

(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
22. Januar 2009 (22.01.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/010102 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) F02M 25/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/059175

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. September 2007 (03.09.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 033 144.6 13. Juli 2007 (13.07.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BIERL, Rudolf [DE/DE]; Brunnensteg 37, 93055 Regensburg (DE). GRASS, Philippe [FR/DE]; Winklergasse 16, 93047 Regensburg (DE). HEINRICH, Stephan [DE/DE];

Lohstr. 13, 84076 Pfeffenhausen (DE). WEIGL, Manfred [DE/DE]; Breitenfeldstr. 12, 93161 Viehhausen (DE). WILDGEN, Andreas [DE/DE]; Am Grund 7, 93152 Nittendorf (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

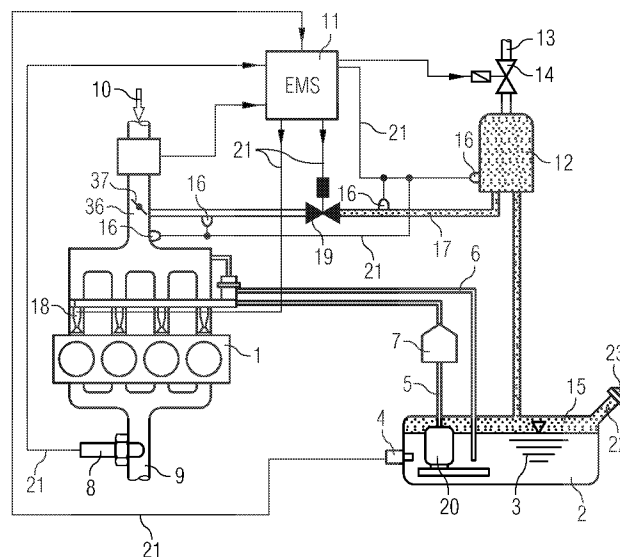
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR FOR THE MEASUREMENT OF THE HYDROCARBON CONTENT IN A FLOW OF GAS IN A PURGE LINE

(54) Bezeichnung: SENSOR ZUR MESSUNG DES KOHLENWASSERSTOFFGEHALTS IN EINEM GASSTROM IN EINER SPÜLLEITUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a sensor (16) for the measurement of the hydrocarbon content in a flow of gas (31) in a purge line (17). To provide a sensor which can precisely measure the hydrocarbon content in the flow of gas in the purge line from a hydrocarbon storage device (12) to an internal combustion engine (1), the sensor has at least one heating element and at least one thermal detector, with the heating element heating the flow of gas while the thermal detector determines the temperature of the flow of gas, which temperature is evaluated as a measurement of the hydrocarbon content in the flow of gas.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/010102 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

(57) Zusammenfassung: Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehaltes in einem Gasstrom (31) in einer Spülleitung (17). Um einem Sensor anzugeben, der den Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom in der Spülleitung von einem Kohlenwasserstoffspeicher (12) zu einem Verbrennungsmotor (1) präzise messen kann, weist der Sensor mindestens ein Heizelement und mindestens einen Temperaturfühler auf, wobei das Heizelement den Gasstrom aufheizt und der Temperaturfühler die Temperatur des Gasstroms ermittelt, welche als Mass für den Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom ausgewertet wird.

Beschreibung

Sensor zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts in einem Gasstrom in einer Spülleitung

5

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts in einem Gasstrom in einer Spülleitung.

Ein zentrales Thema der Entwicklung moderner Kraftfahrzeuge ist die Reduzierung der vom Kraftfahrzeug ausgehenden Abgase. Hierbei hat man sich in den letzten Jahren in erster Linie auf die Säuberung der Verbrennungsabgase konzentriert. Darüber hinaus gibt es aber im Kraftfahrzeug eine Reihe weiterer Quellen für unerwünschte Abgase. Zu diesen Quellen zählt der Kraftstofftank des Kraftfahrzeuges. Kraftstoffe wie z. B. Superbenzin, die im Kraftstofftank gelagert sind, weisen eine Reihe von leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen auf. Hierzu zählt z. B. Methan, Butan, und Propan. Diese leichtflüssigen Kohlenwasserstoffe können sich z. B. im Sommer bei hohen Außentemperaturen oder durch das Schütteln des Kraftstoffes während der Fahrt aus dem Kraftstoff lösen und als gasförmiger Bestandteil den Kraftstofftank verlassen. Um dem entgegenzuwirken, werden moderne Kraftstofftanks gasdicht nach außen abgeschlossen. Die flüchtigen Kohlenwasserstoffe müssen dann in einem Kohlenwasserstoffspeicher zwischengespeichert werden. Derartige Kohlenwasserstoffspeicher sind kleine Tanks, die über oder an dem Kraftstofftank angeordnet sind und z. B. ein Aktivkohlespeicherelement enthalten. Die abgedampften Kohlenwasserstoffe werden von der Aktivkohle aufgenommen, gespeichert und bei Bedarf wieder abgegeben. Nachdem der Aktivkohlespeicher eine gewisse Menge der Kohlenwasserstoffe aufgenommen hat, wird der Kohlenwasserstoffspeicher über eine Spülleitung entleert. Hierzu wird in den Kohlenwasserstoffspeicher außen Luft eingeblasen, die die Kohlenwasserstoffe aufnimmt und über die Spülleitung vom Kohlenwasserstoffspeicher zum Verbrennungsmotor hinführt. Die Kohlenwasserstoffe können nun der Ansaugluft des Verbrennungsmotors

zugeführt werden und damit zur Verbrennung beitragen. Da durch die Kohlenwasserstoffe in der Ansaugluft dem Verbrennungsmotor schon eine gewisse Energiemenge zugeführt wird, sollte das Einspritzsystem entsprechend weniger Kraftstoff einspritzen. Nach dem Stand der Technik wird das Ventil in der Spülleitung nach einem in der Motorsteuerung abgelegten Modell geöffnet, wobei das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Verbrennungsmotor entsprechend angefettet wird und mithilfe der Λ -Sonde im Abgasstrang eine entsprechende Ausregelung des eingespritzten Kraftstoffes angestrebt wird. Diese Regelung mithilfe der Λ -Sonde erfolgt relativ träge, so dass bei der Öffnung des Ventils in der Spülleitung nach dem in der Motorsteuerung abgelegten Modell regelmäßig ein wesentlich zu fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch im Motor verbrannt wird. Dies führt zu einem erhöhten Verbrauch des Verbrennungsmotors und zum anderen zu sehr schlechten Abgaswerten. Besonders bei Hybridfahrzeugen mit einer sehr geringen Abgasemission und oft stehendem Verbrennungsmotor tritt das Problem der kontrolliert Spülung des Kohlenwasserstoffspeichers auf.

Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Sensor anzugeben, der den Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom in der Spülleitung von einem Kohlenwasserstoffspeicher zu einem Verbrennungsmotor präzise messen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Sensoren nach den unabhängigen Ansprüchen 1 und 14 erfüllt.

Dadurch, dass der Sensor mindestens ein Heizelement und mindestens einen Temperaturfühler aufweist, wobei das Heizelement den Gasstrom aufheizt und der Temperaturfühler (29, 30) die Temperatur des Gasstroms ermittelt, welche als Maß für den Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom ausgewertet wird, kann der Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom in der Spülleitung sehr genau erfasst werden. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Funktionen $f(X)=STP(DTP)$ für

unterschiedliche Gase und Gasgemische (Kohlenwasserstoffgehalt im Gasgemisch) deutlich voneinander unterscheiden, was mit Kennfelder sehr gut darstellen lässt. Anhand dieser Kennfelder und mit den Messwerten des Sensors ist die Ermittlung des Kohlenwasserstoffgehalts im Gasstrom in der Spülleitung
5 problemlos möglich.

Bei einer Weiterbildung ist der Kohlenwasserstoffspeicher als mit Aktivkohle befüllter Speicher ausgebildet. Aktivkohle speichert die Kohlenwasserstoffe sehr effektiv, sie ist
10 preiswert und umweltverträglich.

