

(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
08. August 2019 (08.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/149552 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 3/021 (2006.01) *F01N 9/00* (2006.01)
F01N 3/035 (2006.01) *F01N 11/00* (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01) *G01N 22/00* (2006.01)
F01N 3/10 (2006.01) *G01R 1/067* (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01) *G01R 27/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/051348

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Januar 2019 (21.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 201 391.8
30. Januar 2018 (30.01.2018) DE

(71) Anmelder: CPT GROUP GMBH [DE/DE]; Vahrenwal-
der Straße 9, 30165 Hannover (DE).

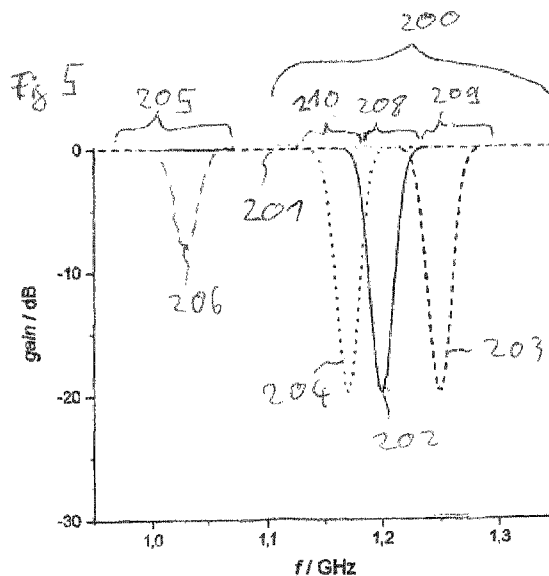
(72) Erfinder: BURGER, Katharina; Georg-Aichinger-Stras-
se 4, 93055 Regensburg (DE). REITMEIER, Willi-
bald; Forstbergring 9, 93155 Hemau (DE). HIEN, Mar-
kus; Schleifmühlenweg 43, 92436 Bruck (DE). DIE-
TRICH, Markus; Ostengasse 7, 93047 Regensburg (DE).
LUSZEK, Daniel; Rotdornweg 39, 93055 Regensburg
(DE). ANTE, Johannes; Droste-Hülshoff-Weg 1, 93055
Regensburg (DE).

(74) Anwalt: WALDMANN, Alexander; c/o Continental Au-
tomotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (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, DE, DJ, DK, DM,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING A STATUS OF A MICROWAVE ANTENNA OF AN EXHAUST GAS
TREATMENT ELEMENT FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERMITTELN EINES ZUSTANDS EINER
MIKROWELLENANTENNE EINES ABGASBEHANDLUNGSELEMENTS FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a status of a microwave antenna (103) of an exhaust gas treatment element (100) for a motor vehicle, comprising the following steps: specifying a frequency range (200) that is representative of the status of the microwave antenna (103); transmitting microwaves (104) into the housing (102) of the exhaust gas treatment element (100); receiving microwaves (104) in response to the transmission; determining a change in a signal course (201) of the received microwaves (104) in the predefined frequency range (200); and determining the status of the microwave antenna (103) depending on the determined change.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Ermitteln eines Zustands einer Mikrowellenantenne (103) eines Abgasbehandlungselements (100) für ein Kraftfahrzeug umfasst: - Vorgeben eines Frequenzbereichs (200), der für den Zustand der Mikrowellenantenne

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2019/149552 A1

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(103) repräsentativ ist, - Aussenden von Mikrowellen (104) in ein Gehäuse (102) des Abgasbehandlungselements (100), - Empfangen von Mikrowellen (104) in Antwort auf das Aussenden, - Ermitteln einer Änderung eines Signalverlaufs (201) der empfangenen Mikrowellen (104) in dem vorgegebenen Frequenzbereich (200), - Ermitteln des Zustands der Mikrowellenantenne (103) in Abhängigkeit von der ermittelten Änderung.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln eines Zustands einer
Mikrowellenantenne eines Abgasbehandlungselements für ein
5 Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Zustands
einer Mikrowellenantenne eines Abgasbehandlungselements für ein
Kraftfahrzeug. Die Anmeldung betrifft weiterhin eine Vor-
10 richtung, die ausgebildet ist, ein entsprechendes Verfahren
auszuführen.

Kraftfahrzeuge mit Otto- oder Dieselmotoren oder
Gasmotoren benötigen zur Einhaltung der gesetzlichen Emissi-
15 onsgrenzwerte diverse Komponenten zur Abgasnachbehandlung.
Hierzu zählen unter anderem der Dreiwegekatalysator, der
Dieseloxidationskatalysator, der Stickoxidspeicherkatalysator,
der SCR-Katalysator (Selektive Katalytische Reduktion), der
Diesel- und Ottopartikelfilter und weitere Systeme. Mehrere
20 Elemente können auch kombiniert werden, beispielsweise ein
Partikelfilter mit SCR-Beschichtung (SDPF). Beladungszustände
eines Systems zur Abgasbehandlung sind mittels Mikrowellen
ermittelbar. Hierfür werden Mikrowellen mittels einer Mikro-
wellenantenne in ein Gehäuse des Abgasbehandlungselements
25 eingebracht.

Es ist wünschenswert, ein Verfahren zum Ermitteln eines Zustands
einer Mikrowellenantenne eines Abgasbehandlungselements für ein
Kraftfahrzeug anzugeben, das ein verlässliches Ermitteln er-
30 möglicht. Weiterhin ist es wünschenswert, eine Vorrichtung
anzugeben, die ein verlässliches Ermitteln ermöglicht.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Zustands
einer Mikrowellenantenne eines Abgasbehandlungselements für ein

Kraftfahrzeug sowie eine korrespondierende Vorrichtung, die ausgebildet ist, das Verfahren durchzuführen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein Frequenzbereich
5 vorgegeben, der für den Zustand der Mikrowellenantenne re-
präsentativ ist. Mikrowellen werden in ein Gehäuse des Ab-
gasbehandlungselements ausgesandt. Mikrowellen werden in
Antwort auf das Aussenden empfangen. Eine Änderung eines
Signalverlaufs der empfangenen Mikrowellen in dem vorgegebenen
10 Frequenzbereich wird ermittelt. Der Zustand der Mikrowellen-
antenne wird in Abhängigkeit von der ermittelten Änderung
ermittelt.

