

(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
15. Mai 2014 (15.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/072112 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01N 27/406 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/069614
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
20. September 2013 (20.09.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
102012220567.5
12. November 2012 (12.11.2012) DE
- (71) **Anmelder:** **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder:** **LEDERMANN, Bernhard**; Josenhansstr. 14,
70499 Stuttgart (DE). **LEHLE, Hartwig**; Neuffferstr. 78,
70469 Stuttgart (DE). **REINHARDT, Goetz**;
Murkenbachweg 23, 71032 Boeblingen (DE).
- (74) **Gemeinsamer Vertreter:** **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A SOLID ELECTROLYTE SENSOR ELEMENT CONTAINING A PUMP CELL

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES FESTELEKTROLYT-SENSORELEMENTS ENTHALTEND EINE
PUMPZELLE

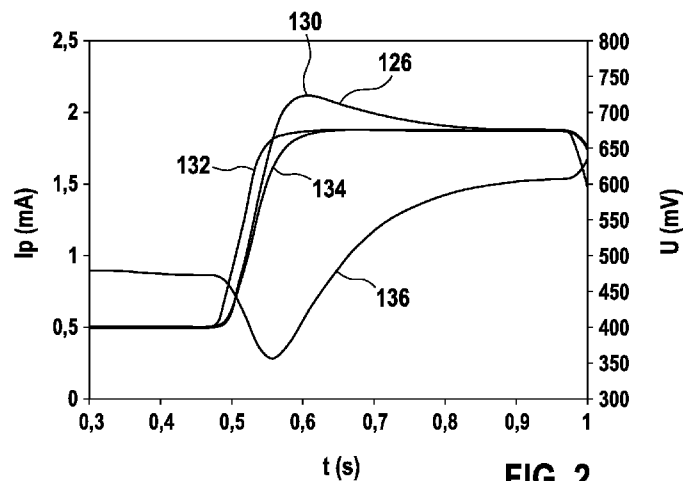


FIG. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a sensor element (112) for detecting at least one concentration of a gas in a gas measuring chamber. The sensor element (112) has at least one pump cell (114) with at least two pump electrodes (118) connected together by at least one solid electrolyte (116). At least one measured variable is detected in the method. Additionally, at least one compensation variable is determined. The compensation variable is at least partially dependent on capacitive effects at at least one transition between at least one of the pump electrodes (118) and the solid electrolyte (116). At least one corrected measured variable is determined from the measured variable and the compensation variable. The concentration of the gas in the gas measuring chamber is determined from the corrected measured variable.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/072112 A1



Verfahren zum Betrieb eines Sensorelements (112) zur Erfassung mindestens eines Anteils eines Gases in einem Messgasraum. Das Sensorelement (112) weist mindestens eine Pumpzelle (114) mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten (116) miteinander verbundenen Pumpelektroden (118) auf. In dem Verfahren wird mindestens eine Messgröße erfasst. Weiterhin wird mindestens eine Kompensationsgröße bestimmt. Die Kompensationsgröße ist zumindest teilweise abhängig von kapazitiven Effekten an mindestens einem Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden (118) und dem Festelektrolyten (116). Aus der Messgröße und der Kompensationsgröße wird mindestens eine korrigierte Messgröße bestimmt. Aus der korrigierten Messgröße wird der Anteil des Gases in dem Messgasraum bestimmt.

Beschreibung

5 Titel

VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES FESTELEKTROLYT-SENSORELEMENTS
ENTHALTEND EINE PUMPZELLE

Stand der Technik

10

Aus dem Stand der Technik sind Sensorelemente und Verfahren zum Betrieb der Sensorelemente zur Bestimmung mindestens eines Anteils eines Gases in einem Messgasraum bekannt. Die Erfindung wird im Folgenden, ohne Beschränkung weiterer möglicher Ausgestaltungen, im Wesentlichen unter Bezugnahme auf Verfahren und

15 Vorrichtungen beschrieben, welche zur quantitativen und/oder qualitativen Erfassung mindestens einer Konzentration mindestens einer Gaskomponente in dem Gas, insbesondere einem Gasgemisch, dienen. Beispielsweise kann es sich bei dem Gasgemisch um ein Abgas einer Brennkraftmaschine handeln, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich. Bei dem Messgasraum kann es sich beispielsweise um einen

20 Abgastrakt handeln. Bei dem Sensorelement kann es sich beispielsweise um eine Lambdasonde handeln. Alternativ hierzu kann es sich bei dem Sensorelement auch um einen NO_x-Sensor handeln. Lambdasonden sind beispielsweise in Robert Bosch GmbH: Sensoren im Kraftfahrzeug, 1. Auflage 2010, Seiten 160-165, beschrieben. Insbesondere kann es sich bei der Gaskomponente um Sauerstoff und/oder Stickstoff und/oder

25 mindestens ein Stickoxid und/oder mindestens einen Kohlenwasserstoff und/oder um eine andere Art einer Gaskomponente handeln. Sensorelemente der genannten Art können insbesondere auf der Verwendung eines oder mehrerer Festelektrolyte basieren, also auf der Verwendung von Festkörpern, insbesondere keramischen Festkörpern, welche ionenleitende, insbesondere Sauerstoffionen-leitende, Eigenschaften aufweisen. Beispiele

30 derartiger Festelektrolyte sind auf Zirkoniumdioxid basierende Festelektrolyte, wie beispielsweise Yttrium-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (YSZ) und/oder Scandium-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (ScSZ). Lambdasonden arbeiten in der Regel nach dem Prinzip einer Pumpzelle. Bei dem Anteil des Gases kann es sich bevorzugt um einen Sauerstoffpartialdruck und/oder um einen Sauerstoffanteil und/oder um einen

35 Sauerstoffvolumenanteil handeln. Aus einem üblicherweise linearen Zusammenhang

eines Grenzstroms mit einem Sauerstoffpartialdruck lässt sich beispielsweise eine Messung des Sauerstoffpartialdrucks in dem Abgas durchführen.

Bei Breitband-Lambdasonden, beispielsweise auch Breitband-Lambdasensoren genannt, wird eine in einen Messhohlraum diffundierende Menge an O₂ oder Fettgas entweder anhand eines Grenzstroms, bevorzugt bei Einzellern, insbesondere bei der LSP (Lambdasonde proportional), oder anhand eines zu einer Regelung einer Hohlraumkonzentration auf Lambda=1 notwendigen Pumpstroms, welcher dann auch einem Grenzstrom entsprechen kann, beispielsweise bei Doppelzellern, insbesondere bei der LSU (Lambdasonde universal) gemessen. Ein fließender Pumpstrom, insbesondere als Messstrom, ist üblicherweise proportional zu dem O₂-Gehalt im Abgas und/oder zu dem Fettgasgehalt im Abgas.

Eine für elektrochemische Reaktionen und Ohmsche Verluste in dem Festelektrolyten benötigte Pumpspannung wird üblicherweise bei einem Zweizeller durch eine sogenannte Nernstregelung gewährleistet. Bei einem Einzeller wird die Pumpspannung üblicherweise mittels einer linearen Rampe oder mehrerer Rampen, beispielsweise mit unterschiedlicher Steigung, dem Pumpstrom nachgeführt. Dies wird beispielsweise als Pumpspannungsnachführung bezeichnet.

Die bekannten Verfahren und Vorrichtungen aus dem Stand der Technik weisen einige Nachteile auf. Beispielsweise wird bei der Pumpspannungsnachführung für Einzeller eine Doppelschichtkapazität einer inneren Pumpelektrode (IPE) umgeladen. Die hieraus resultierenden Umladeströme sind üblicherweise als Überschwinger und/oder Unterschwinger bei Änderungen des Anteils des Gases in dem Messgasraum, beispielsweise bei Änderungen der Abgaszusammensetzung, in einem Sondersignal, beispielsweise in dem Grenzstrom, sichtbar und führen beispielsweise zu Signalfehlern. Diese Signalfehler können bei schnellen Änderungen des Gases in dem Messgasraum, beispielsweise bei schnellen Gaswechseln, besonders ausgeprägt sein und können beispielsweise dazu führen, dass manche Applikationen, welche eine hohe Dynamik des Sondersignals erfordern, nicht bedient werden können. Wünschenswert wären daher ein Verfahren und eine Vorrichtung, welche die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise mildern.

