärteils der gemessenen Impedanz überwacht wird, und wobei
- d) die Auswertevorrichtung eine Steuervorrichtung ist, durch die zur Steuerung der Feuchte der elektrochemischen Vorrichtung eine Stellgröße der elektrochemischen Vorrichtung in Abhängigkeit von einem Impedanzspektrum gesteuert wird,
- e) in der Steuervorrichtung ein trockener oder feuchter Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung anhand des Imaginärteils eines niederfrequenten Endes des Impedanzspektrums in Ortskurvendarstellung erkannt wird und der Elektrolytwiderstand (R_{el}) minimiert wird,
- f) die elektrochemische Vorrichtung in Kontakt mit einem Ionenleiter stehende Elektroden aufweist und
- g) bei dem in einem weiteren Verfahrensschritt der Betriebszustand der Elektroden anhand des Imaginärteils einer Impedanz im Bereich des Elektrodenbogens der Ortskurve optimiert wird, indem das Impedanz-Spektrum in der Darstellung als Widerstand-Kapazität-Kurve zu einem optimalen Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung gesteuert wird, bei dem die Widerstand-Kapazität-Kurve am weitesten zu kleinen Wirkwiderständen und großen Kapazitätswerten verschoben ist.

8. Das im Patentanspruch 1 angegebene Verfahren mag zwar neu sein, es ist aber dennoch nicht patentfähig, weil es sich für den Fachmann bereits aufgrund des in der Druckschrift D10 beschriebenen Standes der Technik in Verbindung mit

der Druckschrift D6 in naheliegender Weise ergibt und somit nicht auf erfinderscher Tätigkeit beruht.

Die Entgegenhaltung D10 betrifft eine Brennstoffzellenanlage mit einer Brennstoffzelleneinheit und einer Brennstoffbereitstellungseinheit, wobei eine Messeinheit zur Messung wenigstens eines ersten Betriebsparameters der Brennstoffzelleneinheit vorgesehen ist (vgl D10 Zusammenfassung). Dazu ist in der D10 ausgeführt, dass die erreichbare Leistungsdichte, der Wirkungsgrad und die Lebensdauer von Brennstoffzelleneinheiten sehr stark von deren Betriebsbedingungen abhängt. Relevante Betriebsparameter sind beispielsweise Temperatur, Druck, Gaszusammensetzung, Massenfluss der zugeführten Gasströme, die abgegebene elektrische Leistung und der äußere Widerstand. Diese Betriebsparameter beeinflussen einen inneren Betriebszustand der Brennstoffzelleneinheit, wobei dieser beispielsweise die Struktur und Oberflächenchemie der Katalysatoren sowie die Temperatur- und Stoffverteilung der Brennstoffzelleneinheit verändert. Die erwähnte Abhängigkeit der PEM-Brennstoffzelleneinheit von der CO-Konzentration des Anodengases sowie die Feuchtigkeit sowohl des Anoden- als auch des Katodengases sind besonders kritische Betriebsparameter, die in engen Grenzen gehalten werden müssen. So kann beispielsweise eine zu geringe Feuchtigkeit des Anodengases zum Austrocknen des Polymerelektrolyten und somit zu einer möglicherweise irreparablen Schädigung der Membran führen. Ist dagegen die Feuchtigkeit zu hoch, so kann sich die Porenstruktur der Elektroden über den optimalen Wert hinaus mit Wasser füllen, wodurch der Transport der Edukte zum Katalysator der Brennstoffzelleneinheit behindert wird. Beispielsweise wird die maximal mögliche Leistung der Brennstoffzelleneinheit durch eine Abweichung von den optimalen Werten der Betriebsparameter deutlich verringert (vgl D10 Abs. [0004] und [0005]).

Dementsprechend liegt der Entgegenhaltung D10 die den Merkmalen des streitpatentgemäßen Verfahrens entsprechende Aufgabe zugrunde, eine Brennstoffzellenanlage vorzuschlagen, die eine nahezu vollständige Überwachung des inneren Betriebszustands der Brennstoffzelleneinheit ermöglicht, wobei die Anzahl einge-

setzter Sensoren und hierdurch die Komplexität der Anlage reduziert wird (siehe D10 Abs [0009] und vergleiche mit Merkmal a) der Merkmalsanalyse).

In Dokument D10 wird ausgeführt, dass mittels eines Modells des elektrochemischen Systems der Brennstoffzelleneinheit, das heißt z. B. mittels eines sogenannten Ersatzschaltbildes, die entsprechenden elektronischen Komponenten, wie zum Beispiel Widerstände und Kondensatoren, die mit elektrochemischen Prozessen im elektrochemischen Gesamtsystem korrelieren, bestimmbar werden, so dass der innere Zustand der Brennstoffzelleneinheit ermittelt werden kann. Hiermit wird in vorteilhafter Weise ermöglicht, dass Änderungen wie beispielsweise des Elektrolytwiderstandes, der Katalysatoraktivität oder des Stofftransports unabhängig voneinander auswertbar sind. Dadurch, dass gegebenenfalls für die genannten möglichen Änderungen jeweils kein spezieller Sensor nötig ist, verringert sich insbesondere der Aufwand zur Überwachung der Betriebsparameter des inneren Zustands der Brennstoffzelleneinheit (vgl. D10 Abs [0013] mit Merkmal a) der Merkmalsanalyse).