Bei einer Ausgestaltung ist ein erster Temperaturfühler Gasstrom aufwärts und ein zweiter Temperaturfühler Gasstrom abwärts vom Heizelement angeordnet. Damit ist die Erfassung der Gaseigenschaften besonders genau.
15

Bei einer nächsten Weiterbildung wird zwischen dem zweiten Temperaturfühler und dem ersten Temperaturfühler die Temperaturdifferenz ermittelt. Die Temperaturdifferenz bildet die Wärmeleitkapazität des Gasgemisches ab.
20

Zudem kann zwischen dem ersten Temperaturfühler und dem zweiten Temperaturfühler die Temperatursumme ermittelt. Die Temperatursumme bildet die Wärmeleitfähigkeit des Gasgemisches ab.
25

Bei einer nächsten Ausgestaltung wird aus der Temperaturdifferenz und der Temperatursumme der Massenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung ermittelt. Unter Verwendung der entsprechenden Kennfelder ist dies eine leichte und schnelle Rechenoperation, die von der elektronischen Motorsteuerung oder dem Prozessor auf dem Sensor ausgeführt werden kann.
30

Bei einer Weiterbildung wird aus der Temperaturdifferenz und der Temperatursumme der Volumenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung ermittelt. Der Volumenstrom der Kohlenwas-
35

serstoffe ist eine wichtige Größe zur Errechnung der Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemisches. Auch die Ermittlung des Massenstroms und des Teilchenstroms Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung ist von großer Bedeutung für die Errechnung
5 der Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemisches.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn der Sensor in oder an der Spülleitung, in oder an dem Kohlenwasserstoffspeicher und/oder in oder an dem Ansaugtrakt angeordnet ist. Die Verwendung von mehreren Sensoren an verschiedenen zuvor genannten Positionen kann durchaus sinnvoll sein, um eine besonders
10 genaue Messung zu erhalten.

Wenn der Sensor, wie bei einer gleichwertigen Ausführung der Erfindung, mindestens eine Ultraschallquelle und mindestens
15 einen Ultraschallempfänger aufweist, wobei die Laufzeit eines von der Ultraschallquelle durch den Gasstrom zum Ultraschallempfänger gesendeten Ultraschallimpulses als Maß für den Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom ausgewertet wird, kann ebenfalls der Kohlenwasserstoffgehalt im Gasstrom in der Spülleitung
20 sehr genau erfasst werden. Der Erfindung liegt auch hier die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Funktionen $f(X) = \text{StauP}(D\tau P)$ für unterschiedliche Gase und Gasgemische (Kohlenwasserstoffgehalt im Gasgemisch) deutlich voneinander
25 unterscheiden, was mit Kennfelder sehr gut darstellen lässt. Anhand dieser Kennfelder und mit den Messwerten des Sensors ist die Ermittlung des Kohlenwasserstoffgehalts im Gasstrom in der Spülleitung problemlos möglich.

30 Bei einer Weiterbildung ist die Ultraschallquelle gleichzeitig als Ultraschallempfänger ausgebildet. Damit können Ultraschallimpulse sehr einfach mit und gegen den Gasstrom ausgesendet werden.

35 Bei einer Ausgestaltung wird Differenz der Laufzeiten zwischen dem ersten Ultraschallsender zu dem zweiten Ultraschallempfänger und dem zweiten Ultraschallsender zu dem ers-

ten Ultraschallempfänger ermittelt. Diese Laufzeitdifferenz korreliert mit der Geschwindigkeit des Gasstromes.

5 Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn Summe der Laufzeiten zwischen dem ersten Ultraschallsender zu dem zweiten Ultraschallempfänger und dem zweiten Ultraschallsender zu dem ersten Ultraschallempfänger ermittelt wird. Die Summenlaufzeit korreliert mit Schallgeschwindigkeit des im Gasstrom transportierten Gasgemisches.

10

Bei einer Weiterbildung wird aus der Differenz und der Summe der Laufzeiten unter Ausnutzung eines Kennfeldes der Kohlenwasserstoffgehalt in dem Gasstrom in der Spülleitung ermittelt. Unter Verwendung der entsprechenden Kennfelder ist dies 15 eine leichte und schnelle Rechenoperation, die von der elektronischen Motorsteuerung oder dem Prozessor auf dem Sensor ausgeführt werden kann.

Bei einer nächsten Weiterbildung wird aus der Differenz und 20 der Summe der Laufzeiten der Volumenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung ermittelt. Der Volumenstrom der Kohlenwasserstoffe ist eine wichtige Größe zur Errechnung der Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemisches. Auch die Ermittlung des Massenstroms und des Teilchenstroms Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung ist von großer Bedeutung für die 25 Errechnung der Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemisches.

Ausführungsformen der Erfindung werden in den Figuren beispielhaft dargestellt. Es zeigt:

30

Figur 1: einen Verbrennungsmotor mit seiner Kraftstoffversorgung,

Figur 2: ein ideales Entladungsverhalten des Kohlenwasserstoffspeichers , 35

Figur 3: ein reales Entleerungsverhalten des Kohlenwasserstoffspeichers,

Figur 4: ein Entleerungsverhalten des nur teilweise gefüllten Kohlenwasserstoffspeichers,

Figur 5: den Sensor zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes,

Figur 6: das eigentliche Sensorelement,

Figur 7: eine weitere Darstellung des Sensorelementes,

Figur 8: den Sensor zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes in seiner Einbausituation in der Spüleleitung,

Figur 9: das Kennfeld zur Auswertung der Messergebnisse des Sensors,

Figur 10: eine alternative Ausführung des Sensors zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes,

Figur 11: ein Kennfeld für den Sensor nach Figur 10.

Fig. 1 zeigt einen Verbrennungsmotor 1, der durch eine Kraftstoffleitung 5 mit dem Kraftstofftank 2 verbunden ist. Im Kraftstofftank 2 ist die Kraftstoffförderereinheit 20 zu erkennen, die den Kraftstoff 3 über die Kraftstoffleitung 5 und den Kraftstofffilter 7 hin zum Verbrennungsmotor 1 führt, wo der Kraftstoff 3 mit Einspritzventilen 18 in den Ansaugtrakt 36 eingespritzt wird und im Verbrennungsmotor 1 zur Verbrennung kommt. Die Abgase des Verbrennungsprozesses werden durch den Abgasstrang 9 vom Motor weg gefördert. Im Abgasstrang 9 ist die λ -Sonde 8 zu erkennen, die die Abgase überwacht und eine optimale Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches ermöglichen soll. Dazu ist die λ -Sonde 8 über eine elektrische Signalleitung 21 mit dem elektronischen Motorsteuergerät

(EMS) 11 verbunden. Weiterhin ist in Fig. 1 der Lufteinlass 10 zu erkennen, der zum Ansaugtrakt 36 führt, in dem eine Drosselklappe 37 angeordnet ist.

5 Im Kraftstofftank 2 ist Kraftstoff 3 zu erkennen. Zur Unterscheidung der verschiedenen Kraftstoffqualitäten ist im Kraftstofftank 2 ein Sensor 4 zur Erkennung der Kraftstoffzusammensetzung angeordnet. Dies kann z. B. ein Flex-Fuel-Sensor sein. Durch eine hohe Umgebungstemperatur beispielsweise können aus dem Kraftstoff 3 leicht flüssige Kohlenwasserstoffe abdampfen. Hierdurch entsteht über dem Kraftstoff 3 im Kraftstofftank 2 ein Gasgemisch 15 mit Kohlenwasserstoffen. Da der Kraftstofftank 2 am Ende seines Einfüllstutzens 22 mit dem Tankdeckel hermetisch nach außen abgeschlossen ist, entsteht im Kraftstofftank 2 ein Überdruck, der dazu führt, dass die abgedampften Kohlenwasserstoffe in den Kohlenwasserstoffspeicher 12 gepresst werden. Dieser Kohlenwasserstoffspeicher kann nur eine gewisse Kohlenwasserstoffmenge aufnehmen, bis er in die Sättigung gerät. Ist der Kohlenwasserstoffspeicher 12 mit Kohlenwasserstoffen gesättigt, so muss der Kohlenwasserstoffspeicher 12 gespült werden. Hierzu wird das Spülventil 14 geöffnet und über den Spüllufteinlass wird Luft in den Kohlenwasserstoffspeicher 12 gepumpt, die die Kohlenwasserstoffe aufnimmt und über die Spülleitung 17 zum Verbrennungsmotor 1 transportiert. Dazu muss das Spülleitungsventil 19 geöffnet werden. Für die Öffnung des Spülleitungsventils 19 ist die elektronische Motorsteuerung 11 zuständig.

30 Die Entleerung des Kohlenwasserstoffspeichers 12 wird in den Figuren 2 bis 4 dargestellt, in denen zu erkennen ist, dass die Entleerung keineswegs immer ideal nach einem in der elektronischen Motorsteuerung 11 abgelegten Modell erfolgen muss. Insbesondere die Fig. 3 und 4 zeigen, dass das Entleerungsverhalten des Kohlenwasserstoffspeichers extrem vom Idealmodell, das in Fig. 2 dargestellt ist, abweichen kann. Daher ist es äußerst schwierig, nur mit einem in der elektroni-

schen Motorsteuerung 11 abgelegten Modell das Spülleitungsventil 19 genau zu steuern, so dass es im Verbrennungsmotor nicht zur Überfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches kommen kann.