Offenbarung der Erfindung

Es werden dementsprechend ein Verfahren und eine Vorrichtung vorgeschlagen, welche die Nachteile bekannter Verfahren und Vorrichtungen zumindest weitgehend vermeiden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst mindestens ein Sensorelement zur Erfassung mindestens eines Anteils eines Gases in einem Messgasraum. Bei dem Sensorelement
5 kann es sich prinzipiell um eine beliebige Vorrichtung handeln, welche eingerichtet ist, um den Anteil des Gases in dem Messgasraum zu erfassen. Bei dem Sensorelement kann es sich bevorzugt um eine Lambdasonde, beispielsweise um einen Einzeller und/oder um einen Zweizeller, handeln. Prinzipiell kann es sich bei dem Sensorelement auch um einen
10 NO_x -Sensor und/oder um eine Breitband-Lambdasonde handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Sensorelement um eine Lambdasonde handeln, wie in Robert Bosch GmbH: Sensoren im Kraftfahrzeug, 1. Auflage 2010, Seiten 160-165, beschrieben. Bei dem Sensorelement kann es sich bevorzugt um ein keramisches Sensorelement handeln. Bei der Erfassung kann es sich prinzipiell um eine quantitative und/oder qualitative Erfassung handeln. Bei dem Gas kann es sich prinzipiell um ein beliebiges Gas handeln. Besonders
15 bevorzugt kann es sich bei dem Gas um ein Abgas einer Brennkraftmaschine handeln. Bei dem Anteil des Gases kann es sich beispielsweise um eine Konzentration und/oder um einen Prozentsatz und/oder um einen Partialdruck und/oder um einen Volumenanteil zumindest einer Gaskomponente des Gases handeln. Bei der Gaskomponente kann es sich beispielsweise um Sauerstoff und/oder NO_x und/oder ein Stickoxid und/oder einen
20 Kohlenwasserstoff handeln. Das Gas kann mindestens eine Gaskomponente umfassen. Bei dem Messgasraum kann es sich prinzipiell um einen beliebigen Raum handeln, welcher eingerichtet ist, um von dem Gas beaufschlagt zu werden. Bevorzugt kann es sich bei dem Messgasraum um einen Abgastrakt handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Messgasraum um einen Raum handeln, in welchem sich das Gas befindet.

25

Das Sensorelement weist mindestens eine Pumpzelle mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten miteinander verbundenen Pumpelektroden auf. Bei der Pumpzelle kann es sich grundsätzlich um eine beliebige elektrochemische Zelle handeln, welche mindestens zwei Pumpelektroden und den Festelektrolyten umfasst. Die Zelle
30 kann vorzugsweise in einem Pumpbetrieb betrieben werden. Bei dem Festelektrolyten kann es sich insbesondere um einen keramischen Festkörper handeln. Der Festelektrolyt kann bevorzugt Ionen-leitende, insbesondere Sauerstoffionen-leitende, Eigenschaften aufweisen. Beispiele derartiger Festelektrolyte sind auf Zirkoniumdioxid basierende Festelektrolyte, wie beispielsweise Yttrium-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (YSZ) und/oder
35 Scandium-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (ScSZ). Bei einer Pumpzelle kann es sich insbesondere um eine Zelle handeln, durch welche ein Ionenstrom fließen kann und/oder

durch welche ein Ionenstrom getrieben werden kann. An den Pumpelektroden der Pumpzelle können beispielsweise durch Oxidation und/oder Reduktion Umwandlungen von einem Ionenstrom in einen Elektronenstrom und/oder umgekehrt stattfinden. Die Pumpelektroden können zumindest teilweise aus mindestens einem leitenden Material, beispielsweise mindestens einem metallischen Material aufgebaut sein. An mindestens einer Oberfläche einer Pumpelektrode kann eine Umwandlung eines Ionenstroms in einen Elektronenstrom stattfinden. Von den Pumpelektroden kann eine erste Pumpelektrode, beispielsweise eine äußere Pumpelektrode, dem Gasgemisch aussetzbar sein. Eine zweite Pumpelektrode kann, beispielsweise durch mindestens eine poröse Diffusionsbarriere und/oder durch den Festelektrolyten von dem Gas getrennt, in einem Hohlraum angeordnet sein. Der Hohlraum kann bevorzugt mit einem Abluftkanal verbunden sein. Beispielsweise kann der Hohlraum auch über eine weitere Diffusionsbarriere und/oder über den Festelektrolyten mit einem weiteren Raum, beispielsweise mindestens einem Referenzgasraum, verbunden sein. Bei der zweiten Pumpelektrode kann es sich beispielsweise um mindestens eine innere Pumpelektrode handeln.

Die Pumpelektroden können also beispielsweise mindestens eine erste Pumpelektrode und mindestens eine zweite Pumpelektrode umfassen. Die erste Pumpelektrode und/oder die zweite Pumpelektrode können prinzipiell wie eine Pumpelektrode, wie beispielsweise oben beschrieben, ausgestaltet sein. Die Bezeichnungen „erste“ und „zweite“ dienen als reine Bezeichnungen und geben insbesondere keinen Aufschluss über eine Reihenfolge oder ob beispielsweise noch weitere Pumpelektroden von den Pumpelektroden umfasst werden, beispielsweise mindestens eine dritte Pumpelektrode. Die Vorrichtung kann beispielsweise mindestens eine weitere Pumpelektrode und/oder mindestens eine weitere Elektrode, bevorzugt mindestens eine Referenzelektrode, umfassen. Die Referenzelektrode kann beispielsweise zumindest teilweise in mindestens einem Referenzgaskanal angeordnet sein. Unter dem Ausdruck „dem Gasgemisch aussetzbar“ kann beispielsweise verstanden werden, dass die erste Pumpelektrode mit dem Gasgemisch beaufschlagbar ist, insbesondere direkt, beispielsweise aber auch indirekt, vorzugsweise über mindestens eine poröse Schicht, beispielsweise über mindestens eine poröse Schutzschicht. Unter der Diffusionsbarriere kann beispielsweise eine Schicht aus einem Material verstanden werden, welche eine Strömung des Gases und/oder eines Fluids und/oder des Gasgemischs und/oder der Gaskomponente unterdrückt, währenddessen die Schicht eine Diffusion des Gases und/oder des Fluids und/oder des Gasgemischs und/oder der Gaskomponente und/oder von Ionen fördert. Unter dem

Hohlraum kann ein Raum innerhalb des Sensorelements verstanden werden, welcher zwar baulich von dem Messgasraum separiert ist, welcher aber dennoch mit der Gaskomponente und/oder dem Gasgemisch und/oder dem Gas aus dem Messgasraum beaufschlagbar sein kann, beispielsweise über mindestens einen Gaszutrittsweg und/oder über die Diffusionsbarriere. Beispielsweise kann der Hohlraum auch nur über den Festelektrolyten mit Gas und/oder mit der Gaskomponente beaufschlagt werden. Bei dem Abluftkanal kann es sich beispielsweise um eine Verbindung zur Außenluft handeln, insbesondere um einen Überdruck in dem Hohlraum zu verhindern.

10 Alternativ kann es sich bei der ersten Pumpelektrode um eine innere Pumpelektrode handeln und bei der zweiten Pumpelektrode um eine Abluftkanal-Elektrode. Die innere Pumpelektrode kann in dem Hohlraum angeordnet sein. Die innere Pumpelektrode kann über die Diffusionsbarriere mit Gas beaufschlagt werden. Die Abluftkanal-Elektrode kann über den Abluftkanal zumindest teilweise mit Luft, bevorzugt Umgebungsluft, verbunden
15 sein.

Die Vorrichtung umfasst mindestens eine Ansteuerung. Die Ansteuerung ist eingerichtet, um ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb des Sensorelements, wie unten beschrieben, durchzuführen. Die Ansteuerung und/oder die Vorrichtung kann mindestens
20 eine Datenverarbeitungsvorrichtung aufweisen. Beispielsweise kann die Datenverarbeitungsvorrichtung in der Ansteuerung integriert sein. Beispielsweise kann die Datenverarbeitungsvorrichtung aber auch zumindest teilweise separat von der Ansteuerung angeordnet sein. Die Ansteuerung und/oder die Datenverarbeitungsvorrichtung können beispielsweise mit dem Sensorelement verbunden
25 und/oder verbindbar sein. Unter der Ansteuerung kann eine Vorrichtung verstanden werden, welche eingerichtet ist, um mindestens eine Funktion der Vorrichtung, insbesondere des Sensorelements, zu unterstützen und/oder zu steuern. Unter „verbindbar“ kann beispielsweise eine Eigenschaft verstanden werden, bei welcher eine elektrische Verbindung hergestellt werden kann oder bereits besteht. Die Ansteuerung
30 kann ganz oder teilweise getrennt von dem Sensorelement ausgestaltet sein, kann jedoch auch ganz oder teilweise in das Sensorelement integriert sein, beispielsweise in mindestens einen Stecker des Sensorelements und/oder der Vorrichtung. Die Ansteuerung kann mindestens eine Spannungsmessvorrichtung und/oder mindestens eine Strommessvorrichtung zur Erfassung mindestens eines Pumpstroms und/oder
35 mindestens einer Pumpspannung und/oder mindestens eines Grenzstroms und/oder zur Regelung der Pumpspannung und/oder zur Regelung des Pumpstroms umfassen.

Besonders bevorzugt kann die Ansteuerung zumindest teilweise mindestens eine Pumpspannungsnachführung umfassen. Die Pumpspannungsnachführung kann beispielsweise eingerichtet sein, um bei einem Einzeller die Pumpspannung dem Pumpstrom nachzuführen. Alternativ oder zusätzlich kann die Ansteuerung und/oder das

5 Sensorelement und/oder die Vorrichtung mindestens eine Beaufschlagungsvorrichtung und/oder mindestens eine Pumpspannungsnachführung aufweisen. Die Beaufschlagungsvorrichtung kann insbesondere mindestens eine Spannungsquelle und/oder mindestens eine Stromquelle umfassen. Beispielsweise kann die Beaufschlagungsvorrichtung eingerichtet sein, um das Sensorelement mit dem

10 Pumpstrom und/oder mit der Pumpspannung zu beaufschlagen und/oder um die Pumpspannungsnachführung zumindest teilweise umzusetzen.