Die messtechnische Ausführung des in D10 offenbarten Verfahrens besteht gemäß einem Ausführungsbeispiel aus einer Brennstoffzelleneinheit mit einer Anodengaszufuhr, einer Anodenabgasleitung sowie einer Kathodengaszufuhr und einer Kathodenabgasleitung. Ein elektrischer Verbraucher ist als Lastwiderstand dargestellt. Weiterhin ist eine Strommessvorrichtung sowie eine Spannungsmessvorrichtung zur Messung entsprechender Betriebsparameter der Brennstoffzelle aufgeführt (siehe D10 Abs. [0033] und Fig. 1). Die Durchführung der Messung basiert auf der Verwendung der Impedanzspektroskopie mittels einer kapazitiven Ankopplung einer Impedanzmessvorrichtung, wobei auch eine induktive Ankopplung realisierbar ist (vgl. D10 Abs. [0034] mit Merkmal b) der Merkmalsanalyse).

Die D10 geht dabei von dem einem Fachmann geläufigen Sachverhalt aus, wonach sich die frequenzabhängige Impedanz von Brennstoffzelleneinheiten über elektrotechnische Ersatzschaltbilder modellieren lässt. Das Ersatzschaltbild be-

steht aus einem Netzwerk von ohmschen, kapazitiven und induktiven Widerständen sowie weiteren komplexwertigen Widerständen, die beispielsweise den Stofftransport oder die Katalysatordeaktivierung beschreiben. Häufig werden die Werte des Widerstandnetzwerks über Messdaten des Impedanzspektrums angepasst, wobei die hierdurch ermittelten Werte den inneren Betriebszustand der Brennstoffzelleneinheit modellhaft repräsentieren (siehe D10 Abs. [0034]). Der Messvorgang erfolgt über mehrere Frequenzen, woraus sich dann die komplexwertige Impedanz für die gewählten Frequenzen ermitteln lässt, die sich bekanntlich aus einem Realteil und einem Imaginärteil zusammensetzt. Durch den so gewonnen Datensatz werden die Werte des Widerstandnetzwerkes der Brennstoffzelleneinheit berechnet. Anschließend werden diese Werte (Realteil sowie Imaginärteil) interpretiert, das heißt, dass in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennstoffzelleneinheit sich die Widerstandswerte in eng begrenzten Parameterintervallen befinden und ein Überschreiten der Parametergrenzen auf einen nicht optimalen oder fehlerhaften Betriebszustand der Brennstoffzelleneinheit hinweist, der hierdurch identifiziert werden kann (vgl. D10 Abs. [0035] und [0036]). Diese Maßnahmen entsprechen dem Merkmal c) der Merkmalsanalyse.

Gegebenenfalls mit Hilfe einer zu definierenden Maßnahmenmatrix können entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Überschreitet beispielsweise der Wert, der im Widerstandsnetzwerk dem ohmschem Elektrolytwiderstand entspricht, einen gewissen Schwellenwert, dann kann dies ein Hinweis auf eine mangelhafte Membranbefeuchtung darstellen. Entsprechend würde gegebenenfalls ein Befeuchter die Feuchtigkeit der Eduktströme verändern. Ein System, das mit einer entsprechenden Maßnahmenmatrix arbeitet, kann auch als sogenanntes "Expertensystem" bezeichnet werden, wobei dies beispielsweise einen Impedanzwertesatz als "gut" definiert und beim Vorliegen einer Überschreitung vorgegebener Werte der Betriebsparameter entsprechende Gegenmaßnahmen veranlasst (vgl. D10 Abs. [0037] mit Merkmal d) der Merkmalsanalyse).

