

(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
30. Juni 2011 (30.06.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/076355 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 1/68 (2006.01) *F17C 13/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/007621
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Dezember 2010 (14.12.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 060 302.6
23. Dezember 2009 (23.12.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TRUMA GERÄTE-TECHNIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Wernher-von-Braun-Strasse 12, 85640 Putzbrunn (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANK, Reinhard** [DE/DE]; Adalbertstr. 68, 80799 München (DE). **BUTSCHEK, Sven** [DE/DE]; Görresstr. 12, 80798 München (DE). **SCHIEGL, Andreas** [DE/DE]; Am Alten Weg 1, 82041 Oberhaching (DE).
- (74) Anwalt: **HOFFMANN, Jörg, Peter**; Müller Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GAS SUPPLY DEVICE HAVING A MASS FLOW RATE SENSOR

(54) Bezeichnung : GASZUFÜHRUNGSVORRICHTUNG MIT MASSENDURCHFLUSSENSENSOR

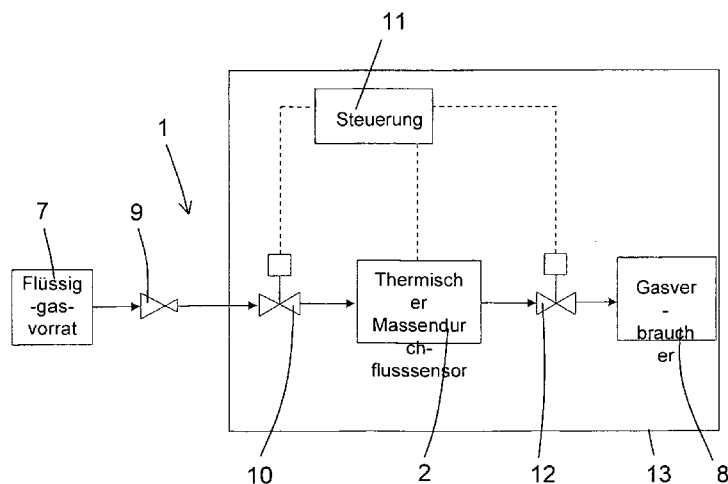


Fig. 2

- 7 Liquid gas reservoir
11 Control means
2 Thermal mass flow rate sensor
8 Gas consumer

(57) Abstract: The invention relates to a gas supply device, which serves to supply gas from a gas reservoir assembly (7) to a gas consumer assembly (8). For said purpose a gas pipe assembly (1) is provided between the gas reservoir assembly (7) and the gas consumer assembly (8). A mass flow rate meter (2) for measuring the amount of gas in the gas flowing in the gas pipe assembly (1) on the basis of the mass flow (m) of the gas is arranged in the gas pipe assembly. The measured values of the mass flow rate meter (2) can be passed to a control means (11), which in turn actuates a valve assembly (12) in order to keep the mass flow rate at a pre-determined value.

(57) Zusammenfassung: Eine Gaszuführungsvorrichtung dient zum Zuführen von Gas von einer Gasvorratseinrichtung (7) zu einer Gasverbrauchseinrichtung (8). Dazu ist zwischen der Gasvorratseinrichtung (7) und der Gasverbrauchseinrichtung (8) eine Gasleitungseinrichtung (1) vorgesehen, in der ein Massendurchflussmesser (2) zum Messen der Gasmenge des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases aufgrund von dessen Massenstrom (m) angeordnet ist. Die Messwerte des Massendurchflussmessers (2) können an eine Steuerung (11) gegeben werden, die wiederum

eine Ventileinrichtung (12) ansteuert, um den Massendurchfluss auf einem vorgegebenen Wert zu halten.



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Gaszuführungsvorrichtung mit Massendurchflusssensor

Die Erfindung betrifft eine Gaszuführungsvorrichtung und ein Verfahren zum Zuführen von Gas von einer Gasvorratseinrichtung zu einer Gasverbrauchseinrichtung.

- 5 Die Zuführung von Gas ist z.B. notwendig im Rahmen einer Flüssiggasdosierung für Heizungen oder Reformer-Brennstoffzellen-Systeme, die zur Bordstromversorgung in Freizeitfahrzeugen, Nutzfahrzeugen und Booten eingesetzt werden.