Das Abgasbehandlungselement ist insbesondere ein Katalysator
15 und/oder ein Filter mit einer Katalysatorbeschichtung eines
Abgasbehandlungssystems des Kraftfahrzeugs, auch Abgasnach-
behandlungssystem genannt. Beispielsweise ist der Filter ein
Partikelfilter, insbesondere ein Rußpartikelfilter. Der Ka-
talyator ist insbesondere ein SCR-Katalysator. Auch andere
20 Filter und Katalysatoren sind möglich.

Die elektromagnetischen Eigenschaften innerhalb des Gehäuses
werden durch Materialveränderungen oder Materialeinbringungen
beeinflusst. Beispielsweise die Einlagerung von Molekülen oder
25 Partikeln wie Rußpartikel oder NH_3 in dem Gehäuse führt zu einer
höheren Polarisierung und Dämpfung und damit zu einer höheren
Halbwertsbreite, niedrigeren Frequenz, Gütefaktor Q und
Amplitude sowie zu einer Änderungen in Phase und Laufzeit der
Mikrowellen. Somit ist aus einer Änderung bei den empfangenen
30 Mikrowellen beispielsweise ein Füllstand des Abgasbehand-
lungselements ermittelbar.

Auch eine höhere Temperatur führt aufgrund der thermischen
Ausdehnung des Gehäuses zu niedrigeren Frequenzen. Dies kann

jedoch mit Hilfe von Modellen beispielsweise mittels Software kompensiert werden. Auch weitere Messgrößen werden gemäß Ausführungsformen zum Ermitteln des Füllstands des Abgasbehandlungselements verwendet und beispielsweise mit Betriebsparametern des Fahrzeugs kombiniert, beispielsweise eine Umgebungstemperatur, eine Feuchte, eine Abgastemperatur, ein Signal eines Gassensors, wie beispielsweise einer Lambdasonde und/oder eines NOX-Sensors.

- 10 Auch bei der Antenne sind Änderungen der dielektrischen Eigenschaften möglich, die zu einer Fehlfunktion der Mikrowellenantenne führen können. Andererseits sind Fehlfunktionen der Mikrowellenantenne auf Materialeinlagerungen und/oder Materialschwund zurückzuführen. Dies kann beispielsweise die
- 15 Messfähigkeit des Systems beeinträchtigen.

Beispielsweise weist die Mikrowellenantenne ein keramisches Material auf. Einlagerungen von Molekülen oder Partikeln in diesem keramischen Material führen beispielsweise zu einer

20 höheren Dämpfung in der Antenne, und damit zu einer höheren Halbwertsbreite, niedrigeren Frequenz, Güte und Amplitude sowie zu einer Änderung in Phase und Laufzeit der Mikrowellen. Bei Materialschwund des keramischen Materials ist der Effekt genau umgekehrt.

25 Eine fehlerhafte Funktion der Mikrowellenantenne kann zu einer Beeinträchtigung oder einem Ausfall des Messsystems führen, das den Füllstand des Abgasbehandlungselements ermitteln soll. Daher ist im Fahrzeugbetrieb eine entsprechende Diagnose der Funktionsfähigkeit beziehungsweise des Zustands der Mikrowellenantenne nutzbringend.

30

Im Frequenzspektrum der Mikrowellen treten in dem vorgegebenen Frequenzbereich Resonanzen auf, die maßgeblich von den die-

lektrischen Eigenschaften der Mikrowellenantenne abhängen, insbesondere von den dielektrischen Eigenschaften des Materials innerhalb der Mikrowellenantenne. Die Mikrowellenantenne ist beispielsweise als Stiftkoppler ausgeführt. Beispielsweise
5 ändern sich die dielektrischen Eigenschaften durch Wasseranlagerung oder Rußanlagerung. Auch eine Zerstörung des Dielektrikums in der Mikrowellenantenne ist möglich, beispielsweise ein Abbröseln der Keramik. Dies verändert die Messfähigkeit des Messsystems. Die Änderungen der dielektrischen Eigenschaften der
10 Mikrowellenantenne sind mittels dem Ermitteln der Änderung des Signalverlaufs ermittelbar. Somit ist es möglich, den Zustand der Mikrowellenantenne zu ermitteln.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird eine Änderung der
15 Resonanzfrequenz ermittelt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Änderung der Amplitude ermittelt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Änderung einer mittleren Verstärkung ermittelt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Änderung einer Güte ermittelt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Änderung einer
20 Lauflänge ermittelt, also insbesondere eine Änderung in der Phase und der Laufzeit der Mikrowellen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein weiterer Frequenzbereich vorgegeben. Der weitere Frequenzbereich ist repräsentativ
25 für einen Füllstand des Abgasbehandlungselements. Der Frequenzbereich und der weitere Frequenzbereich unterscheiden sich voneinander. Aus einer Veränderung des Signalverlaufs in dem weiteren Frequenzbereich wird auf eine Änderung im Füllstand des Abgasbehandlungselements geschlossen.
30 Aus einer Veränderung des Signalverlaufs in dem vorgegebenen Frequenzbereich wird auf eine Veränderung des Zustands der Mikrowellenantenne geschlossen. Somit ist eine Veränderung des Zustands der Mikrowellenantenne von einer Veränderung des Füllstands des Abgasbehandlungselements unterscheidbar. Es wird