In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betrieb eines Sensorelements zur Erfassung mindestens eines Anteils eines Gases in einem

15 Messgasraum vorgeschlagen. Bei dem Sensorelement kann es sich um ein Sensorelement wie oben beschrieben handeln. Das Sensorelement weist mindestens eine Pumpzelle mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten miteinander verbundenen Pumpelektroden auf. In dem Verfahren wird mindestens eine Messgröße erfasst. Bei der Messgröße kann es sich prinzipiell um eine beliebige physikalische

20 und/oder chemische Größe handeln. Bevorzugt kann es sich bei der Messgröße um mindestens ein Messsignal des Sensorelements handeln. Bevorzugt kann es sich bei der Messgröße um mindestens einen Pumpstrom I_p , beispielsweise einen Grenzstrom, handeln. Beispielsweise kann es sich bei der Messgröße um eine von dem Pumpstrom abhängige Größe handeln. Beispielsweise kann es sich bei der Messgröße um eine

25 Pumpspannung und/oder um eine umgesetzte Ladung handeln. Unter dem Ausdruck „erfasst werden“ kann verstanden werden, dass die Messgröße beispielsweise als Messsignal von dem Sensorelement ausgegeben wird und/oder die Messgröße von der Ansteuerung verarbeitet und/oder ausgewertet und/oder gespeichert wird.

30 In dem Verfahren wird weiterhin mindestens eine Kompensationsgröße bestimmt. Unter der Kompensationsgröße kann prinzipiell eine beliebige chemische und/oder physikalische Größe verstanden werden. Bevorzugt kann die Kompensationsgröße die gleiche physikalische und/oder chemische Größe umfassen wie die Messgröße. Bevorzugt kann es sich bei der Kompensationsgröße um eine Pumpstromabweichung

35 ΔI_p handeln. Beispielsweise kann es sich bei der Kompensationsgröße um mindestens einen Umladestrom und/oder mindestens eine Elektrodenumladung handeln. Die

Kompensationsgröße ist zumindest teilweise abhängig von kapazitiven Effekten an mindestens einem Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden und dem Festelektrolyten. Beispielsweise kann es sich bei der Kompensationsgröße um einen Maßstab für eine Verfälschung der Messgröße durch kapazitive Effekte an mindestens

5 einem Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden und dem Festelektrolyten handeln. Die kapazitiven Effekte können beispielsweise Ladevorgänge und/oder Entladevorgänge umfassen. Bei dem Übergang kann es sich beispielsweise um eine Doppelschicht handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Übergang um den Übergang des Festelektrolyten, bevorzugt über ein Gas, zu der Pumpelektrode handeln.

10 Bei den kapazitiven Effekten kann es sich beispielsweise um Effekte handeln, welche auftreten können, da der Übergang sich als Parallelschaltung aus mindestens einem Kondensator und aus mindestens einem sich mit der Zusammensetzung des Gases ändernden Widerstands beschreiben lässt. Bei den kapazitiven Effekten kann es sich bevorzugt um Effekte handeln, welche in Schaltungen, welche mindestens einen

15 Kondensator und mindestens einen Widerstand umfassen, auftreten können. Bei den kapazitiven Effekten kann es sich beispielsweise um Lade- und/oder Entladeeffekte von Kapazitäten, beispielsweise Kondensatoren und/oder kondensatorähnlichen Elementen, handeln. Beispielsweise können ein Übergang des Festelektrolyts zu dem Gas und/oder ein Übergang der Pumpelektrode zu dem Gas als „Platten“ eines elektrischen

20 Kondensators beschrieben und/oder verstanden werden. Bei dem Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden und dem Festelektrolyten kann es sich insbesondere um einen Festelektrolyten-Gasphasen-Elektroden-Übergang handeln.

Aus der Messgröße und der Kompensationsgröße wird mindestens eine korrigierte

25 Messgröße bestimmt. Bei der korrigierten Messgröße kann es sich prinzipiell um eine beliebige chemische und/oder physikalische Größe handeln. Bevorzugt kann es sich bei der korrigierten Messgröße um die gleiche physikalische und/oder chemische Größe wie die Messgröße und/oder die Kompensationsgröße handeln. Bei der korrigierten Messgröße kann es sich insbesondere um eine Größe handeln, welche von Störeffekten

30 bereinigt ist. Der Anteil des Gases in dem Messgasraum kann aus der korrigierten Messgröße bevorzugt genauer bestimmt werden als aus der Messgröße. Bei der Bestimmung der korrigierten Messgröße aus der Messgröße und der Kompensationsgröße kann es sich beispielsweise um eine Berechnung und/oder um eine Zuordnung handeln. Aus der korrigierten Messgröße wird der Anteil des Gases in dem

35 Messgasraum bestimmt. Der Anteil des Gases in dem Messgasraum kann aus der korrigierten Messgröße beispielsweise durch Berechnung und/oder durch Zuordnung

bestimmt werden. Beispielsweise kann bei der Bestimmung des Anteils des Gases in dem Messgasraum aus der korrigierten Messgröße mindestens eine Kennlinie verwendet werden. Bei der Kennlinie kann es sich beispielsweise um eine Zuordnung der korrigierten Messgröße zu einem Anteil des Gases handeln. Beispielsweise kann es sich bei der
5 Kennlinie um eine Zuordnung zwischen einem korrigierten Pumpstrom und einem Anteil an Sauerstoff in dem Gas, beispielsweise einem Sauerstoffpartialdruck, handeln.

Die Messgröße kann mindestens einen Pumpstrom I_p umfassen. Beispielsweise kann es sich bei dem Pumpstrom um die gesamte über die Pumpzelle umgesetzte Ladung pro
10 Zeit handeln. Beispielsweise kann die Messgröße der Pumpstrom direkt sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Pumpstrom auch um eine Messgröße handeln, welche von dem Pumpstrom abhängt. Beispielsweise kann die Messgröße eine von dem Pumpstrom abhängige Größe sein. Beispielsweise kann die Messgröße zumindest den Pumpstrom umfassen. Die Kompensationsgröße kann mindestens einen Umladestrom
15 ΔI_p umfassen. Bei dem Umladestrom kann es sich um Ströme handeln, welche durch Ladeprozesse und/oder Entladeprozesse, beispielsweise bei Änderungen des Anteils des Gases in einem Messgasraum, auftreten können. Bei dem Umladestrom kann es sich um Ströme handeln, welche bei kapazitiven Ladeprozessen und/oder kapazitiven Entladeprozessen auftreten können. Beispielsweise kann die Pumpzelle und/oder
20 mindestens eine der Pumpelektroden als Parallelschaltung von mindestens einem Kondensator und mindestens einem Widerstand beschrieben werden, wobei sich der Widerstand bei Änderung des Anteils des Gases ändern kann, insbesondere hinsichtlich des Betrages eines Ohmschen Widerstands. Bevorzugt kann die korrigierte Messgröße $I_{p_{\text{kor}}}$ berechnet werden, beispielsweise aus der Messgröße und der
25 Kompensationsgröße. Bei der korrigierten Messgröße kann es sich bevorzugt um eine Größe handeln, welche vorzugsweise nur die Anzahl der Ladungsträger pro Zeit über die Pumpelektrode enthält, welche aus umgesetztem Gas resultieren und/oder proportional zu dem umgesetzten Gas sind. Bei der korrigierten Messgröße und/oder bei der Messgröße und/oder bei der Kompensationsgröße kann es sich bevorzugt um
30 elektrochemische Größen handeln. Die korrigierte Messgröße kann aus der Messgröße und der Kompensationsgröße durch mindestens eine Subtraktion berechnet werden. Bei der Subtraktion kann es sich beispielsweise um eine gewichtete Subtraktion handeln. Prinzipiell kann die korrigierte Messgröße aus der Messgröße und der Kompensationsgröße beispielsweise mit einer beliebigen mathematischen Funktion
35 und/oder Zuordnung berechnet und/oder generiert werden. Die korrigierte Messgröße

$I_{p_{korr}}$ kann insbesondere unter Verwendung der Formel $I_{p_{korr}} = I_p - \Delta I_p$ bestimmt werden.

Das Verfahren kann zumindest teilweise durch mindestens eine Ansteuerung,
 5 beispielsweise durch die Ansteuerung wie oben beschrieben, durchgeführt werden. Die Ansteuerung kann beispielsweise mindestens ein ASIC (application-specified integrated circuit) umfassen. Beispielsweise kann das Verfahren zumindest teilweise von der Datenverarbeitungsvorrichtung durchgeführt werden. Das Verfahren kann beispielsweise bei jeder Erfassung des Anteils des Gases in dem Messgasraum durchgeführt werden,
 10 kann jedoch auch in beliebigen Zeitabständen zumindest einmal wiederholt werden. Beispielsweise kann die Kompensationsgröße abgespeichert werden, beispielsweise in einem Speicher, bevorzugt in einem Speicher der Ansteuerung. Die Kompensationsgröße kann beispielsweise mehrmals bei der Erfassung des Anteils des Gases in dem Messgasraum verwendet werden, beispielsweise für mehrere, bevorzugt zu
 15 unterschiedlichen Zeiten erfasste, Messgrößen.