10 Freizeitfahrzeuge, Nutzfahrzeuge und Boote verfügen in der Regel über eine Flüssiggasversorgung auf einem Überdruckniveau von 30 mbar (in Ausnahmen auch 50 mbar), an die Gasverbrauchseinrichtungen wie Kochherde, Heizungen, Warmwasserbereitungsanlagen, Klimaanlage, Kühlschränke sowie Systeme zur Bordstromversorgung angeschlossen sind. Letztere können Motor-Generatorsysteme oder auch Reformer-Brennstoffzellen-Systeme sein. Die Kraftstoffbevorratung für
15 alle Gasverbraucher erfolgt entweder über im Fahrzeug oder Boot installierte Tanks oder - weit gebräuchlicher - über handelsübliche 5- bzw. 11-kg-Flaschen. Die Gasverbrauchseinrichtungen sind über Rohrleitungen mit dem Flüssiggasvorrat verbunden. Das Flüssiggas wird in der Regel den Gasverbrauchseinrichtungen im gasförmigen Zustand zugeführt. Als Flüssiggas werden in diesem Zusammen-
20 hang Propan, Butan bzw. Gemische daraus bezeichnet.

Flüssiggas wird grundsätzlich in unterschiedlichen Zusammensetzungen angeboten, die sich sowohl regional als auch saisonal unterscheiden können. Wird das Gas aus der Gasphase eines Behälters bzw. Tanks entnommen, tritt zusätzlich der
25 Effekt auf, dass sich die Gaszusammensetzung während des Entleerungsvorgangs aufgrund von unterschiedlichen Dampfdrücken ändert. So werden tendenziell zunächst die Verbindungen mit höheren Dampfdrücken und im Laufe der Entleerung immer mehr Moleküle von Verbindungen mit niedrigem Dampfdruck entnommen. In der Praxis bedeutet dies, dass das entnommene Gas zu Beginn mehr
30 Propan enthält und sich das Gleichgewicht immer weiter in Richtung Butan verschiebt. Im Extremfall muss eine Gasverbrauchseinrichtung somit mit 100 % Propan sowie 100 % Butan funktionieren können.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen und Verfahren für
35 die Flüssiggasdosierung in Gasverbrauchseinrichtungen bekannt:

Beim Dosieren über eine Düse bzw. Drosselblende wird das Flüssiggas bei einem konstanten Vordruck (im Flüssiggas-Freizeitbereich typischerweise 30 mbar) durch eine Düse geleitet. Dies ist beispielsweise bei Flüssiggasbrennern in Heizvorrichtungen von Freizeitfahrzeugen bekannt. Durch die unterschiedlichen Gaseigenschaften wie Dichte und Viskosität ergibt sich jedoch in Abhängigkeit von den zugeführten Gasen (Propan, Butan oder Gemische daraus) ein Unterschied bei der Kohlenstoffmenge von bis zu ca. 14 %. Ähnliche Abweichungen liegen bezüglich der Heizwerte der Gase vor.

Bei einer anderen Art der Flüssiggasdosierung wird der Volumenstrom gemessen, wobei sich bei einem definierten Volumenstrom von Propan und Butan ein Unterschied in der Kohlenstoffmenge bzw. im Heizwert von bis zu ca. 36 % ergeben kann. Dies resultiert vor allem aus den unterschiedlichen Dichten der Gase.

Somit variieren die Kohlenstoffmenge und der Heizwert in Abhängigkeit von der Qualität und Zusammensetzung des zugeführten Flüssiggases erheblich.

Ein Nachteil der hier genannten Vorrichtungen und Verfahren ist es, dass die unterschiedlichen Stoffeigenschaften des Flüssiggases, d.h. des Propan-Butan-Gemisches, nur ungenügend berücksichtigt werden. Für Heizvorrichtungen mit Flüssiggasbrennern bedeutet dies, dass die Heizleistung in Abhängigkeit von der Flüssiggaszusammensetzung variieren kann.