zwischen Resonanzfrequenzen unterschieden, die aufgrund einer Anlagerung von Material in dem Abgasbehandlungselement verändert werden, und Resonanzfrequenzen, die sich aufgrund von einer Materialveränderung der Mikrowellenantenne ändern. Die Lage des Frequenzbereichs und die Lage des weiteren Frequenzbereichs werden beispielsweise empirisch ermittelt. Auch ein Vorgeben mittels einer simulatorischen Ermittlung ist möglich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein Bereich für die Änderung des Signalverlaufs vorgegeben, innerhalb dessen der Zustand der Mikrowellenantenne als funktionierend ermittelt wird. Der Zustand wird als fehlerhaft ermittelt, wenn die Änderung außerhalb des Bereichs ist. Der Bereich ist somit ein Toleranzbereich, innerhalb dessen sich der Signalverlauf herkömmlich befindet. Außerhalb des Toleranzbereichs kann auf eine Fehlfunktion der Mikrowellenantenne geschlossen werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein Parameter des Abgases ermittelt. Der Bereich wird in Abhängigkeit von dem Parameter vorgegeben. Somit ist die Lage des Bereichs, also beispielsweise des Toleranzbereichs, von Einflussfaktoren wie Temperatur und/oder Feuchte und/oder anderen Abgasparametern abhängig. Dadurch lässt sich präzise auf den Zustand der Mikrowellenantenne schließen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden mehrere Bereiche für die Änderung vorgegeben, innerhalb derer der Zustand als fehlerhaft ermittelt wird. Eine Art des fehlerhaften Zustands wird in Abhängigkeit von dem Bereich ermittelt, in dem die Änderung ermittelt wird. Beispielsweise wird in einem ersten Bereich, der nahe an dem Bereich liegt, in dem die Mikrowellenantenne funktionsfähig arbeitet, zunächst versucht, den funktionsfähigen Zustand der Mikrowellenantenne wieder herzustellen, beispielsweise durch Freibrennen der Mikrowellen-

antenne. In einem Bereich, der weiter von dem Bereich beabstandet ist, in dem die Antenne funktionsfähig ist, wird beispielsweise eine Fehlermeldung an die Motorsteuerung ausgegeben, sodass der Betrieb des Kraftfahrzeugs entsprechend geändert werden kann.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird eine Mehrzahl von unterschiedlichen fehlerhaften Zuständen vorgegeben. In Abhängigkeit von der ermittelten Änderung wird einer der fehlerhaften Zustände ermittelt. Beispielsweise wird bei einer Erhöhung der Resonanzfrequenz auf einen Materialverlust bei der Mikrowellenantenne geschlossen. Bei einer Reduzierung einer Resonanzfrequenz wird auf eine Ablagerung oder Einlagerung von Material in der Mikrowellenantenne geschlossen.

10

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine Geometrie der Mikrowellenantenne veränderbar, um den vorgegebene Frequenzbereich zu verändern. Insbesondere weist die Mikrowellenantenne ein variables Antennendesign auf, um gezielt Resonanzfrequenzen innerhalb der Mikrowellenantenne auftreten zu lassen. Der Frequenzbereich wird beispielsweise in Abhängigkeit von dem Abgasbehandlungselement verändert. Somit ist die Mikrowellenantenne an Veränderungen des Abgasbehandlungselements anpassbar, beispielsweise zur Initialanpassung an das Abgasbehandlungselement oder zur Anpassung an Veränderungen aufgrund des Alters. Somit ist es möglich, dass beispielsweise stets Frequenzen ausgesandt und/oder empfangen werden können, die außerhalb des Frequenzbereichs liegen, der dem Füllstand des Abgasbehandlungselements zugeordnet ist.

20

25

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Vorgehen des Frequenzbereichs ein Aussenden und Empfangen von Mikrowellen unterschiedlicher Frequenzen. Ein sich dadurch ausbildendes elektrisches Feld wird ermittelt. Der Frequenzbereich wird so vorgegeben, dass sich in dem Frequenzbereich ein Maximum des

elektrischen Feldes innerhalb der Mikrowellenantenne ausgebildet. Somit ist eine Veränderung der dielektrischen Eigenschaften der Mikrowellenantenne mittels der Mikrowellen detektierbar.

5 Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden, in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen. Gleiche, gleichartige und gleichwirkende Elemente können darin mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein.

10 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Abgasbehandlungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel,

15 Figur 2 eine schematische Darstellung einer Ausbildung eines elektrischen Felds gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Ausbildung eines elektrischen Felds gemäß einem Ausführungsbeispiel,

20

Figur 4 eine schematische Darstellung von Signalverläufen gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 5 eine schematische Darstellung von Signalverläufen
25 gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

Figur 6 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel.

30 Figur 1 zeigt ein Abgasbehandlungselement 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Abgasbehandlungselement 100 ist insbesondere Teil eines Abgasbehandlungssystems 120, auch Abgasnachbehandlungssystem genannt. Das Abgasbehandlungselement 100 ist beispielsweise ein Katalysator, ein Filter oder eine

Kombination aus einem Katalysator und einem Filter, insbesondere einem Partikelfilter.

In einem metallischen Gehäuse 102 des Abgasbehandlungselements 100 ist ein Abgasbehandlungsmodul 101 angeordnet. Das Abgasbehandlungsmodul 101 dient beispielsweise zum Speichern von Ammoniak oder zum Filtern von Partikeln wie Rußpartikeln. Abgas 105 aus einer nicht explizit dargestellten Brennkraftmaschine wird in das Abgasbehandlungselement 100 eingeführt. Das Abgasbehandlungselement 100 dient beispielsweise zum Reinigen des Abgases 105 von Emissionen. Nachfolgend wird das Verfahren insbesondere am Beispiel eines Rußpartikelfilters näher erläutert.

Während des Betriebs lagern sich Ruß und Asche im Modul 101 an. Bei einem bestimmten Beladungszustand muss der Filter regeneriert beziehungsweise gereinigt werden, beispielsweise thermisch freigebrannt werden. Der Beladungszustand kann mittels Hochfrequenztechnik gut ermittelt werden, insbesondere mit Mikrowellen 104. Die Mikrowellen liegen beispielsweise in einem Bereich zwischen 300 MHz und einigen 100 GHz. Insbesondere wird anmeldungsgemäß ein Frequenzbereich von etwa 0,3 GHz bis 10 GHz, beispielsweise von 1 GHz bis 2 GHz verwendet. Auch andere Frequenzbereiche sind möglich.

Zum Senden oder Empfangen der Mikrowellen 104 in das Gehäuse 102, das insbesondere als Hohlraumresonator wirkt, sind im gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Mikrowellenantennen 103 vorgesehen. Diese sind beispielsweise jeweils Hochfrequenzantennen, die mit einem entsprechenden Anreger gekoppelt sind, beispielsweise einem Oszillator. Die Kopplung kann elektrisch und/oder induktiv erfolgen. Die Mikrowellen werden beispielsweise nach Transmission und/oder nach Reflexion empfangen.

Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen ist nur eine einzige Mikrowellenantenne 103 vorgesehen. Diese sendet zunächst die Mikrowellen 104 aus, die im Gehäuse 102 reflektiert und nachfolgend wieder von der Mikrowellenantenne 103 empfangen werden.