5

Um eine optimale Entleerung des Kohlenwasserstoffspeichers 12 zu erreichen, sind im oder am Kohlenwasserstoffspeicher 12, in oder an der Spülleitung 17 oder in oder an dem Ansaugtrakt 36 Sensoren 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B in der Spülleitung 17 ausgebildet. Mithilfe dieser Sensoren 16 kann der Kohlenwasserstoffgehalt B die im Gasstrom 31 der Spülleitung 17 mit hoher Genauigkeit erkannt werden. Aufgrund dieser Messwerte kann die elektronische Motorsteuerung 11 ein optimales Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennräumen des Verbrennungsmotors 1 einstellen, indem über die Einspritzventile 18 bei hoher Beladung des Gasstromes 31 mit Kohlenwasserstoffen einfach eine geringere Menge Kraftstoff 3 im Luft-Gas-Gemisch zugesetzt wird. Damit wird es für die λ -Sonde 8 sehr einfach, ein optimales $\lambda=1$ einzuregeln, womit eine schadstoffarme Verbrennung der Kohlenwasserstoffe im Verbrennungsmotor 1 gewährleistet ist.

Anzumerken ist, dass mithilfe des Flex-Fuel-Sensors 4 immer die vorhandene Qualität des Kraftstoffes 3 erkannt werden kann, womit in der elektronischen Motorsteuerung 11 das entsprechende Kennfeld geladen werden kann, aus dem mit den Daten des Sensors 16 auf den Kohlenwasserstoffgehalt in der Spülleitung 17 geschlossen werden kann. Hierfür sollten in der elektronischen Motorsteuerung 11 für verschiedene Kraftstoffqualitäten verschiedene Kennfelder hinterlegt sein.

Fig. 2 zeigt ein ideales Entladungsverhalten des Kohlenwasserstoffspeichers 12. Ausgehend davon, dass der Kohlenwasserstoffspeicher 12 bis zum bis zum Zeitpunkt t_1 vollständig mit Kohlenwasserstoffen gesättigt ist, wird zum Zeitpunkt t_1 von der Motorsteuerung 11 das Spülluftventil 14 und das Spülleitungsventil 19 geöffnet. Durch den Spülufteinlass 13 dringt

nun Spülluft in den vollständig gesättigten Kohlenwasserstoffspeicher ein und nimmt die Kohlenwasserstoffe auf, die dem Verbrennungsmotor 1 zugeführt werden. Im Idealfall erfolgt die Entleerung des Kohlenwasserstoffspeichers 12 exponentiell abfallend mit der Zeit. Der Gehalt B von Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 nähert sich mit der Zeit immer weiter dem Wert 0 an. Nach dem Öffnen des Spülleitungsventils 19 strömt zunächst eine sehr große Menge an Kohlenwasserstoffen dem Verbrennungsmotor 1 zu, wobei diese Menge exponentiell abnehmend gegen $B=0$ konvergiert. Unter realen Bedingungen kommt es durch äußere Einflüsse, z. B. Stöße auf das Kraftfahrzeug während einer Fahrt über Schlaglöcher oder andere Unebenheiten, zu einem wesentlich anderen Entleerungsverhalten des Kohlenwasserstoffspeichers 12.

Dieses reale Entleerungsverhalten ist in Fig. 3 dargestellt. Wiederum ausgehend von einem vollständig gesättigten Kohlenwasserstoffspeicher 12 beginnt die Entleerung des Kohlenwasserstoffspeichers 12 zum Zeitpunkt t_1 mit der Öffnung des Spülluftventils 14 und des Spülleitungsventils 19. Zunächst beginnt der bekannte exponentielle Abfall des Gehaltes B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom 31 der Spülleitung 17. Zum Zeitpunkt t_2 erfährt der Kohlenwasserstoffspeicher 12 einen Stoß z. B. durch das Überfahren eines Schlagloches. Schlagartig erhöht sich der Gehalt B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom 31. Nach diesem Ereignis fällt der Gehalt B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom 31 wieder exponentiell ab, wobei es zum Zeitpunkt t_3 zu einem erneuten Schockereignis auf den Kohlenwasserstoffspeicher 12 kommt, das erneut zu einer erhöhten Abgabe von Kohlenwasserstoffen an den Gasstrom 31 führt. Dieses sogenannte „Abhusten“ des Kohlenwasserstoffspeichers 12 führt zu einem stark von der Idealkennlinie (Fig. 2) abweichenden Gehalt B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom 31. Ohne eine entsprechende Regelung mit einem Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B im Gasstrom 31 käme es durch das Abhusten zu einer zeitweiligen Überfet-

tung des Kraftstoff-Luft-Gemisches und damit zu mit Schadstoffen hoch belasteten Verbrennungsabgasen.

Ein weiteres Szenario der Entleerung des Kohlenwasserstoffspeichers 12 ist in Fig. 4 dargestellt. Es ist keineswegs immer davon auszugehen, dass der Kohlenwasserstoffspeicher 12 zum Zeitpunkt der Öffnung des Spülluftventils 14 und des Spülleitungsventils 19 vollständig mit Kohlenwasserstoffen gesättigt ist. Damit fällt der exponentielle Abfall des Gehaltes B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom vollständig anders aus, da man sich in einem vollständig anderen Bereich der Exponentialfunktion befindet. Zum Zeitpunkt t_4 wird das Spülluftventil 14 und das Spülleitungsventil 19 bei teilweise beladenem Kohlenwasserstoffspeicher 12 geöffnet und es ist gut zu erkennen, dass die e-Funktion viel flacher gegen 0 konvergiert als im Beispiel in Fig. 2. Die Figuren 3 und 4 machen deutlich, dass es für eine optimale Kraftstoff-Luft-Mischung im Verbrennungsmotor 1 unerlässlich ist, den Gehalt B der Kohlenwasserstoffe im Gasstrom 31 der Spülleitung 17 genau zu vermessen.

Fig. 5 zeigt den Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B im Gasstrom 31 in einer Spülleitung 17 von einem Kohlenwasserstoffspeicher 12 zu einem Verbrennungsmotor 1. Der Sensor 16 ist hier als mikromechanisches Bauteil ausgebildet, das auf einem Siliziumchip 32 integriert ist. Zu erkennen ist die Auswerteschaltung 25, die als Mikroprozessor ausgebildet sein kann und ein EPROM 26. Darüber hinaus enthält der Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B einen Analog-Digital-Wandler (ADC) 27, der die analogen Signale des Sensorelements 24 in digitale Signale umwandelt, die von der Auswerteschaltung 25 verarbeitet werden können. Der mikromechanische Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes hat hier eine Ausdehnung von etwa 3 mm mal 7 mm.

Das eigentliche Sensorelement 24 ist in Fig. 6 dargestellt. Fig. 6 zeigt das Sensorelement 24 mit einem ersten Temperaturfühler 29 und einem zweiten Temperaturfühler 30. Zwischen dem ersten Temperaturfühler 29 und dem zweiten Temperaturfühler 30 ist das Heizelement 28 angeordnet. Diese Elemente sind auf dem Siliziumchip 32 integriert. Der am Sensorelement 24 vorbeiströmende Gasstrom 31 wird vom Heizelement 28 in einer definierten Art und Weise aufgeheizt. Der erste Temperaturfühler 29 ist stromaufwärts vom Heizelement 28 angeordnet und er erfasst die Temperatur des Gasstroms 31 vor dem Heizelement 28 und der zweite Temperaturfühler 30 ist stromabwärts vom Heizelement 28 angeordnet und er erfasst die Temperatur des aufgeheizten Gasstromes 31. Addiert man diese Temperaturen, so kommt man zur Summentemperatur STP. Bildet man die Differenz der Temperaturen, so kommt man zur Differenztemperatur DTP. Die Summentemperatur STP steht für die Eigenschaft der Wärmeleitfähigkeit in dem vorbeiströmenden Medium, die Differenztemperatur DTP steht für die Eigenschaft der Wärmekapazität strömenden Gasgemisches. Aus diesen beiden Werten (STP und DTP) kann man den Massenstrom des vorbeiströmenden Mediums ermitteln und unter Verwendung eines Kennfeldes, wie es in Fig. 9 dargestellt ist, den Gehalt B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 in der Spülleitung 17. Das Vorgehen zur Ermittlung des Gehaltes B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 wird später im Zusammenhang mit Fig. 9 näher erläutert.