Für mit Flüssiggas betriebenen Reformier-Brennstoffzellen-Systemen ist aufgrund der wechselnden Flüssiggaszusammensetzungen mit unterschiedlichen Reformatgasqualitäten, d.h. mit unterschiedlichen Wasserstoffmengen und Restgaszusammensetzungen (CO, CO₂ bzw. Wasserdampf) zu rechnen. Bei verschiedenen Reformierarten wie z.B. der Wasserdampfreformierung oder der autothermen Reformierung ist das molare Verhältnis von Wasser (steam) zu Kohlenstoff (carbon) - das so genannte S/C-Verhältnis - ein charakteristischer Wert. Wenn dieser Wert bei wechselnder Gaszusammensetzung und bei gegebener Wasserführung weitgehend konstant gehalten werden soll, muss für einen definierten Kohlenstoffstrom gesorgt werden. Dies ist mit einer herkömmlichen Flüssiggasdosierung nach dem Stand der Technik nicht möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Flüssiggasdosiervorrichtung bzw. eine Gaszuführungsvorrichtung und ein entsprechendes Verfahren anzugeben, wodurch ein sicherer und kontinuierlicher Betrieb einer Gasverbrauchseinrichtung mit möglichst gleich bleibender Leistung auch bei wech-

selnden Gaszusammensetzungen ermöglicht wird, ohne dass die Gaszusammensetzung gemessen werden muss.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Gaszuführungsvorrichtung nach Anspruch 1 und durch ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 12 gelöst. 5 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Der Grundgedanke der Erfindung beruht auf der Verwendung des Prinzips der 10 thermischen Massendurchflussmessung für die Flüssiggasdosierung, womit die oben genannten Nachteile bzw. Ungenauigkeiten beim Stand der Technik weitgehend eliminiert werden können.

Dementsprechend weist eine Gaszuführungsvorrichtung zum Zuführen von Gas 15 von einer Gasvorratseinrichtung zu einer Gasverbrauchseinrichtung eine zwischen der Gasvorratseinrichtung und der Gasverbrauchseinrichtung verlaufende Gasleitungseinrichtung sowie eine in der Gasleitungseinrichtung vorgesehene thermische Massendurchfluss-Messeinrichtung zum Messen der Gasmenge des in der Gasleitungseinrichtung strömenden Gases aufgrund von dessen Massenstrom auf.

20 Das Prinzip der thermischen Massendurchflussmessung beruht darauf, dass ein Gasstrom über einen gekühlten oder geheizten Bereich geleitet wird. Als Folge daraus wird das Medium erwärmt bzw. abgekühlt. Abhängig von der technischen Ausführung wird von der Ausbildung eines Temperaturprofils, der eingesetzten 25 Heiz- bzw. Kühlleistung oder aufgrund von Temperaturänderungen auf den Massenstrom des Mediums geschlossen, da der Wärmeübertrag in das Gas vom Massenstrom abhängig ist. Zudem ist die Messung von der spezifischen Wärmekapazität des zu messenden Mediums abhängig.

30 Die Massendurchfluss-Messeinrichtung kann aufweisen: ein Heiz- oder Kühlelement, einen stromauf von dem Heiz- oder Kühlelement angeordneten ersten Temperatursensor, einen stromab von dem Heiz- oder Kühlelement angeordneten zweiten Temperatursensor und eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten einer von dem ersten Temperatursensor gemessenen ersten Temperatur und einer von dem 35 zweiten Temperatursensor gemessenen zweiten Temperatur und zum Ansteuern des Heiz- oder Kühlelements. Mit Hilfe der Auswerteeinrichtung sind je nach Ausgestaltung zwei unterschiedliche Messverfahren möglich. Demnach kann bei einem ersten Messverfahren das Heiz- oder Kühlelement derart ansteuerbar sein, dass eine konstante Temperaturdifferenz zwischen dem ersten Temperatursensor

und dem zweiten Temperatursensor eingestellt wird, wobei aufgrund der dazu erforderlichen Heiz- oder Kühlleistung der Massenstrom ermittelt wird. Bei dem zweiten, alternativen Messverfahren ist das Heiz- oder Kühlelement auf eine vorgegebene Heiz- oder Kühlleistung einstellbar, wobei aufgrund einer daraufhin gemessenen Temperaturdifferenz zwischen dem ersten Temperatursensor und dem zweiten Temperatursensor der Massenstrom ermittelt wird.

Somit werden zwei alternative technische Ausführungen von thermischen Massendurchflussmessern angegeben. Bei der ersten Alternative kann das Heizelement auf eine konstante Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperatursensoren geregelt werden, wobei aus der Heizleistung dann auf den Massenstrom geschlossen wird. Bei der zweiten Alternative werden bei einer definierten Heizleistung die auftretenden Temperaturdifferenzen zwischen den Temperaturmessstellen ausgewertet und somit auf den Massenstrom rückgeschlossen.