Eine Vorrichtung 110 ist vorgesehen. Die Vorrichtung 110 ist beispielsweise Teil einer Motorsteuerung des Kraftfahrzeugs. Die Vorrichtung 110 dient unter anderem zum Auswerten der empfangenen Mikrowellen 104.

Mit einer Beladung des Moduls 101 ändern sich auch die dielektrischen Eigenschaften innerhalb des Gehäuses 102. Beispielsweise sinken die Resonanzfrequenz, die Amplitude und/oder die Güte und die Halbwertsbreite wird größer, da die Mikrowellen in Inneren des Gehäuses 102 stärker gedämpft werden. Auch eine Änderung in Phase und Laufzeit der Mikrowellen 104 ist selektierbar. Hieraus ist auf einen Füllstand des Moduls 101 schließbar.

Figur 2 zeigt schematisch eine Ausbreitung eines elektrischen Feldes 106 im Inneren des Gehäuses 102. Frequenzen in einem Frequenzbereich 205 (Figur 4) werden ausgesandt, sodass sich ein Maximum 107 im Inneren Bereich des Gehäuses 102 ausbildet, insbesondere im Bereich des Moduls 101. In diesem Frequenzbereich 205 bedeutet eine Änderung bei den Wellenmoden beispielsweise der Resonanzfrequenz eine Änderung des Füllstands des Moduls 101.

Wie schematisch in Figur 3 dargestellt, können auch Mikrowellen in einem Frequenzbereich 200 (Figur 4) ausgesandt werden, sodass sich das Maximum 107 in der Mikrowellenantenne 103 ausbildet. Änderungen bei den Wellenmoden dieses Maximums 107, beispielsweise eine Änderung der Resonanzfrequenz, sind somit repräsentativ für eine Änderung der dielektrischen Eigenschaften

der Mikrowellenantenne 103. Somit lässt sich auf eine Einlagerung von Molekülen oder Partikeln beispielsweise in dem keramischen Material der Mikrowellenantenne 103 schließen oder auf einen Materialschwund beispielsweise des keramischen Materials der
5 Mikrowellenantenne 103.

Figur 4 zeigt an einem Signalverlauf 201, dass im Frequenzspektrum in einem Frequenzbereich 205 ein Resonanzpeak 206 auftritt. Eine Veränderung dieses Resonanzpeaks, beispielsweise
10 eine Verschiebung zum Resonanzpeak 207, ist repräsentativ für eine Veränderung des Füllstands des Moduls 101, beispielsweise eine Erhöhung des Füllstands.

Ein weiterer Resonanzpeak 202 tritt im Frequenzbereich 200 auf.
15 Der Frequenzbereich 200 ist insbesondere unterschiedlich zum Frequenzbereich 205. Insbesondere überlappen die beiden Frequenzbereiche 200 und 205 nicht.

Der Resonanzpeak 202 ist maßgeblich von den dielektrischen
20 Eigenschaften des Materials innerhalb der Mikrowellenantenne 103 abhängig. Da die Resonanzpeaks 202 und 206 in den unterschiedlichen Frequenzbereichen 200 und 205 liegen, ist gut zu unterscheiden zwischen einer Veränderung im Füllstand des Abgasbehandlungselements 100 und einer Veränderung der Mikrowellenantenne 103. Eine Veränderung der Frequenz des Resonanzpeaks 206 zum Resonanzpeak 207 spiegelt eine Anlagerung in dem Modul 101 wieder. Dies ist unterscheidbar von einer Veränderung des Resonanzpeaks 202, die von einer Materialveränderung der Mikrowellenantenne 103 verändert wird.

30

Der Signalverlauf 201 ist beispielsweise das Reflexionsspektrum eines ordnungsgemäß arbeitenden Abgasbehandlungssystems 120. Es treten nur Frequenzverschiebungen im Bereich 205 auf, beispielsweise bedingt durch eine Beladung und/oder eine Änderung

der Temperatur, ausschließlich bei den Resonanzpeaks 206, 207, die sich innerhalb des Gehäuses 102 ausbilden. Bei normal funktionsfähiger Mikrowellenantenne 103 ändert sich der Resonanzpeak 202 nicht. Eine etwaige Änderung aufgrund von
5 Temperatureinflüssen wird beispielsweise mittels geeigneter Software ausgeglichen.

Figur 5 zeigt den Signalverlauf 201 bei verschiedenen Fehlern an der Mikrowellenantenne 103. Der Beladungszustand des Moduls 101
10 bleibt unverändert, wie sich aus dem unveränderten Signalpeak 206 im Bereich 205 ermitteln lässt. Bei einem fehlerhaften Zustand der Mikrowellenantenne 103 wird ausschließlich der Frequenzpeak 202 im Frequenzbereich 200 beeinflusst, der durch eine im Antenneninneren ausgebildete Resonanz verursacht wird.

15 Innerhalb des Frequenzbereichs 200 wird ein Bereich 208 festgelegt. Befindet sich der Resonanzpeak 202 im Bereich 208, der auch als Toleranzbereich bezeichnet werden kann, wird auf eine normal funktionsfähige Mikrowellenantenne 103 geschlossen.
20 Verschiebt sich der Resonanzpeak nach außerhalb des Bereichs 208, also beispielsweise zum Resonanzpeak 203 oder zum Resonanzpeak 204, wird auf eine fehlerhafte Mikrowellenantenne 103 geschlossen.

25 Die Lage und Größe des Bereichs 208 ist beispielsweise vorgegeben in Abhängigkeit von Abgasparametern, wie beispielsweise einer Abgastemperatur und/oder einer Abgasfeuchte. Der Frequenzbereich 200 ist beispielsweise empirisch ermittelt oder wird mittels einer Simulation ermittelt. Es ist auch möglich, eine
30 Frequenzsweep durchzuführen und die Lage der Maxima 107 des elektrischen Feldes 106 auszuwerten, wie in Verbindung mit den Figuren 2 und 3 gezeigt. Somit ist bekannt, bei welchen Frequenzen sich das Maximum 107 im Inneren des Gehäuses ausbildet und bei

welchen Frequenzen sich das Maximum 107 im Inneren der Mikrowellenantenne 103 ausbildet.