Bei dem Verfahren kann mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens einer elektrischen Spannung über mindestens eine elektrochemische Doppelschicht $U_{dl}(t)$ bestimmt werden. Bei dem Verfahren kann bevorzugt mindestens eine Ableitung des zeitlichen
 20 Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ bestimmt werden. Bei dem zeitlichen Verlauf kann es sich um einen kontinuierlichen zeitlichen Verlauf der Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem zeitlichen Verlauf auch um einen diskrete Werte umfassenden Verlauf für die elektrische Spannung über die elektrochemische
 25 Doppelschicht zu unterschiedlichen Zeiten handeln. Der zeitliche Verlauf kann beispielsweise mindestens zwei Werte für die elektrische Spannung über die elektrochemische Doppelschicht U_{dl} umfassen. Bei der Ableitung kann es sich bevorzugt um eine Ableitung erster Ordnung handeln, besonders bevorzugt um eine Ableitung erster Ordnung nach der Zeit t . Bei der Bestimmung der Ableitung des zeitlichen Verlaufs der
 30 elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ kann mindestens eine Rechenoperation, bevorzugt eine Differentialrechnung, durchgeführt werden. Bei der Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht kann es sich beispielsweise um eine Steigung des

zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht handeln. Bei der elektrochemischen Doppelschicht kann es sich insbesondere um den Übergang, wie oben beschrieben, handeln. In dem Verfahren kann mindestens ein Umladestrom ΔI_p als Kompensationsgröße unter Verwendung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$, besonders bevorzugt der Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der

elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$, und mindestens einer Elektrodenkapazität C_{IPE}

bestimmt werden, insbesondere unter Verwendung der Formel $\Delta I_p = \frac{\partial Q}{\partial t} = C_{IPE} \frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$,

wobei $\frac{\partial Q}{\partial t}$ bevorzugt für eine zeitliche Ableitung einer elektrischen Ladung steht. Bei dem

Umladestrom ΔI_p kann es sich insbesondere um einen kapazitiven Umladestrom handeln. Bei der Elektrodenkapazität kann es sich insbesondere um eine elektrische Kapazität des Übergangs zwischen der Pumpelektrode und dem Festelektrolyten, bevorzugt der elektrochemischen Doppelschicht, handeln. Bei der Elektrodenkapazität kann es sich um ein Verhältnis zwischen einer Ladungsmenge Q , die an der Pumpelektrode und/oder an dem Festelektrolyten gespeichert ist, zu einer zwischen ihnen anliegenden elektrischen Spannung U handeln. Die Elektrodenkapazität kann sich, beispielsweise durch Alterungseffekte, zeitlich verändern. Die Elektrodenkapazität kann sich beispielsweise durch Alterung um einen Faktor 2 bis 5, insbesondere um einen Faktor 3, reduzieren, beispielsweise über die Lebensdauer des Sensorelements. Die Elektrodenkapazität C_{IPE} kann beispielsweise in der Ansteuerung gespeichert sein und/oder gespeichert werden. Beispielsweise kann es sich bei der Elektrodenkapazität C_{IPE} um eine während der Produktion gemessene Größe und/oder um eine geschätzte Größe und/oder um eine bekannte Größe handeln. Beispielsweise kann die Elektrodenkapazität C_{IPE} in dem erfindungsgemäßen Verfahren bestimmt werden.

25

Die Pumpzelle kann beispielsweise gepulst betrieben werden. Die Pumpzelle kann beispielsweise durch die Ansteuerung gepulst betrieben werden. Besonders bevorzugt kann die Pumpzelle und/oder das Sensorelement durch eine Pulsweitenmodulation gepulst betrieben werden. Bevorzugt können zwischen Spannungs- und/oder

Strompulsen jeweils Pulspausen auftreten. Bei der Pulspause kann es sich insbesondere um eine Phase im Betrieb des Sensorelements handeln, bei welcher kein elektrischer Strom an der Pumpzelle anliegt. Die Pumpzelle kann insbesondere derart gepulst

30

betrieben werden, dass die Pumpzelle mit einer Rechteckspannung und/oder mit einem Rechteckstrom beaufschlagt wird. Der zeitliche Verlauf der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$ kann durch Messung in mindestens zwei verschiedenen Pulspausen erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Ableitung

5 des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{U_{Pj} - U_{Pi}}{\Delta t_{i,j}}$ durch Messung in mindestens zwei verschiedenen

Pulspausen erfasst werden. Bei der Pulspause kann es sich insbesondere um eine Pulspause einer Pulsweitenmodulation handeln. Bei der Messung in mindestens zwei verschiedenen Pulspausen kann insbesondere eine elektrische Spannung U_p gemessen

10 werden und/oder eine Größe, welche von der elektrischen Spannung abhängt, beispielsweise ein elektrischer Strom und/oder ein Ohmscher Widerstand. Beispielsweise kann mindestens eine i-te und mindestens eine j-te Pulspause in einem zeitlichen

Abstand von $\Delta t_{i,j}$ verwendet werden. Bei i und j kann es sich bevorzugt um ganze Zahlen handeln, wobei bevorzugt $i \neq j$ ist. Es kann beispielsweise mindestens eine

15 Pumpspannung während der i-ten Pulspause U_{Pi} und mindestens eine Pumpspannung während der j-ten Pulspause U_{Pj} erfasst werden. Unter Verwendung der Formel

$\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{U_{Pj} - U_{Pi}}{\Delta t_{i,j}}$ kann beispielsweise mindestens eine Ableitung, bevorzugt wie oben

definiert, des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen

Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ bestimmt werden. Bei den Pulspausen i und j kann es sich

20 bevorzugt um benachbarte Pulspausen handeln, insbesondere kann beispielsweise $j = n$ und $i = n - 1$ sein.

Alternativ oder zusätzlich kann mindestens eine zeitliche Änderung mindestens eines

Pumpstroms $\frac{\Delta I_p}{\Delta t}$ erfasst werden. Beispielsweise kann mindestens eine zeitliche

25 Änderung mindestens einer Pumpspannung $\frac{\Delta U_p}{\Delta t}$ bestimmt werden. Die zeitliche

Änderung der Pumpspannung kann bevorzugt unter Verwendung der Formel

$\frac{\Delta U_p}{\Delta t} = \frac{\Delta U_{p_{soll}} \cdot (1 - \exp(-\Delta t / \tau))}{\Delta t}$ bestimmt werden. $U_{p_{soll}}$, bevorzugt $\frac{\Delta U_{p_{soll}}}{\Delta t}$, kann

bevorzugt im Rahmen einer Pumpspannungsnachführung, beispielsweise von der

Ansteuerung, berechnet werden, insbesondere bei starker und/oder schneller Änderung, beispielsweise annähernd stufenförmiger Änderung, des Anteils des Gases in dem Messgasraum. Diese Formel, insbesondere deren Exponentialteil, berücksichtigt insbesondere eine Abschwächung der Pumpspannung durch Einsatz eines

5 Tiefpassfilters. Der Tiefpassfilter kann beispielsweise von der Ansteuerung und/oder von der Vorrichtung umfasst sein, bevorzugt um ein Schwingverhalten einer Regelung zu unterdrücken. Unter Verwendung der zeitlichen Änderung des Pumpstroms $\frac{\Delta I_p}{\Delta t}$ und der

zeitlichen Änderung der Pumpspannung $\frac{\Delta U_p}{\Delta t}$ und mindestens einem Ohmschen

10 Widerstand zumindest eines Teils des Festelektrolyten $R_{\text{Elektrolyt}}$ kann beispielsweise mindestens eine Ableitung, bevorzugt wie oben definiert, des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ berechnet

werden, insbesondere unter Verwendung der Formel $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{\Delta U_p}{\Delta t} - R_{\text{Elektrolyt}} \frac{\Delta I_p}{\Delta t} \cdot \Delta t$

kann prinzipiell frei gewählt werden. Bevorzugt kann Δt derart gewählt werden, dass sich über diesen Zeitabschnitt Δt sowohl der Pumpstrom I_p als auch die Pumpspannung U_p im

15 Wesentlichen linear ändern. Der Ohmsche Widerstand zumindest eines Teils des Festelektrolyten $R_{\text{Elektrolyt}}$ kann beispielsweise in der Ansteuerung gespeichert sein und/oder kann in dem Verfahren erfasst werden, beispielsweise durch Beaufschlagung mit einem Strom und Messung der Spannung und/oder durch Beaufschlagung mit einer Spannung und Messung des Stroms. Mindestens eine Ableitung, bevorzugt wie oben

20 definiert, des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ kann berechnet werden aus der Differenz der Änderung der

Pumpspannung $\frac{\Delta U_p}{\Delta t}$ bei der Pumpspannungsnachführung unter Berücksichtigung des

Tiefpassfilters und der über dem Ohmschen Widerstand zumindest eines Teils des Festelektrolyten $R_{\text{Elektrolyt}}$ abfallenden elektrischen Spannung.

25

In dem Verfahren kann mindestens eine Elektrodenkapazität C_{IPE} erfasst werden.