In der Gasleitungseinrichtung kann eine ansteuerbare Ventileinrichtung zum Einstellen des Massenstroms in der Gasleitungseinrichtung vorgesehen sein, wobei eine Steuerung vorgesehen ist, zum Ansteuern der Ventileinrichtung in Abhängigkeit von einem Messsignal von der Massendurchfluss-Messeinrichtung.

Die Steuerung kann derart ausgebildet sein, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung den Massenstrom des in der Gasleitungseinrichtung strömenden Gases auf einen vorgegebenen Wert konstant hält.

Damit ist es möglich, das Messverfahren mit einem Stellglied, z.B. einem Proportionalventil oder einem Regelventil zu kombinieren, um einen Regelkreis auszubilden. Die Mess- und Regelfunktion kann dabei z.B. in einen thermischen Massendurchflussregler integriert bzw. mit diesem kombiniert werden.

Das Verfahren ist grundsätzlich für alle Arten von Gasverbrauchseinrichtung geeignet, die mit gasförmigen Kohlenwasserstoffen unterschiedlicher Gaszusammensetzungen betrieben werden. Auch können die Gasverbrauchseinrichtung und die beschriebene Gaszuführungsvorrichtung nicht nur in Freizeitfahrzeugen, Booten und Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen, sondern auch in allen anderen Anwendungsbereichen (stationär, mobil), in denen ein gasförmiger Kohlenwasserstoff dosiert werden soll.

Die Massendurchfluss-Messeinrichtung (nachfolgend auch als Sensor bezeichnet) wird beim Hersteller auf ein bestimmtes Gas abgestimmt. Soll der Sensor für ein

anderes Gas genutzt werden, muss ein Umrechnungsfaktor errechnet werden, der den Fluss des einen Gases in den des anderen Gases umrechnet.

Für die Umrechnung von Propan zu Butan ergibt sich ein Umrechnungsfaktor von 0,9946. Dies bedeutet, dass mit einem thermischen Massendurchflusssensor die Massenströme von Propan und Butan mit einer Abweichung von 0,54 % mit dem gleichen Sensor gemessen werden können. Bei gleichem Messsignal fließen also 0,54 % weniger Butan als Propan. Diese Werte beziehen sich auf die spezifischen Wärmekapazitäten bei 298 K und 1013 hPa. Weil die Wärmekapazitäten von Propan und Butan relativ stark von der Temperatur abhängen, treten bei veränderten Gastemperaturen geringfügige Abweichungen auf.

Das beschriebene Messprinzip kann in Gasverbrauchseinrichtungen vielfältig eingesetzt werden. So ist es möglich, bei einem Reformer-Brennstoffzellen-System eine Massenstrommessung bezogen auf den Kohlenstoff-Molenstrom durchzuführen. Bei einer Heizvorrichtung kann die Massenstrommessung bezogen auf den Heiz- bzw. Brennwert erfolgen.

Dementsprechend ist aufgrund der gemessenen Gasmenge mit Hilfe der Massendurchfluss-Messeinrichtung ein Regeln des Kohlenstoff-Molenstroms des in der Gasleitungseinrichtung strömenden Gases möglich, wobei die Steuerung derart ausgebildet sein kann, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung den Kohlenstoff-Molenstrom des Gases im Wesentlichen auf einem vorgegebenen Wert konstant hält.

Diese Massenstrommessung bezogen auf den Kohlenstoff-Molenstrom kann - wie oben bereits erwähnt - vorteilhaft bei einem Reformer-Brennstoffzellen-System eingesetzt werden. Dort ist je nach Reformierungsverfahren (Wasserdampfreformierung oder autotherme Reformierung) das molare Verhältnis von Wasser (steam) zu Kohlenstoff (carbon) - das so genannte S/C-Verhältnis - entscheidend für die Zusammensetzung und Qualität des erzeugten Wasserstoff-haltigen Reformatgases bzw. sogar für die ordnungsgemäße Funktionsweise und Langzeitstabilität des Reformersystems an sich. Der Regelung des S/C-Verhältnisses für solche Systeme kommt deshalb entscheidende Bedeutung zu - vor allem, wenn in der Praxis die Zusammensetzung des dem Reformer-Brennstoffzellen-System zugeführten Flüssiggases stetig wechselnde Propan- und Butananteile aufweisen kann.