Anhand der Verschiebung des Resonanzpeaks 202 lässt sich auch die
5 Art der Störung der Mikrowellenantenne 103 schließen. Verschiebt
sich der Resonanzpeak 202 zum Resonanzpeak 203 in den Bereich 209,
also zu einer höheren Frequenz, ist von einer Reduzierung der
Dämpfung auszugehen, die beispielsweise durch einen Materi-
alverlust des Antennenmaterials verursacht ist. Verschiebt sich
10 der Resonanzpeak 202 zum Resonanzpeak 204 in dem Bereich 210 ist
von einer höheren Dämpfung auszugehen, beispielsweise durch
Ablagerungen oder Einlagerungen von Molekülen in dem Anten-
nenmaterial der Mikrowellenantenne 103. In Abhängigkeit der
ermittelten Veränderung können entsprechende Maßnahmen ge-
15 troffen werden. Beispielsweise wird eine Fehlermeldung aus-
gegeben, wenn der Resonanzpeak im Bereich 209 ermittelt wird.
Beispielsweise werden Maßnahmen zum Wiederherstellen der
Funktionsfähigkeit getroffen, wenn der Resonanzpeak im Bereich
210 ermittelt wird. Beispielsweise wird ein Freibrennen der
20 Mikrowellenantenne 103 bei Rußeinlagerungen, Rußablagerungen,
Feuchteeinlagerungen und/oder Feuchteablagerungen durchge-
führt.

Alternativ oder zusätzlich zur Untersuchung von Veränderungen
25 des Resonanzpeaks 202 werden gemäß weiteren Ausführungsbei-
spielen ein oder mehrere weitere Parameter des Frequenzspektrums
untersucht, zum Beispiel eine Peakamplitude und/oder eine
mittlere Verstärkung über einen Frequenzbereich.

30 Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Ablaufs eines
Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel. In Schritt 601
werden zunächst die Messdaten erhoben, also insbesondere der
Signalverlauf 201 ermittelt. In Schritt 602 wird der Signal-
verlauf 201 analysiert, um die Lage der Resonanzpeaks 202 und 206

zu ermitteln. In Schritt 603 werden Informationen über die Frequenzbereiche 200 und 205 bereitgestellt. In Schritt 604 wird abhängig von den Informationen der Schritte 602 und 603 eine Zuordnung der ermittelten Resonanzpeaks 202 und 206 durchgeführt. Insbesondere wird ermittelt, ob der Resonanzpeak re-
5 präsentativ ist für einen Füllstand oder für einen Zustand der Mikrowellenantenne 103.

Wenn der Resonanzpeak dem Bereich 205 zugeordnet wurde, wird das
10 Verfahren mit Schritt 605 fortgesetzt. In Schritt 606 erfolgt nachfolgend eine Ermittlung des Füllstands des Abgasbehandlungselements 100.

Wird der Resonanzpeak als Resonanzpeak 202 des Frequenzbereichs
15 202 ermittelt, wird das Verfahren in Schritt 607 fortgeführt. In Schritt 608 wird eine Referenzpeakposition vorgegeben beziehungsweise der Bereich 208 vorgegeben, insbesondere in Abhängigkeit von Abgasparametern.

20 In Schritt 609 wird der ermittelte Resonanzpeak 202 mit den Referenzdaten abgeglichen. Insbesondere wird in Schritt 610 ermittelt, ob der gemessene Resonanzpeak 202 innerhalb des Bereichs 208 liegt. Wird der gemessene Resonanzpeak als Resonanzpeak 202 im Bereich 208 ermittelt, wird die Mikrowellenantenne 103 in Schritt 611 als normal funktionsfähig er-
25 mittelt.

Liegt der gemessene Resonanzpeak außerhalb des Bereichs 208 wird in Schritt 612 ermittelt, ob der Resonanzpeak unterhalb des
30 Bereichs 208 liegt. Wenn der gemessene Resonanzpeak den Resonanzpeak 204 im Bereich 210 entspricht, wird in Schritt 613 eine Ab- und/oder Einlagerung von Partikeln und/oder Feuchte ermittelt. In Schritt 614 werden nachfolgend entsprechende Maßnahmen ergriffen, wie beispielsweise ein Aufheizen der

Mikrowellenantenne 103 elektrisch oder mittels Abwärme der Brennkraftmaschine.

Ist der gemessene Resonanzpeak nicht unterhalb des Bereichs 208, also der Resonanzpeak 203 im Bereich 209, wird auf einen Materialverlust oder einen anders artigen Defekt der Mikrowellenantenne 103 geschlossen. Nachfolgend wird in Schritt 616 eine Fehlermeldung ausgegeben.

Das Verfahren ermöglicht es, eine Fehlfunktion der Mikrowellenantenne 103 zu erkennen und einzugrenzen, um die Funktionsfähigkeit des Abgasbehandlungssystems 120 aufrechtzuerhalten beziehungsweise wieder herstellen zu können. Insbesondere ist eine Fehlfunktion der Mikrowellenantenne 103 ermittelbar. Somit ist eine Beeinträchtigung oder ein Totalausfall des Abgasbehandlungssystems 120 vermeidbar beziehungsweise rechtzeitig erkennbar.

Eine Diagnose der Funktionsfähigkeit der Mikrowellenantenne 103 ist realisierbar. Anhand der Resonanzfrequenzverschiebung und/oder Amplitudenänderung und/oder der mittleren Verstärkung in dem Frequenzbereich 200 in Transmission oder Reflexion ist eine Fehlfunktion der Mikrowellenantenne 103 ermittelbar. Es ist möglich, den Zustand der Mikrowellenantenne 103 getrennt vom Füllstand des Abgasbehandlungselements 100 zu untersuchen. Hierfür werden beispielsweise nur Frequenzen im Bereich 200 ausgesandt. Auch ein gleichzeitiges Messen beider Zustände ist möglich. Hierzu werden Frequenzen sowohl im Bereich 200 als auch im Bereich 205 ausgesandt.