Zunächst zeigt Fig. 7 eine weitere Darstellung des Sensorelementes 24 mit einem ersten Temperaturfühler 29 und einem zweiten Temperaturfühler 30 sowie einem Heizelement 28. Der erste Temperaturfühler 29 besteht hier aus zwei Temperaturfühlern, die eine Temperaturdifferenz ΔT_1 messen können und auch der zweite Temperaturfühler 30 besteht hier aus zwei Temperaturfühlern, die eine zweite Temperaturdifferenz ΔT_2 messen können. Die Gesamttemperaturdifferenz ergibt sich nun als Differenz $\Delta T_2 - \Delta T_1$. Auch dieses Sensorelement 24 erfasst die Temperaturen stromaufwärts und stromabwärts des Heizele-

ments 28. Für ein bestimmtes Gas stellt sich bei einem bestimmten Massenstrom ein fest bestimmtes Verhältnis von $\Delta T_1 + \Delta T_2$ zu $\Delta T_2 - \Delta T_1$ ein. Wenn die im Gasgemisch enthaltenen Gase bekannt sind, was durch den Flex-Fuel-Sensor 4 sichergestellt ist, kann z. B. die elektronische Motorsteuerung 11 oder der Mikroprozessor 25 im Sensor 16 sowohl den Massenstrom als auch die Gaszusammensetzung errechnen. Dazu greift die Auswerteschaltung auf eine Reihe in der elektronischen Motorsteuerung 11 abgelegter Kennfelder zu und sucht das für den erkannte Kraftstoff relevante heraus. Die Temperaturdifferenz $\Delta T_2 - \Delta T_1$ reagiert hierbei auf die Wärmekapazität des Gasgemisches und die Summe $\Delta T_1 + \Delta T_2$ reagiert mehr auf dessen Wärmeleitfähigkeit. Die Kennlinie von Luft und mit Kohlenwasserstoff angereicherte Luft unterscheidet sich merklich, so dass schon geringe Konzentrationen an Kohlenwasserstoff in der Luft eine deutlich andere Kennlinie hervorrufen. Damit lässt sich mit der Hilfe des Sensors 16 der Öffnungsquerschnitt des Spülleitungsventils 18 sehr genau steuern, so dass es im Verbrennungsmotor 1 zu einer optimalen Gemischbildung kommt.

Fig. 8 zeigt den Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B in seiner Einbausituation in der Spülleitung 17. Der Gasstrom 31 ist mit dem Pfeil angedeutet. Der Sensor 16 enthält das Heizelement 28 und die zum Heizelement 28 stromauf- und stromabwärts angeordneten Temperaturfühler 29, 30. Der gesamte Sensor 16 ist auf einem Siliziumchip 32 angeordnet und der Siliziumchip 32 ist in die Rohrwand der Spülleitung 17 integriert. Über dem Heizelement 28 sind Isotherme 38 zu erkennen, die den Temperaturgradienten über den Temperaturfühlern 29 und 30 darstellen sollen. Aus der Summe der gefühlten Temperaturen STP und der Differenz der gefühlten Temperaturen DTP kann auf den Gehalt B von Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 geschlossen werden. Fig. 8 ist nicht maßstäblich gezeichnet, aber zur Verdeutlichung der Dimensionen ist der Querschnitt einer üblichen Spülleitung 17 mit etwa 5

mm angegeben und die Ausdehnung des Siliziumchips 32 mit etwa 2,8 mm.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Funktionen $f(X)=STP(DTP)$ für unterschiedliche Gase und Gasgemische (Kohlenwasserstoffgehalt B im Gasgemisch) deutlich voneinander unterscheiden, was im Kennfeld in Fig. 9 gut zu erkennen ist.

Fig. 9 zeigt nun das Kennfeld zur Auswertung der Messergebnisse des Sensors 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B im Gasgemisch. Auf der X-Achse ist die Differenztemperatur DTP aus der Temperatur T₂ vom zweiten Temperaturfühler 30 und der Temperatur T₁ vom ersten Temperaturfühler 29 aufgetragen ($DTP = T_2 - T_1$ oder nach Fig. 7 $DTP = \Delta T_2 - \Delta T_1$). Auf der Y-Achse des Diagramms in Fig. 9 ist die Summentemperatur STP des ersten Temperaturfühlers 29 und des zweiten Temperaturfühlers 30 aufgetragen ($STP = T_2 + T_1$ oder nach Fig. 7 $STP = \Delta T_2 + \Delta T_1$). Das gesamte Kennfeld in Fig. 9 wurde für einen bestimmten Kraftstoff ermittelt z. B. Superbenzin und ist in der Motorsteuerung 11 abgelegt. Erkennt nun der Sensor 16 eine bestimmte Differenztemperatur DTP und eine bestimmte Summentemperatur STP so führt der Schnittpunkt dieser beiden Werte im Kennfeld zu einer bestimmten Linie ($f(x)=STP(DTP)$), die mit einem Gehalt B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom korreliert. Misst der Sensor 16 beispielsweise eine Differenztemperatur DTP von $0,75 * 10^4$ und eine Summentemperatur von STP von $1,83 * 10^4$, so ergibt sich ein Schnittpunkt der beiden Werte im Kennfeld bei einem Gehalt B von 40% Kohlenwasserstoff im Gasstrom 31 in der Spülleitung 17. Auf diese Weise lässt sich mit dem Sensor 16 der Gehalt an Kohlenwasserstoff in der Spülleitung 17 sehr genau bestimmen.

Fig. 10 zeigt eine alternative Ausführung des Sensors 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B. Gezeigt ist wiederum die Spülleitung 17 mit dem darin strömenden Gasgemisch 15

mit Kohlenwasserstoffen. Bei diesem Sensor 16 zur Erkennung des Kohlenwasserstoffgehaltes B ist eine erste Ultraschallquelle 33 ausgebildet, die ebenfalls als Ultraschallempfänger 33 dienen kann und eine zweite Ultraschallquelle 34 ausgebildet, die auch als Ultraschallempfänger 34 dienen kann. Zudem erkennt man einen Schallreflektor 35. Der Schallreflektor 35 ist aber für die Realisierung der Erfindung nicht zwingend notwendig, die Ultraschallquellen und -empfänger (33, 34) können auch gegenüberliegend angeordnet sein. Von der ersten Ultraschallquelle 33 wird ein Ultraschallimpuls ausgesendet, der über den Ultraschallreflektor 35 zum zweiten Ultraschallempfänger 34 gesendet wird. Die dabei benötigte Laufzeit τ_{11} wird von der Auswerteschaltung 25 registriert. Nachdem der Ultraschallpuls von der ersten Ultraschallquelle 33 über den Schallreflektor 35 zum zweiten Schallempfänger 34 gelaufen ist, wird der zweite Ultraschallempfänger nun als zweite Schallquelle 34 genutzt und sendet ebenfalls einen Ultraschallimpuls aus, der gegen den Gasstrom 31 über den Schallreflektor 35 zum ersten Schallempfänger 33 läuft und dazu eine Laufzeit τ_{21} benötigt. Auch hier lässt sich aus den Laufzeiten zwischen den Ultraschallquellen und -empfängern eine Summenlaufzeit $\text{StauP} = \tau_{11} + \tau_{21}$ und eine Differenzlaufzeit $\text{DtauP} = \tau_{21} - \tau_{11}$ bilden. Die Summenlaufzeit StauP korreliert hier mit der Schallgeschwindigkeit des Gasgemisches 15 und die Differenzlaufzeit DtauP korreliert mit der Mediengeschwindigkeit selbst. Die Ermittlung des Gehaltes B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 in der Spülleitung erfolgt nun analog zu der Situation mit den in den Figuren 5 bis 8 beschriebenen Sensoren.

30

Der Erfindung liegt auch hier die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Funktionen $f(X) = \text{StauP}(\text{DtauP})$ für unterschiedliche Gase und Gasgemische (Kohlenwasserstoffgehalt B im Gasgemisch) deutlich voneinander unterscheiden, was im Kennfeld in Fig. 11 gut zu erkennen ist. Auf der X-Achse in Fig. 11 ist nur die Differenzlaufzeit $\text{DtauP} = \tau_{21} - \tau_{11}$ dargestellt und auf der Y-Achse ist die Summenlaufzeit $\text{StauP} = \tau_{11} + \tau_{21}$

35

dargestellt. Misst man nun beide Laufzeiten mit dem Sensor 16 nach Fig. 10, so kann man im Kennfeld nach Fig. 11 wiederum auf den Gehalt B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 schließen. Als Beispiel sei hier eine Differenzlaufzeit $D_{\text{tauP}} = 1$ in relativen Einheiten angegeben und eine Summenlaufzeit $D_{\text{TP}} = 1,9$ in relativen Einheiten. Führt man diese beiden Werte im Kennfeld zusammen, so gelangt man zu einer Kurve, die einen Gehalt B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom von 80% repräsentiert. Auch mit dem in Fig. 10 dargestellten Sensor 16 ist der Gehalt B an Kohlenwasserstoffen im Gasstrom 31 der Spülleitung 17 sehr genau zu bestimmen. Das Kennfeld nach Fig. 11 ist wiederum für einen bestimmten Kraftstoff erstellt und in der elektronischen Motorsteuerung 11 abgelegt. Der Flex-Fuel-Sensor 4 erkennt nun die Zusammensetzung des Kraftstoffes 3 im Tank 2, womit die elektronische Motorsteuerung 11 immer das für den verwendeten Kraftstoff passende Kennfeld zur Verfügung stellen kann.