In Entgegenhaltung D10 wird weiter ausgeführt, dass darüber hinaus auch die Möglichkeit besteht, das Zeitverhalten des beobachtenden Betriebsparameters direkt in eine funktionale Beschreibung zu überführen und die aus der Anpassung der Werte des Ersatzschaltbildes erhaltenen funktionalen Betriebsparameter als Ausgangspunkt für eine Betriebszustandsanalyse der Brennstoffzelleneinheit zu verwenden. So ist bekannt, dass bei einem potentiostatischen Spannungssprung die Stromantwort in den ersten Millisekunden durch die Änderung der Doppelschichtkapazität der Brennstoffzelleneinheit bestimmt wird. Über längere Zeiten wird das Zeitverhalten durch Diffusionsprozesse bestimmt. Wird zum Beispiel bei einem Spannungssprung in anwachsender Richtung im Zeitbereich von 50 Millisekunden bis 1 Sekunde (d. h. am niederfrequenten Ende des Impedanzspektrums) eine geringe Änderungsrate der Stromstärke festgestellt, dann ist dies ein Hinweis auf einen behinderten Stofftransport in der Brennstoffzelleneinheit. Gegebenfalls in Kombination mit anderen Messwerten, wie beispielsweise der Temperatur der Brennstoffzelleneinheit, dem Druck der Edukte oder dergleichen, könnte die Diagnose deshalb beispielsweise Überflutung der Porenstruktur durch zu hohen Wassereintrag sein. Mögliche Gegenmaßnahmen wären die Verringerung der Befuchtung oder die Erhöhung der Temperatur der Brennstoffzelleneinheit, wobei letzteres zu einem stärkeren Wasseraustrag aus der Brennstoffzelleneinheit in Folge von Verdunstung führt. Diese Maßnahmen entsprechen dem Merkmal e) der Merkmalsanalyse, da ein trockener oder feuchter Betriebszustand der elektrochemischen Vorrichtung anhand des niederfrequenten Endes eines komplexwertigen Impedanzspektrums erkannt wird und der Elektrolytwiderstand minimiert wird (vgl. D10 Abs. [0041] i. V. m. Abs. [0037] mit Merkmal e) der Merkmalsanalyse).

Gemäß Abs. [0002] der Entgegenhaltung D10 sind Brennstoffzellen elektrochemische Wandler von chemischer Energie in elektrische Energie. Eine Brennstoffzelle besteht aus einer Anode, in der ein Stoff elektrochemisch oxidiert wird, einer Kathode, an der ein weiterer Stoff elektrochemisch reduziert wird und einem Elektrolyten der einen ionischen Ladungstransport zwischen den beiden Elektroden erlaubt. Somit weist auch die in diesem Dokument beschriebene elektrochemische

Vorrichtung, entsprechend Merkmal f) der Merkmalsanalyse, Elektroden auf, die in Kontakt mit einem Ionenleiter stehen.

Damit findet der Fachmann in der Druckschrift D10 direkte Hinweise auf die Merkmale a) bis f) des beanspruchten Verfahrens.

Nachdem der Fachmann aus der Druckschrift D10 auch die technische Lehre entnimmt, dass zum Erreichen eines optimalen Betriebszustandes ein Überschreiten der Widerstandswerte der Brennstoffzelleneinheit durch entsprechende Gegenmaßnahmen in engen Grenzen gehalten werden muss und diese Gegenmaßnahmen ein Expertensystem auf der Grundlage eines als "gut" definierten Impedanzwertesatzes veranlasst (vgl. D10 Abs. [0037]), wird er zwangsläufig auch die Maßnahme gemäß Merkmal g) durchführen, da bei den in Rede stehenden elektrochemischen Vorrichtungen aus der Steuerung des Wirkwiderstands unter einen Grenz- bzw. Minimalwert, also einer Verschiebung zu kleineren Werten, in der Darstellung des Impedanzspektrums als Widerstand-Kapazität-Kurve sich direkt die Verschiebung zu großen Kapazitätswerten ergeben muss. Durch welche besonderen Maßnahmen das Impedanzspektrum in der Darstellung als Widerstand-Kapazität-Kurve auf andere Weise zu einem optimalen Wert gesteuert werden könnte, ist in der Streitpatentschrift nicht offenbart. Diese Überlegungen gelten umso mehr, als aus der Druckschrift D6, die sich wie das Streitpatent mit der Überwachung des Ladungszustands elektrochemischer Vorrichtungen beschäftigt, bekannt ist, dass eine elektrochemische Vorrichtung (hier eine Lithiumionenbatterie) dann optimal geladen ist, wenn bei der Auswertung einer komplexen Impedanzfunktion als Widerstand-Kapazität-Kurve die Widerstandswerte am kleinsten und die Kapazitätswerte am größten sind (siehe D6, Sp. 7 Z. 42 bis Sp. 8 Z. 26 insb. Table 2).

Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 war deshalb in naheliegender Weise bereitzustellen; er ist wegen fehlender erfinderischer Tätigkeit nicht gewährbar.

9. Die Patentinhaberin hat sich sachlich ausführlich zu den Einsprüchen geäußert und zuletzt beantragt, das Patent beschränkt aufrecht zu erhalten auf Grundlage der Patentansprüche 1 bis 10, überreicht in der mündlichen Verhandlung, Beschreibung und Zeichnungen wie Patentschrift. Somit hat die Patentinhaberin die Patenterteilung erkennbar nur im Umfang eines Anspruchssatzes beantragt, der zumindest einen nicht rechtsbeständigen Anspruch enthält. Deshalb war der Beschluss des Patentamts aufzuheben und das Patent zu widerrufen. Auf die übrigen Ansprüche brauchte bei dieser Sachlage nicht gesondert eingegangen zu werden (BGH "Informationsübermittlungsverfahren II" GRUR, 2007, 862; Fortführung von BGH "Elektrisches Speicherheizgerät" GRUR 1997, 120).

Feuerlein

Schwarz-Angele

Egerer

Lange

prä