30

Die Mikrowellenantenne 103 ist insbesondere so ausgebildet, dass sie die Mikrowellen 104 aussenden und/oder empfangen kann, sodass sich der Resonanzpeak 202 innerhalb der Mikrowellenantenne 103 in dem Frequenzbereich 202 ausbildet. Insbesondere ist die

Mikrowellenantenne 103 so ausgebildet, dass sie Frequenzen aussenden und/oder empfangen kann, die außerhalb des Frequenzbereichs 205 liegen, in dem im Inneren des Gehäuses 102 Resonanzen auftreten. Beispielsweise weist die Mikrowellen-
5 antenne 103 ein variables Antennendesign auf, um während des Betriebs unterschiedliche Resonanzfrequenzen, Amplituden und/oder Laufzeiten zu generieren. Beispielsweise ist die Mikrowellenantenne 103 mechanisch veränderbar, um im Betrieb nachjustiert werden zu können. Somit ist insbesondere si-
10 cherstellbar, dass die Frequenzbereiche 200 und 205 nicht überlappen.

Das Verfahren ermöglicht eine Eigendiagnose der Mikrowellen-
antenne 103, die zur berührungslosen Überwachung des Abgas-
15 behandlungselements 100 in einem Kraftfahrzeug eingesetzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Zustands einer Mikrowellen-
antenne (103) eines Abgasbehandlungselements (100) für ein
5 Kraftfahrzeug, umfassend:
- Vorgeben eines Frequenzbereichs (200), der für den Zustand der
Mikrowellenantenne (103) repräsentativ ist,
 - Aussenden von Mikrowellen (104) in ein Gehäuse (102) des
Abgasbehandlungselements (100),
 - 10 - Empfangen von Mikrowellen (104) in Antwort auf das Aussenden,
 - Ermitteln einer Änderung eines Signalverlaufs (201) der
empfangenen Mikrowellen (104) in dem vorgegebenen Frequenz-
bereich (200),
 - Ermitteln des Zustands der Mikrowellenantenne (103) in Ab-
15 hängigkeit von der ermittelten Änderung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Änderung des Sig-
nalverlaufs (201) mindestens eines umfasst aus:
- eine Änderung einer Resonanzfrequenz (202, 203, 204),
 - 20 - eine Änderung einer Amplitude,
 - eine Änderung einer mittleren Verstärkung,
 - eine Änderung einer Güte, und
 - eine Änderung einer Lauflänge.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, umfassend:
- Vorgeben eines weiteren Frequenzbereichs (205), wobei der
weitere Frequenzbereich (205) repräsentativ ist für einen
Füllstand des Abgasbehandlungselements (100), wobei sich der
Frequenzbereich (200) und der weitere Frequenzbereich (205)
30 voneinander unterscheiden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend:

- Vorgeben eines Bereichs (208) für die Änderung des Signalverlaufs (201), innerhalb dessen der Zustand der Mikrowellenantenne (103) als funktionierend ermittelt wird,
 - Ermitteln des Zustands als fehlerhaft, wenn die Änderung
- 5 außerhalb des Bereichs (208) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, umfassend:

- Ermitteln eines Parameters des Abgases (105),
- Vorgeben des Bereichs (208) in Abhängigkeit von dem Parameter.

10

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, umfassend:

- Vorgeben mehrerer Bereiche (209, 210) für die Änderung, innerhalb derer der Zustand als fehlerhaft ermittelt wird,
 - Ermitteln einer Art des fehlerhaften Zustands in Abhängigkeit
- 15 von dem Bereich (209, 210), in dem die Änderung ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend:

- Vorgeben einer Mehrzahl von unterschiedlichen fehlerhaften Zuständen,

20

- Ermitteln eines der fehlerhaften Zustände in Abhängigkeit von der ermittelten Änderung.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend:

- Verändern einer Geometrie der Mikrowellenantenne (103), und
- 25 dadurch
- Verändern des vorgegebenen Frequenzbereichs (200) in Abhängigkeit von dem Abgasbehandlungselement (100).

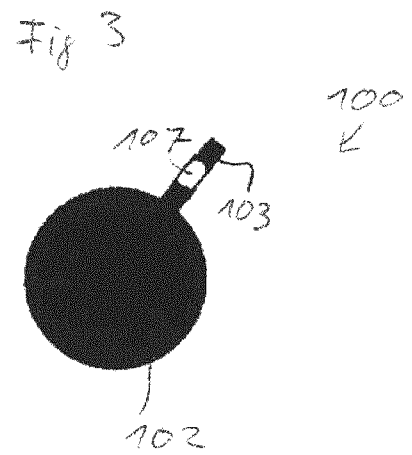
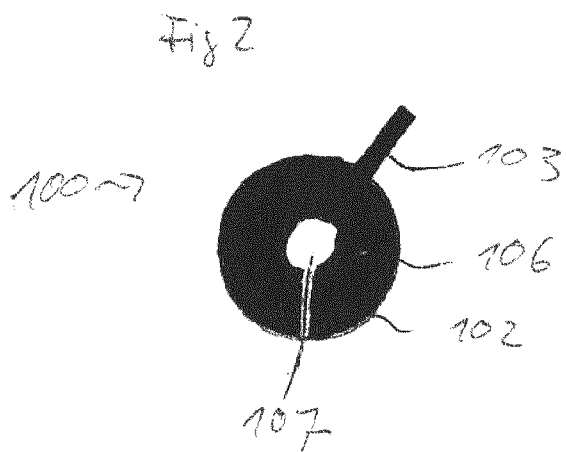
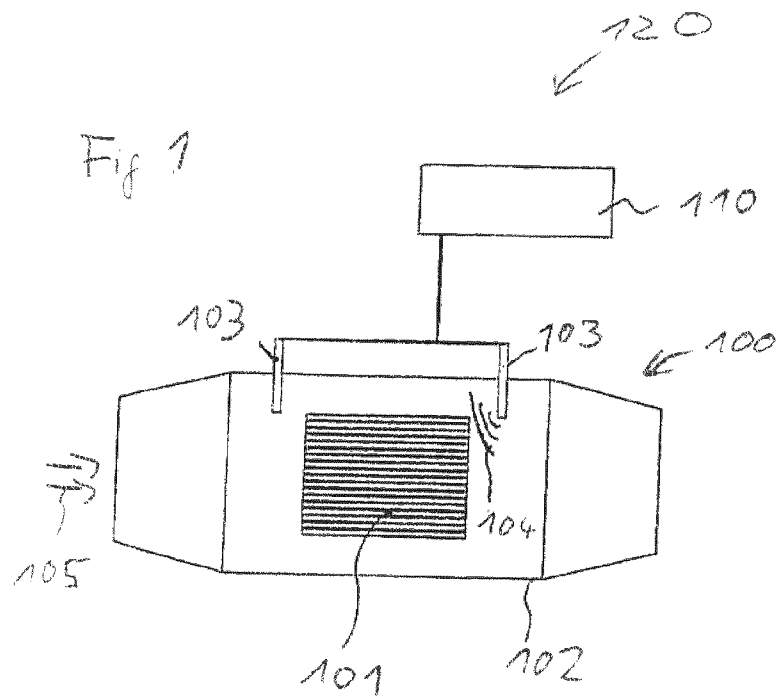
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das Vorgeben