Patentansprüche

1. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts
(B) in einem Gasstrom (31) in einer Spülleitung (17)
5 von einem Kohlenwasserstoffspeicher (12) zu einem
Verbrennungsmotor (1), wobei der Sensor (16) mindestens
ein Heizelement (28) und mindestens einen Temperatur-
fühler (29, 30) aufweist, wobei das Heizelement (28)
10 den Gasstrom (31) aufheizt und der Temperaturfühler
(29, 30) die Temperatur des Gasstroms (31) ermittelt,
welche als Maß für den Kohlenwasserstoffgehalt (B) im
Gasstrom (31) ausgewertet wird.
2. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts
15 (B) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass der Kohlenwasserstoffspeicher
(12) als mit Aktivkohle befüllter Speicher ausgebildet
ist.
- 20 3. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts
(B) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass ein erster Temperaturfühler (29)
Gasstrom (31) aufwärts und ein zweiter Temperaturfühler
(30) Gasstrom (31) abwärts vom Heizelement (28) ange-
25 ordnet ist.
4. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts
(B) nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass zwischen dem zweiten Temperatur-
30 fühler (30) und dem ersten Temperaturfühler (29) die
Temperaturdifferenz (DTP) ermittelt wird.
5. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts
(B) nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h g e -
35 k e n n z e i c h n e t , dass zwischen dem ersten Tem-
peraturfühler (29) und dem zweiten Temperaturfühler
(30) die Temperatursumme (STP) ermittelt wird.

6. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 4 und 5, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , dass aus der Temperaturdifferenz (DTP) und der Temperatursumme (STP) unter Ausnutzung eines Kennfeldes der Kohlenwasserstoffgehalt (B) in dem Gasstrom (31) in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 5
- 10 7. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 4 und 5, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , dass aus der Temperaturdifferenz (DTP) und der Temperatursumme (STP) der Massenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 15
8. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 4 und 5, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , dass aus der Temperaturdifferenz (DTP) und der Temperatursumme (STP) der Volumenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 20
9. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 4 und 5, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , dass aus der Temperaturdifferenz (DTP) und der Temperatursumme (STP) der Teilchenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 25
- 30 10. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach mindestens einem der Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Sensor (16) in oder an der Spüleleitung (17) angeordnet ist.
- 35
11. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach mindestens einem der Ansprüche, d a d u r c h

gekennzeichnet, dass der Sensor (16) in oder an dem Kohlenwasserstoffspeicher (12) angeordnet ist.

- 5 12. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach mindestens einem der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (16) in oder an dem Ansaugtrakt (36) angeordnet ist.
- 10 13. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach mindestens einem der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (16) in oder an dem Spülleitungsventil (19) angeordnet ist.
- 15 14. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) in einem Gasstrom (31) in einer Spülleitung (17) von einem Kohlenwasserstoffspeicher (12) zu einem Verbrennungsmotor (1), wobei der Sensor (16) mindestens eine Ultraschallquelle (33, 34) und mindestens einen
20 Ultraschallempfänger (33, 34) aufweist, wobei die Laufzeit (τ_1 , τ_2) eines von der Ultraschallquelle (33, 34) durch den Gasstrom (31) zum Ultraschallempfänger (33, 34) gesendeten Ultraschallimpulses als Maß für den Kohlenwasserstoffgehalt (B) im Gasstrom (31) ausgewertet
25 wird.
15. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallquelle (33, 34) gleichzeitig als Ultraschallempfänger (33, 34) ausgebildet ist.
30
16. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Differenz ($\Delta\tau_P$) der Laufzeiten (τ_1 , τ_2) zwischen dem ersten Ultraschallsender (33) zu dem zweiten Ultraschallempfänger (34) und dem
35

zweiten Ultraschallsender (34) zu dem ersten Ultraschallempfänger (33) ermittelt wird.

- 5 17. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass Summe (StauP) der Laufzeiten (τ_1 , τ_2) zwischen dem ersten Ultraschallsender (33) zu dem zweiten Ultraschallempfänger (34) und dem zweiten Ultraschallsender (34) zu dem ersten Ultraschallempfänger (33) ermittelt wird.
- 10 18. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Differenz (DtauP) und der Summe (StauP) der Laufzeiten (τ_1 , τ_2) unter Ausnutzung eines Kennfeldes der Kohlenwasserstoffgehalt (B) in dem Gasstrom (31) in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 15 19. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Differenz (DtauP) und der Summe (StauP) der Laufzeiten (τ_1 , τ_2) der Massenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 20 20. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Differenz (DtauP) und der Summe (StauP) der Laufzeiten (τ_1 , τ_2) der Volumenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spüleleitung (17) ermittelt wird.
- 25 30 21. Sensor (16) zur Messung des Kohlenwasserstoffgehalts (B) nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Differenz (DtauP) und der Summe (StauP) der Laufzeiten (τ_1 ,
- 35

tau²) der Teilchenstrom der Kohlenwasserstoffe in der Spülleitung (17) ermittelt wird.

22. Verfahren zur Messung des Kohlenwasserstoffgehaltes (B)
5 in einem Gasstrom (31) in der Spülleitung (17) von einem Kohlenwasserstoffspeicher (12) zu einem Verbrennungsmotor (1) mit einem Sensor (16) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass aus einem Umgebungsdruck,
10 einer Umgebungstemperatur, einem Saugrohrdruck und einer Stellung eines Ventils (19) auf den Gasmassenstrom (31) in der Spülleitung (17) geschlossen wird und dieser Wert mit dem Wert des Sensors (16) für den Gasmassenstrom (31) in der Spülleitung (17) verglichen wird,
15 was als Maß für den Kohlenwasserstoffgehalt (B) im Gasstrom (31) ausgewertet wird.