Prinzipiell kann die Elektrodenkapazität C_{IPE} in der Vorrichtung, beispielsweise in einem Speicher der Ansteuerung, abgespeichert sein und/oder abgespeichert werden. Die Elektrodenkapazität C_{IPE} kann beispielsweise bei jeder Erfassung des Anteils des Gases

in dem Messgasraum erfasst werden, kann jedoch auch einmal erfasst werden und derart abgespeichert werden, dass die Elektrodenkapazität mehrfach verwendet werden kann, beispielsweise zur Erfassung des Anteils des Gases in dem Messgasraum und/oder zur Bestimmung der Kompensationsgröße.

5

Beispielsweise kann, insbesondere zur Erfassung der Elektrodenkapazität, mindestens eine sich zeitlich ändernde Pumpspannung an die Pumpzelle angelegt werden.

Mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens eines Pumpstroms kann erfasst werden. Aus dem zeitlichen Verlauf des Pumpstroms, insbesondere durch Auswertung mindestens einer Fläche und/oder mindestens eines Integrals des Pumpstroms, beispielsweise als Stromantwort, kann auf die Elektrodenkapazität C_{IPE} geschlossen werden.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber bekannten Verfahren und Vorrichtungen aufweisen.

15

Beispielsweise kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Softwarekompensation von kapazitiven Umladeströmen durchgeführt werden. Beispielsweise können Signalabweichungen bei einer Pumpspannungsnachführung zumindest signifikant reduziert werden. Hierdurch kann beispielsweise eine Signalgenauigkeit, insbesondere bei schnellen Gaswechseln,

20

gewährleistet werden und/oder sichergestellt werden, dass auch dynamische Systemfunktionen appliziert werden können, beispielsweise bei Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Fahrzeug. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können weiterhin zu einer Kompensation von Signalverzögerungen durch

25

Elektrodenumladung, welche beispielsweise auch ohne Pumpspannungsnachführung auftreten können, führen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den nachfolgenden Figuren dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

35

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 ein Diagramm zu einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Figur 3 ein Diagramm zu einem weiteren Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Ausführungsformen der Erfindung

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 110 dargestellt. Die Vorrichtung 110 umfasst mindestens ein Sensorelement 112 zur Erfassung mindestens eines Anteils eines Gases, beispielsweise eines Abgases 113, in einem Messgasraum. Das Sensorelement 112 umfasst mindestens eine Pumpzelle 114 mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten 116 miteinander verbundenen Pumpelektroden 118. Die Vorrichtung 110 umfasst mindestens eine Ansteuerung 120. Die Ansteuerung 120 kann mindestens eine Datenverarbeitungsvorrichtung 122 umfassen. Die Ansteuerung 120 ist eingerichtet, um ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen. Bei mindestens einer der Pumpelektroden 118 kann es sich beispielsweise um eine innere Pumpelektrode (IPE) 124 handeln. Bei mindestens einer der Pumpelektroden 118 kann es sich beispielsweise um eine Abluftkanal-Elektrode 119 handeln. Das Sensorelement 112 kann weiterhin mindestens eine Diffusionsbarriere (DB) 121 und/oder mindestens einen Abluftkanal (AK) 123 umfassen. Über den Abluftkanal 123 kann die Abluftkanal-Elektrode 119 zumindest teilweise mit Luft 125 in Verbindung stehen. Beispielsweise kann zumindest ein Teil des Abgases 113 über die Diffusionsbarriere 121 zu der inneren Pumpelektrode 118 gelangen. Die innere Pumpelektrode 118 und die Abluftkanal-Elektrode können bevorzugt zumindest teilweise von der Pumpzelle 114 umfasst sein. Bei dem Sensorelement 112 kann es sich bevorzugt um eine Breitbandlambdasonde handeln, insbesondere um eine Breitbandlambdasonde mit einer Pumpzelle 114. Das Sensorelement 112 kann zumindest teilweise über mindestens eine Schnittstelle 127 mit der Ansteuerung 120 und/oder mit der Datenverarbeitungsvorrichtung 122 verbunden sein.

In den Figuren 2 und 3 sind Schaubilder zu zwei verschiedenen Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Es sind jeweils Pumpströme I_p in mA beziehungsweise Spannungen in mV gegenüber einer Zeit t in s dargestellt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich um ein Verfahren zum Betrieb eines Sensorelements 112, beispielsweise wie oben beschrieben, zur Erfassung mindestens

eines Anteils eines Gases in einem Messgasraum. Das Sensorelement 112 weist mindestens eine Pumpzelle 114 mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten 116 miteinander verbundenen Pumpelektroden 118 auf. In dem Verfahren wird mindestens eine Messgröße erfasst. Bei der Messgröße kann es sich 5 beispielsweise um den Pumpstrom I_p und/oder um die Spannung U handeln. Weiterhin wird mindestens eine Kompensationsgröße bestimmt. Bei der Kompensationsgröße kann es sich beispielsweise um einen Kompensationsstrom ΔI_p handeln. Die Kompensationsgröße ist zumindest teilweise abhängig von kapazitiven Effekten an mindestens einem Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden 118 und 10 dem Festelektrolyten 116. Aus der Messgröße und der Kompensationsgröße wird mindestens eine korrigierte Messgröße bestimmt. Aus der korrigierten Messgröße wird der Anteil des Gases in dem Messgasraum bestimmt. Beispielsweise kann aus der korrigierten Messgröße mit Hilfe mindestens einer Kennlinie, beispielsweise einem Zusammenhang zwischen einem Pumpstrom und dem Anteil des Gases in dem 15 Messgasraum, der Anteil des Gases in dem Messgasraum bestimmt werden.

Die Messgröße kann mindestens einen Pumpstrom I_p umfassen. Die Kompensationsgröße kann mindestens einen Umladestrom ΔI_p umfassen. Die korrigierte Messgröße $I_{p_{korr}}$ kann beispielsweise berechnet werden, insbesondere unter 20 Verwendung der Formel $I_{p_{korr}} = I_p - \Delta I_p$. Das Verfahren kann zumindest teilweise durch mindestens eine Ansteuerung, beispielsweise eine Ansteuerung 120 wie oben beschrieben, durchgeführt werden. Bei der Ansteuerung 120 kann es sich beispielsweise um einen ASIC CJ135 oder einen ASIC CJ125 handeln. Beispielsweise kann die Ansteuerung 120 mindestens einen ASIC CJ135 und/oder mindestens einen ASIC CJ125 25 umfassen. Prinzipiell kann es sich bei der Ansteuerung um eine beliebige Ansteuerung handeln. Bevorzugt kann die Ansteuerung mindestens einen ASIC umfassen, beispielsweise mindestens einen ASIC CJ125 und/oder mindestens einen ASIC CJ135 und/oder mindestens einen anderen ASIC.

30 In dem Verfahren kann mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens einer elektrischen Spannung über mindestens eine elektrochemische Doppelschicht $U_{dl}(t)$ bestimmt werden. Bevorzugt kann in dem Verfahren mindestens eine Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ 35 bestimmt werden. Beispielsweise kann die elektrische Spannung über der

- elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$, insbesondere eine Spannung über der Doppelschichtkapazität, in dem Betrieb gemessen werden, beispielsweise während eines gepulsten Betriebs, insbesondere in einem gepulsten Betrieb wie bei Verwendung eines ASIC CJ135. Beispielsweise kann die Spannung über der elektrochemischen
- 5 Doppelschicht auch alternativ bestimmt und/oder berechnet werden, beispielsweise unter Verwendung einer Pumpspannungsnachführung. Bei Verwendung eines ASIC CJ 125 kann beispielsweise die Verwendung der Pumpspannungsnachführung angezeigt sein, da die Spannung, insbesondere die elektrische Spannung über der elektrochemischen
- 10 Doppelschicht, üblicherweise nicht gemessen werden kann. Prinzipiell können die Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht und/oder der zeitliche Verlauf der Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht und/oder die Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht
- $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ alternativ oder zusätzlich durch alternative Vorgehensweisen bestimmt werden. In dem Verfahren kann mindestens ein, vorzugsweise kapazitiver, Umladestrom ΔI_p als
- 15 Kompensationsgröße unter Verwendung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht, bevorzugt der Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht
- $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$, und mindestens einer Elektrodenkapazität C_{IPE} bestimmt werden, insbesondere unter Verwendung der Formel $\Delta I_p = \frac{\partial Q}{\partial t} = C_{IPE} \frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$. Eine Softwarekompensation im
- 20 Rahmen der vorliegenden Erfindung kann insbesondere darauf beruhen, dass die Messgröße, beispielsweise das Sondensignal I_p , um einen kapazitiven Umladestrom ΔI_p als Kompensationsgröße korrigiert wird. Bei der Spannung U_{dl} kann es sich beispielsweise um eine Spannung über einer elektrochemischen Doppelschicht mindestens einer der Pumpelektroden 118, beispielsweise mindestens einer inneren
- 25 Pumpelektrode 124, wie beispielsweise in Figur 1 dargestellt, handeln.