30 des Frequenzbereichs umfassend:

- Aussenden und Empfangen von Mikrowellen (104) unterschiedlicher Frequenzen,
- Ermitteln eines sich dadurch ausbildenden elektrischen Feldes (106),

- Vorgeben des Frequenzbereichs, sodass sich in dem Frequenzbereich ein Maximum (107) des elektrischen Feldes (106) innerhalb der Mikrowellenantenne (103) ausbildet.

- 5 10. Vorrichtung, die ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.



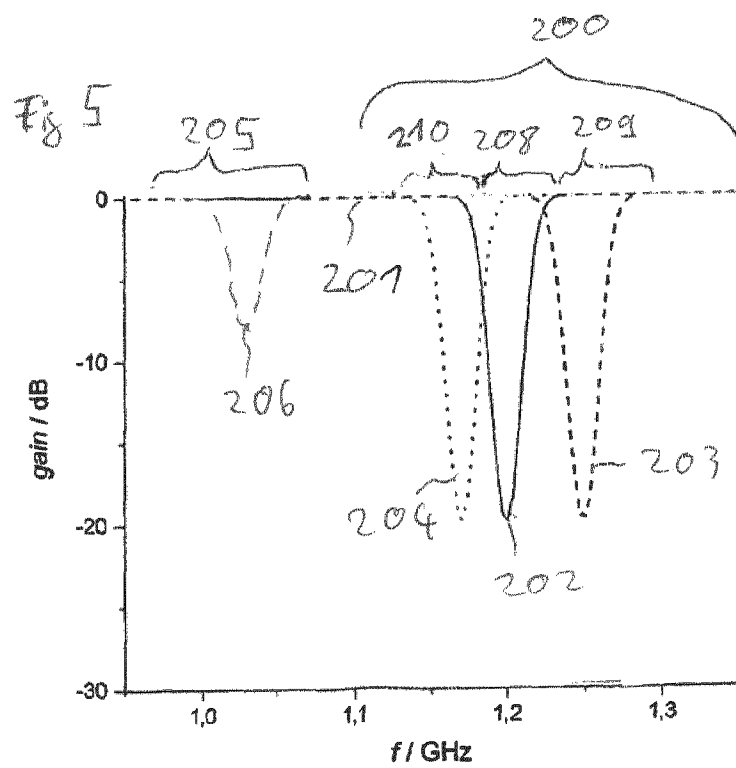
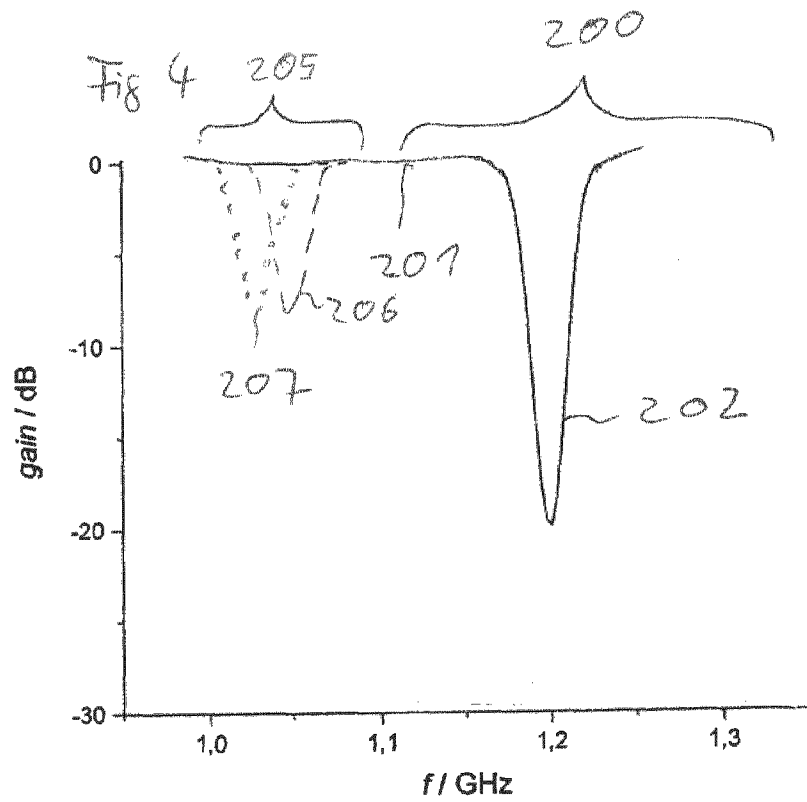
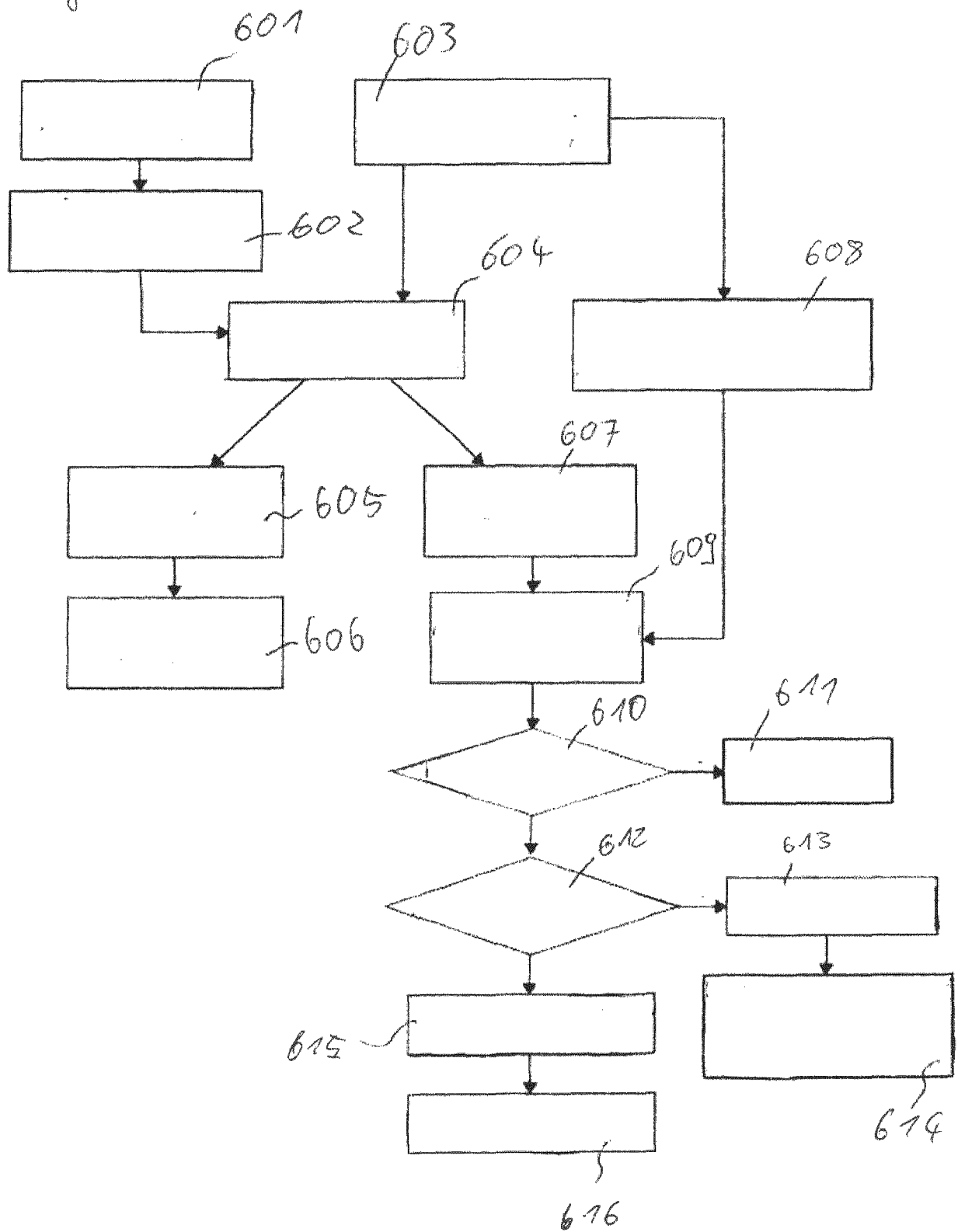