FIG 1

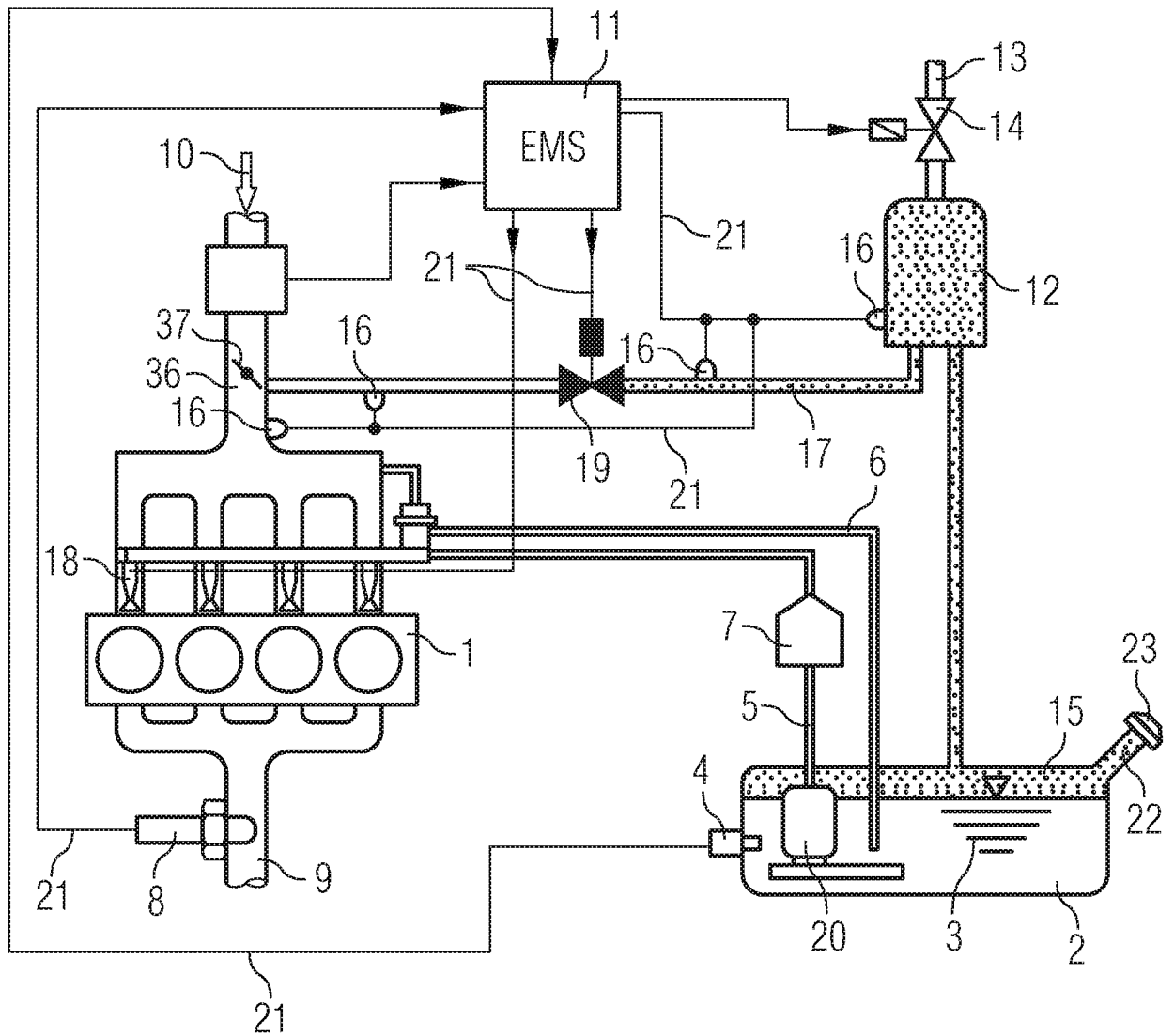


FIG 2

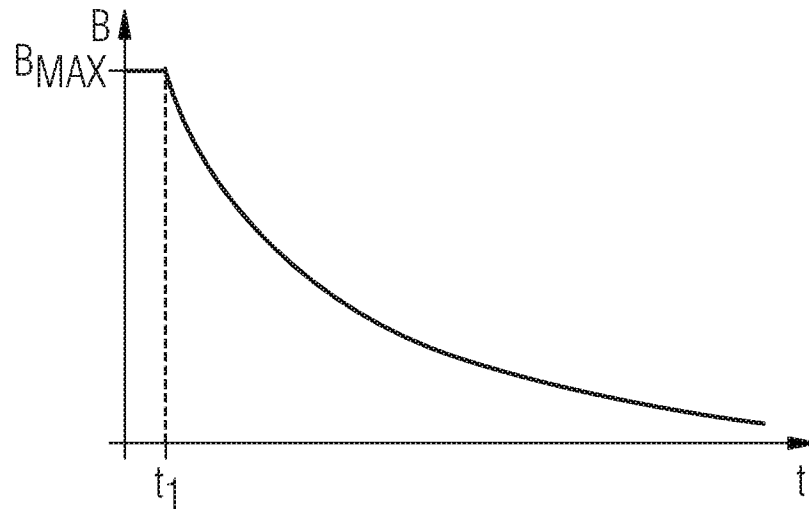


FIG 3

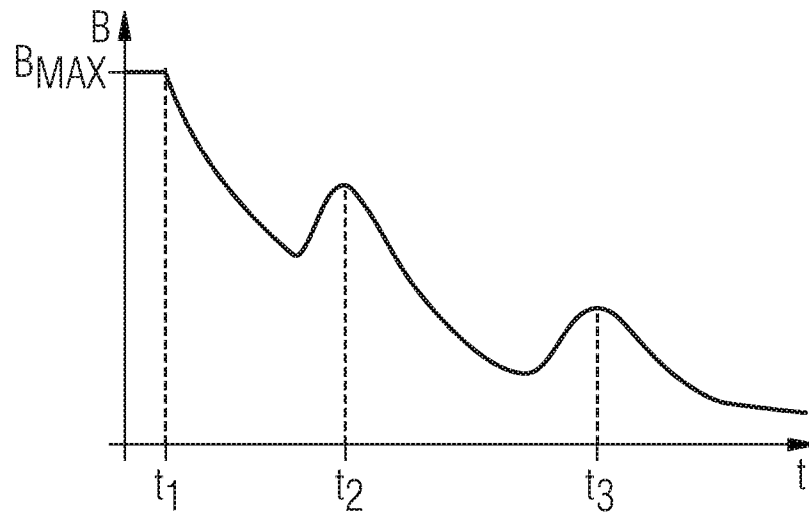


FIG 4

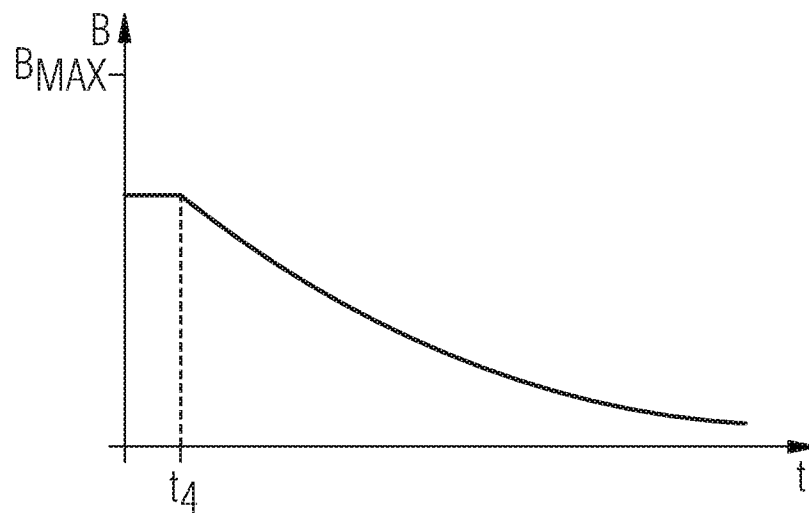


FIG 5

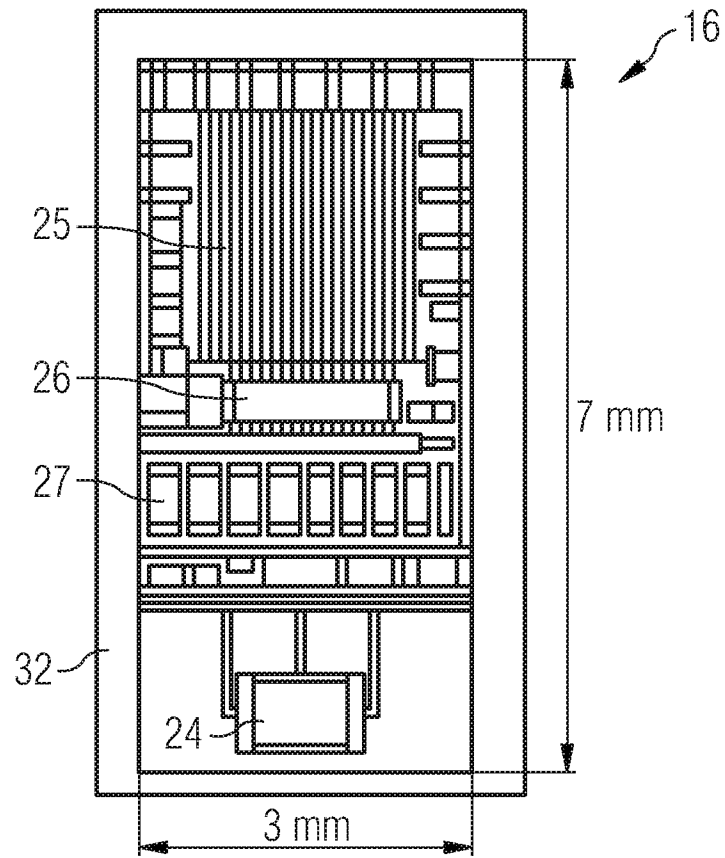


FIG 6

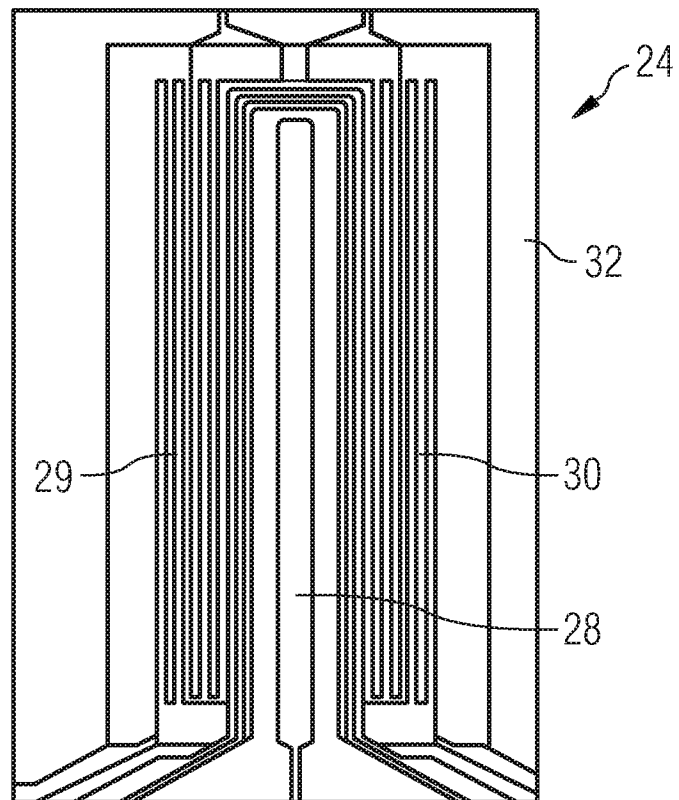


FIG 7

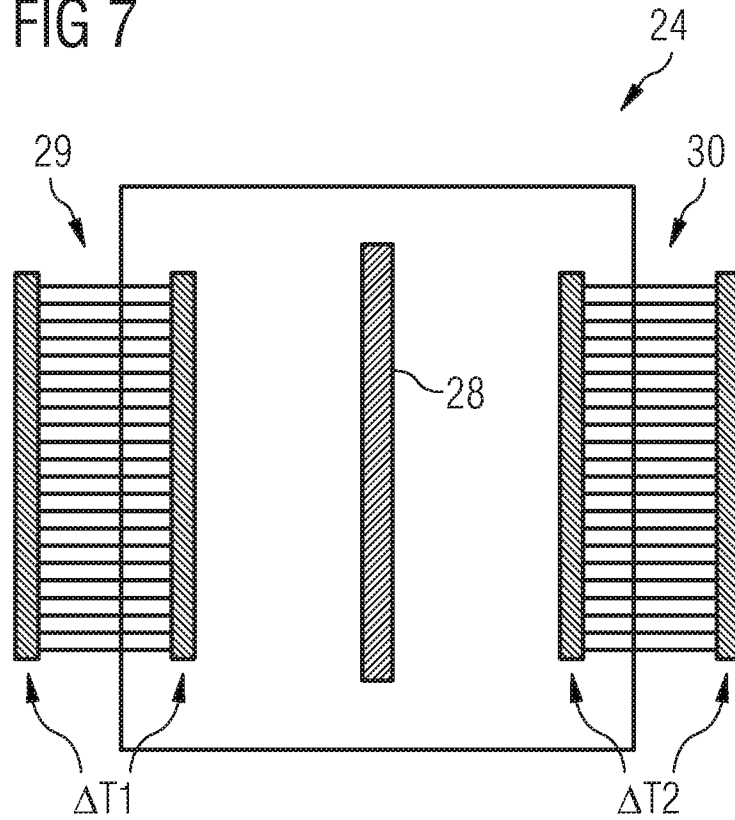


FIG 8

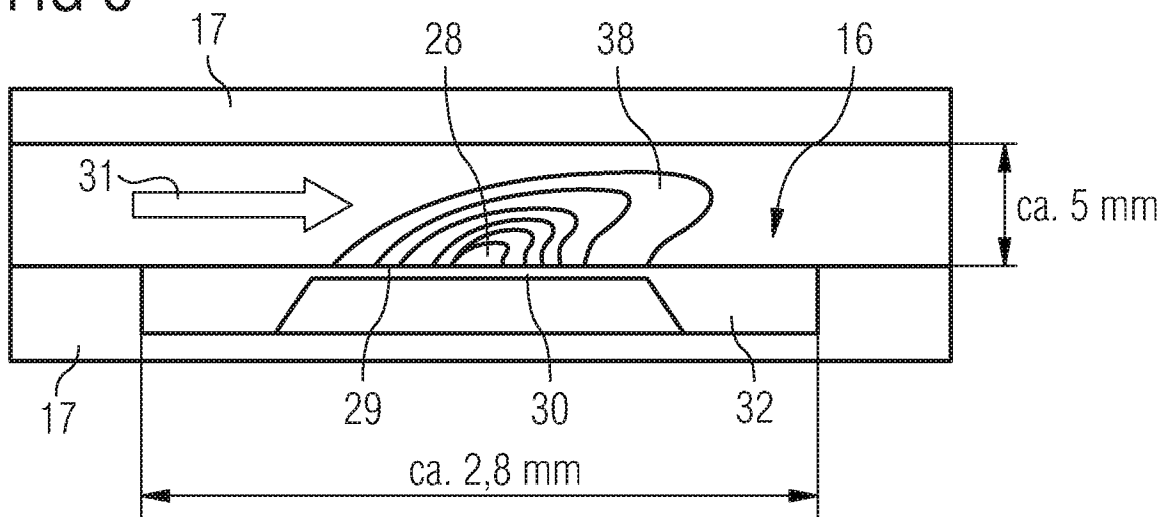


FIG 9

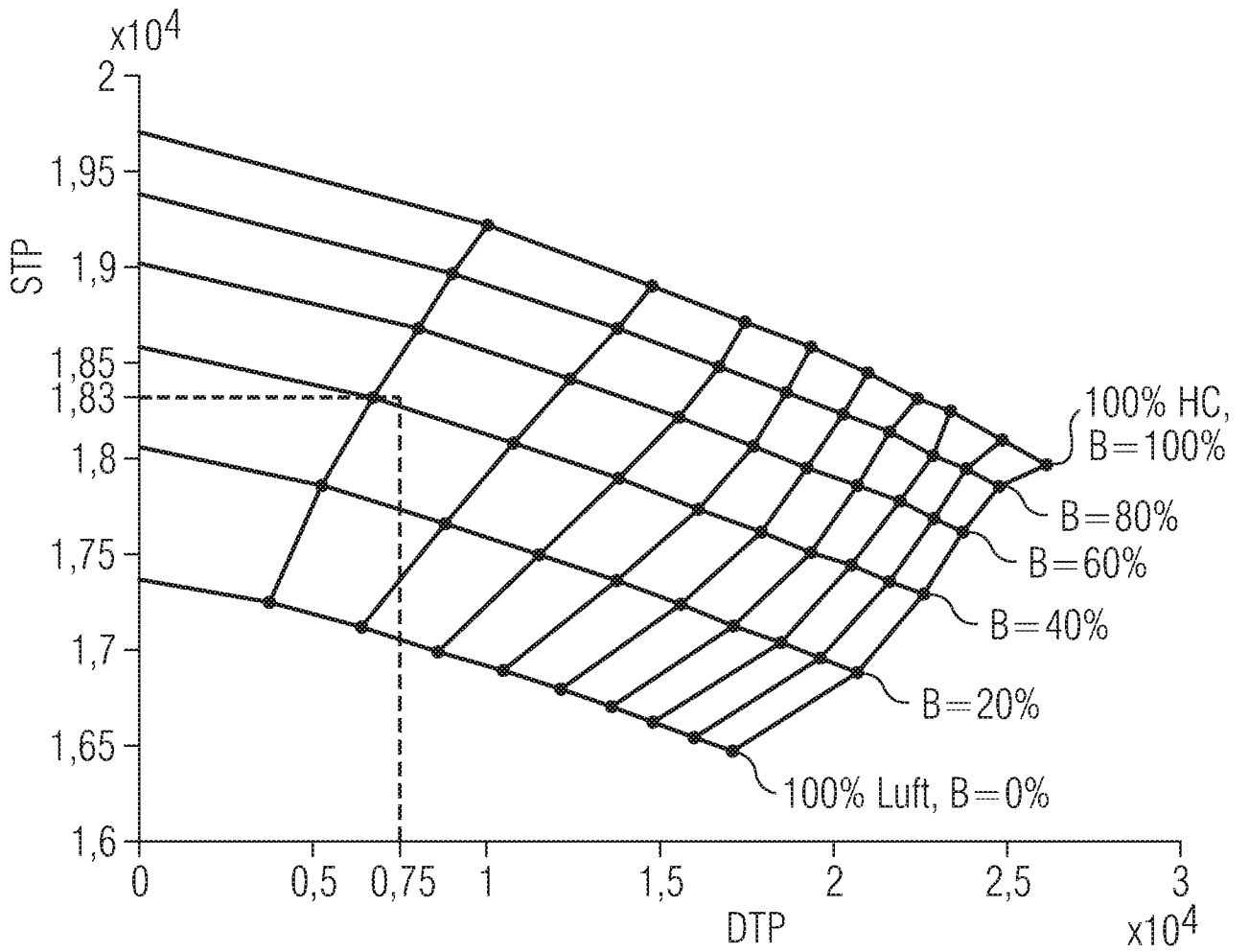


FIG 10

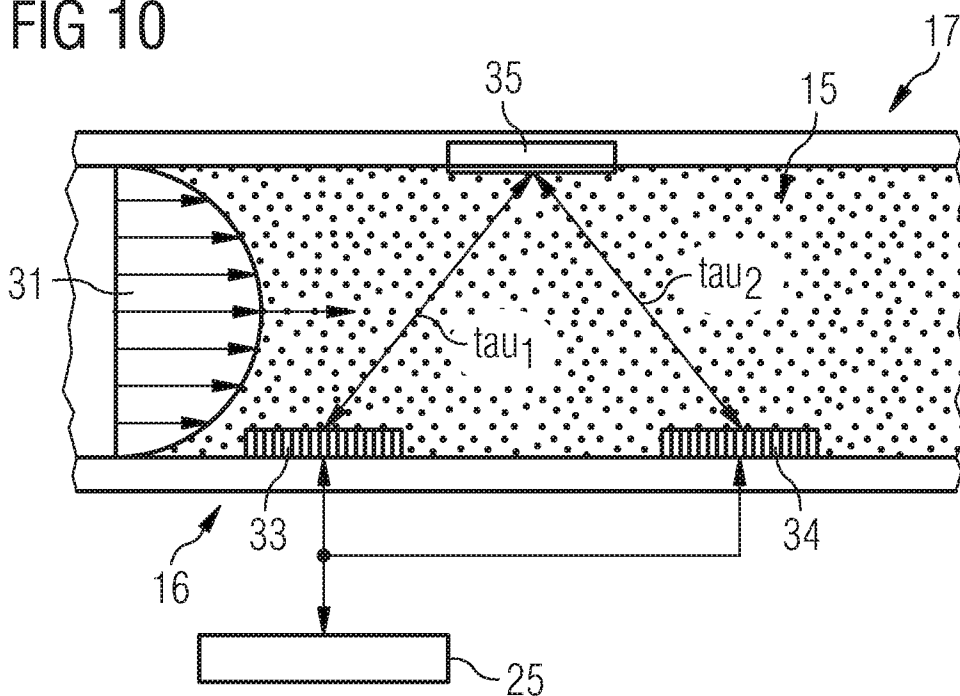
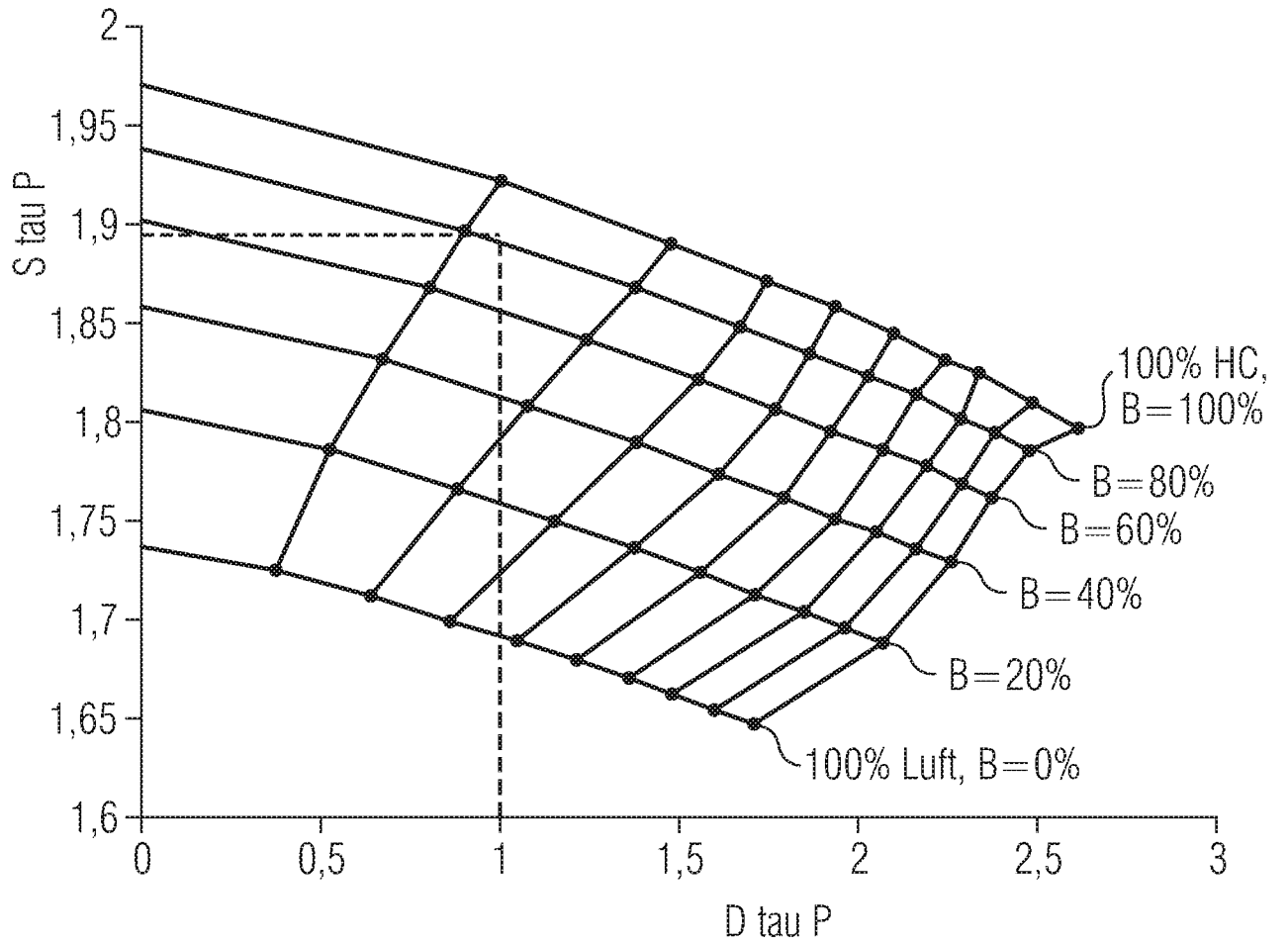


FIG 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/059175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02M25/08

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)
F02D F02M 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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | EP 1 094 306 A (YAZAKI CORP [JP]) 25 April 2001 (2001-04-25) paragraphs [0040], [0051]; figure 1 | 1,3-9 |
| X | US 6 227 177 B1 (YAMAFUJI TAKAHIRO [JP] ET AL) 8 May 2001 (2001-05-08) column 6, lines 37-46; figure 1 | 1,2, 10-13 |
| A | DE 10 2005 022121 B3 (SIEMENS AG [DE]) 16 November 2006 (2006-11-16) figure 1 | 1-13 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2008

Date of mailing of the international search report

01 07 2008

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wilhelm, Jörg

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

PCT/ISA/210

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-13

Thermal conductivity detector.

2. Claims 14-21

Ultrasonic measurement.

3. Claim 22