- In den Figuren 2 und 3 sind insbesondere exemplarische Messgrößen, insbesondere Pumpströme I_p als Linien 126 und 128 dargestellt. Die Linien 126 und 128 weisen in den Figuren 2 und 3 jeweils Überschwinger 130 auf. Bei den Überschwingern 130 kann es
- 30 sich beispielsweise um Pumpströme handeln, welche höher sind als ein sich einstellender konstanter Pumpstrom, beispielsweise nach einer Änderung des Anteils des Gases in dem Messgasraum. Eine Fläche unter den Überschwingern 130, insbesondere zwischen

den Überschwingern 130 und einem konstanten Pumpstrom, welcher sich nach etwa 0,9 Sekunden einstellt, kann eine Größe für eine geflossene Ladung sein. Die Fläche unter den Überschwingern 130 kann beispielsweise proportional sein zu einer Elektrodenkapazität und zu einer Änderung der Spannung: $\Delta Q = C_{IPE} \cdot \Delta U$.

5

In dem in Figur 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Pumpzelle 114 beispielsweise gepulst betrieben werden. Zwischen Spannungs- und/oder Strompulsen können jeweils Pulspausen auftreten. Der zeitliche Verlauf der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$ kann durch

10

Messung in mindestens zwei verschiedenen Pulspausen erfasst werden. Bevorzugt kann die Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der

elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ durch Messungen in mindestens zwei

verschiedenen Pulspausen erfasst werden. Beispielsweise kann mindestens eine i-te und mindestens eine j-te Pulspause in einem zeitlichen Abstand von $\Delta t_{i,j}$ verwendet werden.

15

Mindestens eine Pumpspannung während der i-ten Pulspause Up_i und mindestens eine Pumpspannung während der j-ten Pulspause Up_j können erfasst werden. Unter

Verwendung der Formel $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{Up_j - Up_i}{\Delta t_{i,j}}$ kann mindestens eine Ableitung, bevorzugt

wie oben definiert, des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der

elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ bestimmt werden. Dieses Ausführungsbeispiel

20

kann beispielsweise mit einem digitalen ASIC CJ135 als Ansteuerung 120 durchgeführt werden. Mit dem digitalen ASIC CJ135 kann beispielsweise die Kompensationsgröße ΔIp bei bekannter Kapazität C_{IPE} direkt berechnet werden, da die Spannung an der elektrochemischen Doppelschicht bevorzugt der Spannung während der Pulspause entspricht: $U_{dl}(t) = Up(\text{Pulspause})$. Die Spannung während der Pulspause

25

$Up(\text{Pulspause})$, und somit die Spannung $U_{dl}(t)$ kann beispielsweise in jedem Takt in den Pulspausen gemessen werden. Eine Änderung der Spannung, bevorzugt zur Berechnung der Kompensationsgröße, kann beispielsweise berechnet werden mit Hilfe der Formel

$\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} \approx \frac{(Up(\text{Pulspause } n) - Up(\text{Pulspause } n-1))}{Taktzeit}$. Bei der Taktzeit kann es sich beispielsweise um

$\Delta t_{n,n-1}$ handeln, insbesondere der Zeitdauer zwischen der n-ten Pulspause und der n-1-

30

ten Pulspause. In diesem Ausführungsbeispiel kann insbesondere eine Korrektur durch

Erfassung der Änderung $\frac{\Delta U_p(\text{Pulspause})}{\Delta t}$ erfasst werden, bevorzugt durch mindestens einen CJ135 als Ansteuerung 120. In diesem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ein zu einer Umladung einer Doppelschichtkapazität benötigter Strom, bevorzugt durch die Kompensationsgröße, beispielsweise direkt korrigiert werden. Dies

5 kann beispielsweise den positiven Nebeneffekt haben, dass auch mindestens eine Signalverzögerung durch Elektrodenumladung, welche beispielsweise auch ohne Pumpspannungsnachführung auftreten kann, kompensiert werden kann, sodass die korrigierte Messgröße, beispielsweise als Signal, mit U_p -Nachführung, auch Pumpspannungsnachführung genannt, sogar noch dynamischer sein kann als ohne U_p -

10 Nachführung. Figur 2 zeigt insbesondere eine schematische Darstellung des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens, allerdings insbesondere ohne den gepulsten Betrieb des CJ135 als Ansteuerung 120 und ohne aufgrund einer stufenförmigen Pumpspannungsnachführung auftretende Signalripple, wobei dies allerdings nichts an dem grundsätzlichen Verlauf ändern sollte. Durch dieses

15 Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Überschwinger 130 zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, kompensiert werden, vorausgesetzt beispielsweise, dass die Elektrodenkapazität C_{IPE} und/oder der Spannungsverlauf $U_{dl}(t)$ möglichst genau bekannt sind und/oder erfasst werden können.

20 In Figur 2 ist insbesondere ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens durch eine Korrektur über $U_p(\text{Pulspause})$, beispielsweise bei einem CJ135 als Ansteuerung 120, dargestellt. Linie 132 zeigt insbesondere einen exemplarischen Verlauf der korrigierten Messgröße, beispielsweise von $I_{p_{korr}}$. Linie 134 zeigt den Pumpstrom I_p ohne U_p -Nachführung. Linie 136 zeigt einen exemplarischen Verlauf der Pumpspannung während der Pulspausen $U_p(\text{Pulspause}) = U(IPE)$. In Figur 2 ist deutlich der

25 beschriebene Überschwinger 130 unter der Linie 126 zu erkennen. Die Flächen zwischen der Linie 126 und der Linie 134, insbesondere der Pumpströme I_p mit bzw. ohne U_p -Nachführung, entsprechen der für die Elektrodenumladung benötigten Ladung. Die genannten Linien in Figur 2 sind beispielsweise durch eine Simulation erzeugt worden,

30 beispielsweise bei einer Änderung des Anteils des Gases, insbesondere einem Gaswechsel, beispielsweise von 6% zu 21% Sauerstoff (O_2).

In dem zu Figur 3 gehörenden weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen

Verfahrens kann mindestens eine zeitliche Änderung mindestens eines Pumpstroms $\frac{\Delta I_p}{\Delta t}$

erfasst werden. Beispielsweise kann mindestens eine zeitliche Änderung mindestens einer Pumpspannung $\frac{\Delta U_p}{\Delta t}$ bestimmt werden. Unter Verwendung der zeitlichen Änderung

des Pumpstroms $\frac{\Delta I_p}{\Delta t}$ und der zeitlichen Änderung der Pumpspannung $\frac{\Delta U_p}{\Delta t}$ und

mindestens eines Ohmschen Widerstands zumindest eines Teils des Festelektrolyten 116

5 $R_{\text{Elektrolyt}}$ kann beispielsweise mindestens eine Ableitung, bevorzugt wie oben definiert, des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen

Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ berechnet werden, insbesondere unter Verwendung der Formel

$\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{\Delta U_p}{\Delta t} - R_{\text{Elektrolyt}} \frac{\Delta I_p}{\Delta t}$. In diesem weiteren Ausführungsbeispiel kann als

Ansteuerung 120 beispielsweise ein ASIC CJ125 verwendet werden. Bei Verwendung

10 des ASIC CJ125 kann üblicherweise eine Änderung der über der

Elektrodendoppelschichtkapazität abfallenden Spannung $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ nicht direkt gemessen

werden. Die über die Elektrodendoppelschichtkapazität abfallende Spannung kann jedoch zumindest abgeschätzt werden aus einer Änderung der Pumpspannung, welche für die Nachführung, insbesondere für die U_p -Nachführung, in der Ansteuerung 120,

15 insbesondere in dem Steuergerät ASIC CJ125 berechnet werden kann. Hierzu kann die gesamte Änderung der Pumpspannung ΔU_p bevorzugt um den Anteil reduziert werden, der als Ohmscher Verlust über dem Festelektrolyt 116 abfällt. Die Änderung der

Pumpspannung ΔU_p erhält man beispielsweise, indem eine Änderung von U_{psoll} , beispielsweise ΔU_{psoll} , welche beispielsweise aus einer Rampe für die Pumpspannungs-

20 Nachführung berechnet werden kann, unter Berücksichtigung eines Tiefpassfilters, beispielsweise eines PT-1-Filters, wie in folgender Formel ausgedrückt:

$\Delta U_p = \Delta U_{psoll} \cdot (1 - e^{(-\Delta t + \tau)})$, erfasst wird. In diesem weiteren Ausführungsbeispiel des

erfindungsgemäßen Verfahrens kann es sich insbesondere um eine Korrektur über die Änderung der vorgegebenen Pumpspannung handeln, bevorzugt unter Verwendung

25 mindestens eines CJ125 als Ansteuerung 120. Wie in Figur 3 zu sehen ist, können Überschwinger 130, insbesondere Signalüberschwinger, auch dann deutlich reduziert werden, wenn die Änderung der Elektrodendoppelschichtkapazität, beispielsweise der Elektrodenspannung, aus der U_p -Nachführung abgeschätzt wird. Figur 2 zeigt

insbesondere, dass auch durch eine Korrektur über eine Änderung der angelegten

30 Pumpspannung alternativ oder zusätzlich der Überschwinger 130 signifikant reduziert

werden kann, wie beispielsweise in Linie 138 dargestellt. Linie 138 zeigt insbesondere die korrigierte Messgröße, beispielsweise $I_{p_{\text{korrt}}}$. Linie 140 zeigt den Pumpstrom I_p ohne Nachführung. Linie 142 zeigt die Pumpspannung U_p .