Fig 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/051348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N 3/021(2006.01)i; **F01N 3/035**(2006.01)i; **F01N 3/08**(2006.01)i; **F01N 3/10**(2006.01)i; **F01N 3/20**(2006.01)i;
F01N 9/00(2006.01)i; **F01N 11/00**(2006.01)i; **G01N 22/00**(2006.01)i; **G01R 1/067**(2006.01)i; **G01R 27/00**(2006.01)i

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)

F01N; G01R; G01N

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	US 2010102828 A1 (BROMBERG LESLIE [US] ET AL) 29 April 2010 (2010-04-29) paragraphs [0003] - [0028], [0043] - [0130] figures 1-13	1-10
X	EP 2344732 A1 (BROMBERG LESLIE [US]; SAPPOK ALEXANDER [US]; KOERT PETER [US]; PARKER) 20 July 2011 (2011-07-20) page 1, line 1 - page 43, line 3 figures 1-13	1-10
A	DE 102015006232 A1 (DIETRICH MARKUS [DE]; FEULNER MARKUS [DE]; HAGEN GUNTER [DE]; MOOS RAL) 24 November 2016 (2016-11-24) the whole document	1-10
A	DE 102015116659 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 20 April 2017 (2017-04-20) the whole document	1-10

☐ 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

27 February 2019

Date of mailing of the international search report

11 March 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Buecker, Christian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/051348

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010102828	A1	29 April 2010	US	2010102828	A1	29 April 2010
				US	2013127478	A1	23 May 2013
EP	2344732	A1	20 July 2011	CN	102203392	A	28 September 2011
				EP	2344732	A1	20 July 2011
				JP	5628818	B2	19 November 2014
				JP	2012507660	A	29 March 2012
				WO	2010074812	A1	01 July 2010
DE	102015006232	A1	24 November 2016	NONE			
DE	102015116659	A1	20 April 2017	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F01N3/021 F01N9/00	F01N3/035 F01N11/00
	F01N3/08 G01N22/00	F01N3/10 G01R1/067
	F01N3/20 G01R27/00	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01N G01R G01N		
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	US 2010/102828 A1 (BROMBERG LESLIE [US] ET AL) 29. April 2010 (2010-04-29) Absätze [0003] - [0028], [0043] - [0130] Abbildungen 1-13	1-10
X	EP 2 344 732 A1 (BROMBERG LESLIE [US]; SAPPOK ALEXANDER [US]; KOERT PETER [US]; PARKER) 20. Juli 2011 (2011-07-20) Seite 1, Zeile 1 - Seite 43, Zeile 3 Abbildungen 1-13	1-10
A	DE 10 2015 006232 A1 (DIETRICH MARKUS [DE]; FEULNER MARKUS [DE]; HAGEN GUNTER [DE]; MOOS RAL) 24. November 2016 (2016-11-24) das ganze Dokument	1-10
	- / - -	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Februar 2019		11/03/2019
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 Buecker, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 116659 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 20. April 2017 (2017-04-20) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/051348

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US	2010102828	A1	29-04-2010	US	2010102828	A1	29-04-2010	
				US	2013127478	A1	23-05-2013	

EP	2344732	A1	20-07-2011	CN	102203392	A	28-09-2011	
				EP	2344732	A1	20-07-2011	
				JP	5628818	B2	19-11-2014	
				JP	2012507660	A	29-03-2012	
				WO	2010074812	A1	01-07-2010	

DE	102015006232	A1	24-11-2016	KEINE				

DE	102015116659	A1	20-04-2017	KEINE				