Thermodynamic calculation of the hydrocarbon content in a scavenging I.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/059175

| Patent document cited in search report | A | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|----|------------------|-------------------------|------------------|
| EP 1094306 | A | 25-04-2001 | WO 0065315 A1 | 02-11-2000 |
| | | | JP 4050857 B2 | 20-02-2008 |
| | | | JP 2001012988 A | 19-01-2001 |
| | | | TW 265600 Y | 21-05-2005 |
| | | | US 6662121 B1 | 09-12-2003 |
| | | | | |
| US 6227177 | B1 | 08-05-2001 | JP 2000018105 A | 18-01-2000 |
| | | | | |
| DE 102005022121 | B3 | 16-11-2006 | WO 2006120153 A1 | 16-11-2006 |
| | | | KR 20080011433 A | 04-02-2008 |
| | | | US 2008195296 A1 | 14-08-2008 |
| | | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059175

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/00 F02M25/08

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D F02M 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Batr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | EP 1 094 306 A (YAZAKI CORP [JP]) 25. April 2001 (2001-04-25) Absätze [0040], [0051]; Abbildung 1 | 1,3-9 |
| X | US 6 227 177 B1 (YAMAFUJI TAKAHIRO [JP] ET AL) 8. Mai 2001 (2001-05-08) Spalte 6, Zeilen 37-46; Abbildung 1 | 1,2, 10-13 |
| A | DE 10 2005 022121 B3 (SIEMENS AG [DE]) 16. November 2006 (2006-11-16) Abbildung 1 | 1-13 |

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

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
 - "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche: **17. April 2008**