- 5 In einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, beispielsweise in einem der oben erläuterten Ausführungsbeispiele, kann, beispielsweise zusätzlich, mindestens eine Elektrodenkapazität C_{IPE} erfasst werden. In dem Verfahren kann beispielsweise mindestens eine sich zeitlich ändernde Pumpspannung an die Pumpzelle 114 angelegt werden. Es kann mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens eines
- 10 Pumpstroms erfasst werden. Aus dem zeitlichen Verlauf des Pumpstroms kann auf die Elektrodenkapazität C_{IPE} geschlossen werden. Eine Voraussetzung für ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es sein, insbesondere zur Bestimmung der Kompensationsgröße, beispielsweise einer Kompensationsfunktion, dass die Elektrodenkapazität C_{IPE} bekannt ist oder erfasst werden kann. Da sich der Wert der
- 15 Elektrodenkapazität stark ändern kann, beispielsweise durch Alterung, kann es vorteilhaft sein, die Elektrodenkapazität im Betrieb, beispielsweise bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, zu messen. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass, vorzugsweise im Grenzstrombetrieb, ein Spannungsstrom an das Sensorelement 112, insbesondere an eine Sonde, angelegt wird und eine Fläche unter
- 20 einer Stromantwort ausgewertet wird.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betrieb eines Sensorelements (112) zur Erfassung mindestens eines
Anteils eines Gases in einem Messgasraum, wobei das Sensorelement (112)
mindestens eine Pumpzelle (114) mit wenigstens zwei durch mindestens einen
Festelektrolyten (116) miteinander verbundenen Pumpelektroden (118) aufweist,
wobei in dem Verfahren mindestens eine Messgröße erfasst wird, wobei weiterhin
10 mindestens eine Kompensationsgröße bestimmt wird, wobei die Kompensationsgröße
zumindest teilweise abhängig ist von kapazitiven Effekten an mindestens einem
Übergang zwischen mindestens einer der Pumpelektroden (118) und dem
Festelektrolyten (116), wobei aus der Messgröße und der Kompensationsgröße
mindestens eine korrigierte Messgröße bestimmt wird, wobei aus der korrigierten
15 Messgröße der Anteil des Gases in dem Messgasraum bestimmt wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Messgröße mindestens
einen Pumpstrom I_p umfasst, wobei die Kompensationsgröße mindestens einen
Umladestrom ΔI_p umfasst, wobei die korrigierte Messgröße $I_{p_{korr}}$ berechnet wird,
20 insbesondere unter Verwendung der Formel $I_{p_{korr}} = I_p - \Delta I_p$.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren
zumindest teilweise durch mindestens eine Ansteuerung (120) durchgeführt wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Verfahren
mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens einer elektrischen Spannung über
mindestens eine elektrochemische Doppelschicht $U_{dl}(t)$ bestimmt wird, wobei in dem
Verfahren mindestens ein Umladestrom ΔI_p als Kompensationsgröße unter
Verwendung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der
30 elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$ und mindestens einer Elektrodenkapazität
 C_{IPE} bestimmt wird, insbesondere unter Verwendung der Formel

$$\Delta I_p = \frac{\partial Q}{\partial t} = C_{IPE} \frac{\partial U_{dl}}{\partial t}.$$

5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Pumpzelle (114) gepulst betrieben wird, wobei zwischen Spannungs- und/oder Strompulsen jeweils Pulspausen auftreten, wobei der zeitliche Verlauf der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $U_{dl}(t)$ durch Messung in mindestens zwei verschiedenen Pulspausen erfasst wird.
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei mindestens eine i-te und mindestens eine j-te Pulspause in einem zeitlichen Abstand von $\Delta t_{i,j}$ verwendet wird, wobei mindestens eine Pumpspannung während der i-ten Pulspause Up_i und mindestens eine Pumpspannung während der j-ten Pulspause Up_j erfasst werden, wobei unter Verwendung der Formel $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{Up_j - Up_i}{\Delta t_{i,j}}$ mindestens eine Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine zeitliche Änderung mindestens eines Pumpstroms $\frac{\Delta Ip}{\Delta t}$ erfasst wird, wobei mindestens eine zeitliche Änderung mindestens einer Pumpspannung $\frac{\Delta Up}{\Delta t}$ bestimmt wird, wobei unter Verwendung der zeitlichen Änderung des Pumpstroms $\frac{\Delta Ip}{\Delta t}$ und der zeitlichen Änderung der Pumpspannung $\frac{\Delta Up}{\Delta t}$ und mindestens eines Ohmschen Widerstands zumindest eines Teils des Festelektrolyten $R_{Elektrolyt}$ mindestens eine Ableitung des zeitlichen Verlaufs der elektrischen Spannung über der elektrochemischen Doppelschicht $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t}$ berechnet wird, insbesondere unter Verwendung der Formel $\frac{\partial U_{dl}}{\partial t} = \frac{\Delta Up}{\Delta t} - R_{Elektrolyt} \frac{\Delta Ip}{\Delta t}$.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Elektrodenkapazität C_{IPE} erfasst wird.

9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei mindestens eine sich zeitlich ändernde Pumpspannung an die Pumpzelle (114) angelegt wird, wobei mindestens ein zeitlicher Verlauf mindestens eines Pumpstroms erfasst wird, wobei aus dem zeitlichen Verlauf des Pumpstroms auf die Elektrodenkapazität C_{PE} geschlossen wird.
- 5
10. Vorrichtung (110) umfassend mindestens ein Sensorelement (112) zur Erfassung mindestens eines Anteils eines Gases in einem Messgasraum, wobei das Sensorelement (112) mindestens eine Pumpzelle (114) mit wenigstens zwei durch mindestens einen Festelektrolyten (116) miteinander verbundenen Pumpelektroden (118) aufweist, wobei die Vorrichtung (110) mindestens eine Ansteuerung (120) umfasst, wobei die Ansteuerung (120) eingerichtet ist, um ein Verfahren zum Betrieb des Sensorelements (112) nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.
- 10
- 15