 Absendedatum des internationalen Recherchenberichts: **01. 07. 2008**

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde: **Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentsaan 2, NL - 2280 HV Rijswijk, Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016**
 Bevollmächtigter Beauftragter: **Wilhelm, Jörg**

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059175

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1094306 | A | 25-04-2001 | WO 0065315 A1 | 02-11-2000 |
| | | | JP 4050857 B2 | 20-02-2008 |
| | | | JP 2001012988 A | 19-01-2001 |
| | | | TW 265600 Y | 21-05-2005 |
| | | | US 6662121 B1 | 09-12-2003 |
| US 6227177 | B1 | 08-05-2001 | JP 2000018105 A | 18-01-2000 |
| DE 102005022121 B3 | | 16-11-2006 | WO 2006120153 A1 | 16-11-2006 |
| | | | KR 20080011433 A | 04-02-2008 |
| | | | US 2008195296 A1 | 14-08-2008 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/059175

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. _____ weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich _____

2. Ansprüche Nr. _____ weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich _____

3. Ansprüche Nr. _____ weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. _____

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-13

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Auforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-13

Wärmeleitfähigkeitsdetektor

2. Ansprüche: 14-21

Ultraschall-Messung

3. Anspruch: 22

Thermodynamische Berechnung des Kohlenwasserstoffgehalts in einer Spülleitung