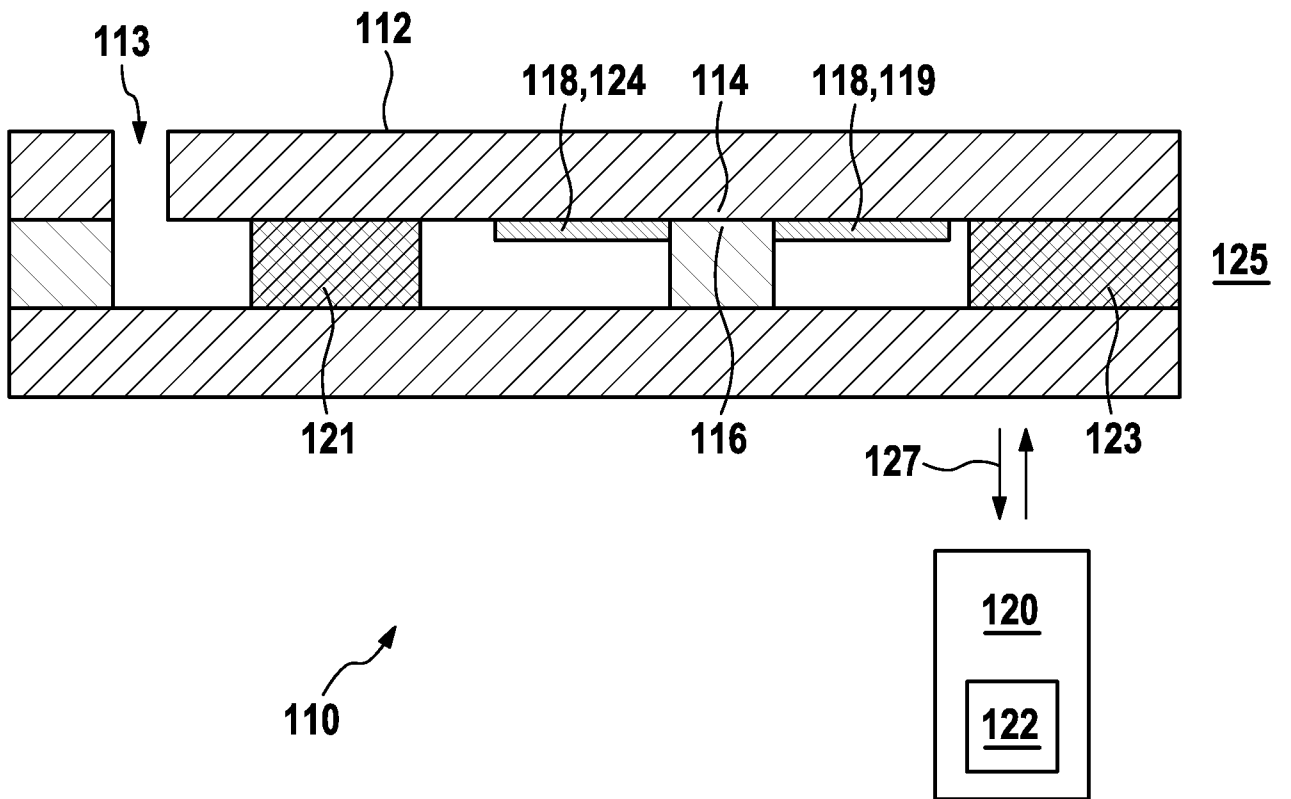


FIG. 1

2 / 2

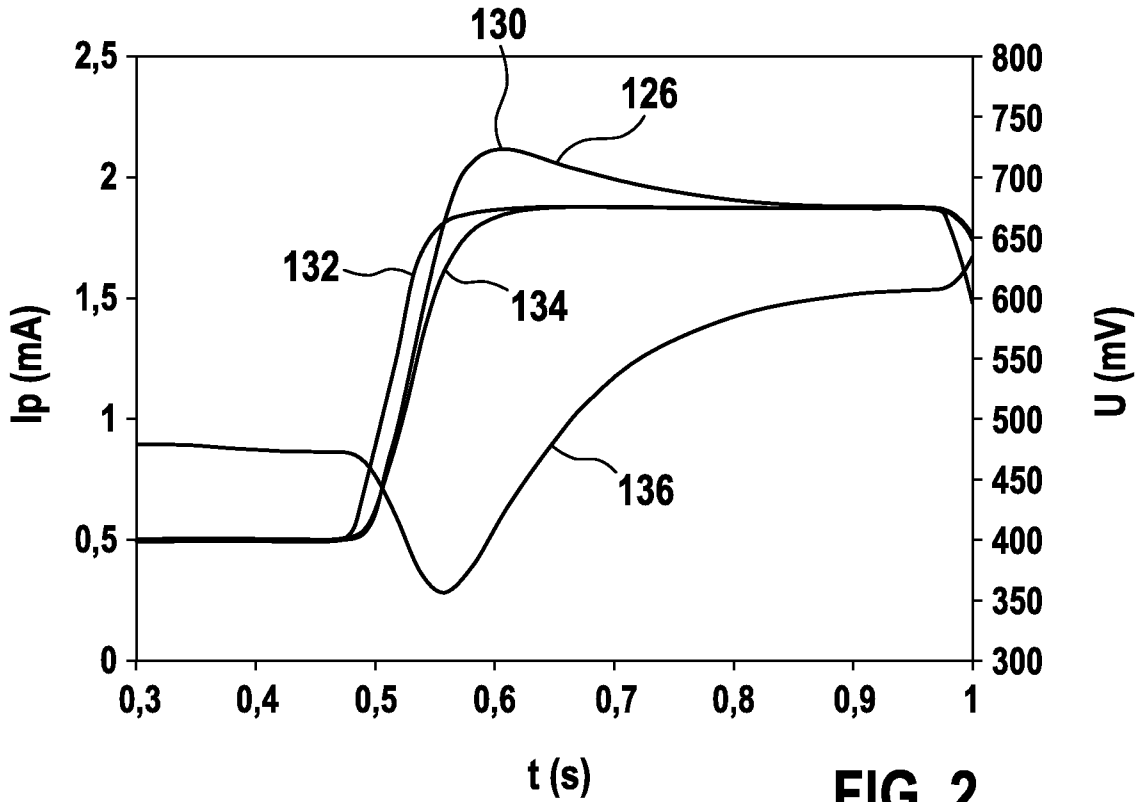


FIG. 2

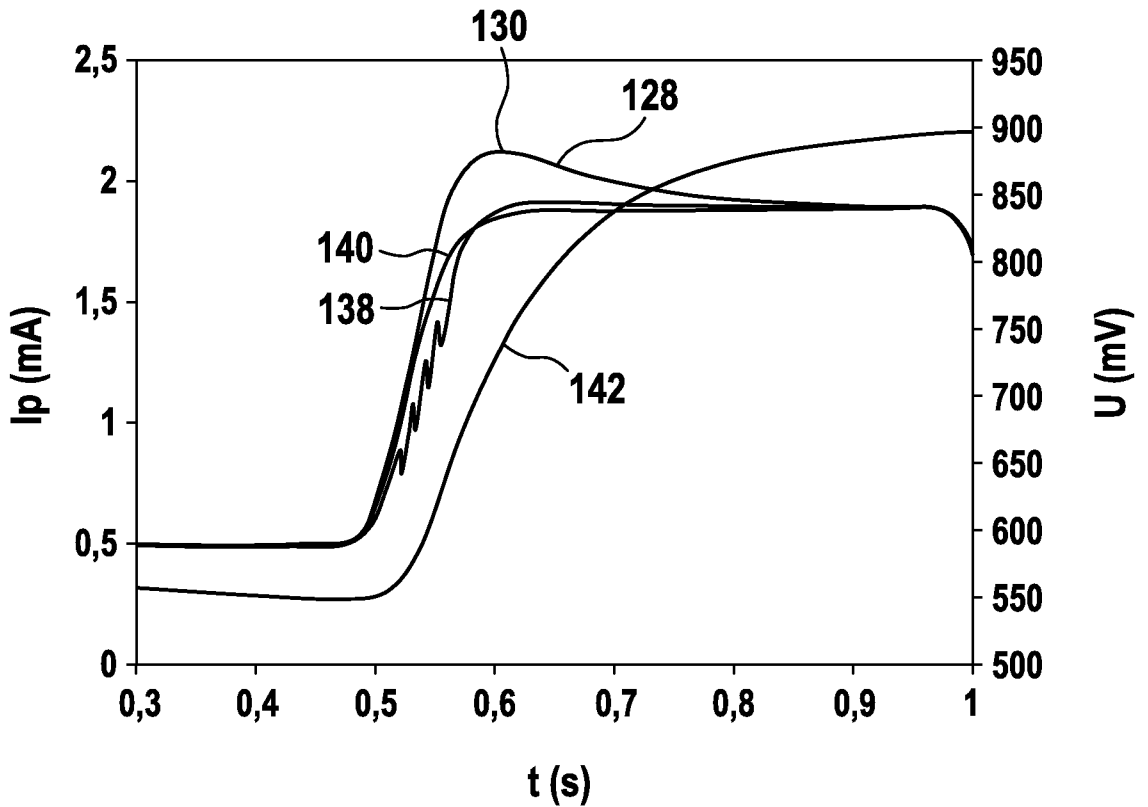


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/069614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N27/406 F02D41/14
ADD.
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)
G01N F02D

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 042695 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 April 2012 (2012-04-26)	1-4,6-10
Y	paragraphs [0008], [0011], [0012], [0014] claims 1,5 figure 1	5
X	DE 10 2010 031060 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 January 2012 (2012-01-12) abstract; figure 1 paragraphs [0008], [0009]	1,3,10
Y	DE 10 2007 061947 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25) paragraph [0011]	5
	----- -/--	

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 application or patent 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 28 November 2013	Date of mailing of the international search report 05/12/2013
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Klein, Marc-Oliver
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/069614

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 10 2010 000663 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7 July 2011 (2011-07-07) paragraph [0011] -----	1,10
X	DE 10 2010 040817 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 March 2012 (2012-03-15) paragraph [0030] -----	1,10
X	DE 10 2011 005648 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 September 2012 (2012-09-20) paragraphs [0006], [0027], [0075] -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/069614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010042695 A1	26-04-2012	NONE	

DE 102010031060 A1	12-01-2012	CN 102959393 A	06-03-2013
		DE 102010031060 A1	12-01-2012
		EP 2591346 A1	15-05-2013
		JP 2013533968 A	29-08-2013
		US 2013167511 A1	04-07-2013
		WO 2012004143 A1	12-01-2012

DE 102007061947 A1	25-06-2009	DE 102007061947 A1	25-06-2009
		JP 4914431 B2	11-04-2012
		JP 2009150895 A	09-07-2009

DE 102010000663 A1	07-07-2011	NONE	

DE 102010040817 A1	15-03-2012	NONE	

DE 102011005648 A1	20-09-2012	DE 102011005648 A1	20-09-2012
		WO 2012123193 A1	20-09-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N27/406 F02D41/14
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N F02D

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 042695 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26)	1-4,6-10
Y	Absätze [0008], [0011], [0012], [0014] Ansprüche 1,5 Abbildung 1	5
X	DE 10 2010 031060 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12. Januar 2012 (2012-01-12)	1,3,10
	Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0008], [0009]	
Y	DE 10 2007 061947 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	5
	Absatz [0011]	
X	DE 10 2010 000663 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. Juli 2011 (2011-07-07)	1,10
	Absatz [0011]	
	----- -/--	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. November 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/12/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Klein, Marc-Oliver

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 040817 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. März 2012 (2012-03-15) Absatz [0030] -----	1,10
X	DE 10 2011 005648 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. September 2012 (2012-09-20) Absätze [0006], [0027], [0075] -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/069614

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010042695 A1	26-04-2012	KEINE	

DE 102010031060 A1	12-01-2012	CN 102959393 A	06-03-2013
		DE 102010031060 A1	12-01-2012
		EP 2591346 A1	15-05-2013
		JP 2013533968 A	29-08-2013
		US 2013167511 A1	04-07-2013
		WO 2012004143 A1	12-01-2012

DE 102007061947 A1	25-06-2009	DE 102007061947 A1	25-06-2009
		JP 4914431 B2	11-04-2012
		JP 2009150895 A	09-07-2009

DE 102010000663 A1	07-07-2011	KEINE	

DE 102010040817 A1	15-03-2012	KEINE	

DE 102011005648 A1	20-09-2012	DE 102011005648 A1	20-09-2012
		WO 2012123193 A1	20-09-2012