Soll der Wert des S/C-Verhältnisses bei wechselnder Gaszusammensetzung und bei gegebener Wasserzuführung weitgehend konstant gehalten werden, muss für

einen definierten Kohlenstoffstrom gesorgt werden. Der Molenstrom von Kohlenstoff liegt bei gleichem Massenstrom bei Butan um etwa 1,1 % höher als bei Propan. Unter Berücksichtigung der Abweichung durch die Massenstrommessung von Propan und Butan - es wird bei gleichem Messsignal der Massendurchfluss-Messeinrichtung 0,54 % weniger Butan dosiert (siehe Erläuterung oben) - ergibt sich eine maximale Gesamtabweichung von Kohlenstoffmolenstrom von 0,55 %. Diese Abweichung liegt somit erheblich unter den oben angegebenen Abweichungen.

Eine Flüssiggasdosierung auf dem Prinzip der thermischen Massendurchflussmessung stellt somit für ein entsprechendes Reformersystem eine geeignete Methode dar, um die Flüssiggasmenge bezüglich des S/C-Verhältnisses zu messen bzw. in Kombination mit einer Regeleinrichtung, z.B. einem Proportionalventil, zu regeln. Dabei kann die Massendurchfluss-Messeinrichtung zum Messen des Massenflusses des Flüssiggases genutzt werden.

Bei einer alternativen Ausführungsform, die - wie oben bereits gesagt - insbesondere für eine Heizeinrichtung geeignet ist - ist aufgrund der gemessenen Gasmenge ein Heiz- oder Brennwert des in der Gasleitungseinrichtung strömenden Gases bestimmbar. Die Steuerung kann derart ausgebildet sein, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung den Heiz- und/oder Brennwert des Gases im Wesentlichen auf einem vorgegebenen Wert konstant hält.

Diese auf den Heiz- bzw. Brennwert bezogene Massenstrommessung kann vorteilhaft bei einer Heizvorrichtung eingesetzt werden. Gemäß dem Stand der Technik erfolgt die Dosierung von Flüssiggas in Heizvorrichtungen über eine Blende oder Düse, wodurch sich je nach Dosierung von Propan und Butan Abweichungen von bis zu ca. 14 % beim Heizwert ergeben können. Die Folge sind schwankende Heizleistungen der Heizvorrichtung, je nach Zusammensetzung des zugeführten Propan-Butan-Gasgemisches.

Für die Heizwerte von Propan und Butan, jeweils bezogen auf die Masse, ergibt sich eine Abweichung von 1,3 %. Unter Berücksichtigung der oben erläuterten Abweichung der Massenstrommessung von 0,54 % führt dies zu einer Gesamtabweichung des Heizwertes von maximal ca. 1,85 %, wenn im Extremfall 100 % Butan oder 100 % Propan zugeführt werden. Diese Abweichung liegt erheblich unter der beim Stand der Technik vorliegenden Abweichung von 36 %.

Das Prinzip der Flüssiggasdosierung auf Basis der thermischen Massendurchflussmessung weist deshalb eine wesentlich höhere Genauigkeit auf als das her-

kömmliche Dosieren über Blenden bzw. Düsen. Selbst im Extremfall der Verwendung von Rein-Propan bzw. Rein-Butan kommt es nur zu einer relativ geringen Abweichung. In Kombination mit einem Stellglied, z.B. einem Regel- oder Proportionalventil, kann auf diese Weise eine sehr genaue Regelung des Heiz- bzw. Brennwertes von Gasverbrauchseinrichtungen gewährleistet werden.

Das System ist darüber hinaus geeignet, Schwankungen aufgrund von Druckunterschieden bei der Druckregelung auszugleichen. Oben wurde bereits ausgeführt, dass eine Flüssiggasdosierung häufig bei einem Zielwert von 30 mbar erfolgt. In der Praxis ist es jedoch ohne weiteres üblich, dass die Druckwerte zwischen 25 und 35 mbar liegen. Diese Druckschwankungen bewirken Schwankungen des Massenflusses, die bei der Massendurchflussmessung erfasst und regelungstechnisch ausgeglichen werden können, um eine konstante Heizleistung zu erreichen.

Es kann eine Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines von der Massendurchfluss-Messeinrichtung gemessenen Massenstrom-Wertes vorgesehen sein. Dies ermöglicht es dem Bediener, seinerseits in Ergänzung zu der Steuerung oder alternativ zu der Steuerung regelnd über ein entsprechendes Ventil einzugreifen, wenn der Massenstromwert außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt.

Die Gasleitungseinrichtung kann eine Haupt-Gasleitung und eine parallel dazu vorgesehene Neben-Gasleitung aufweisen, wobei die Massendurchfluss-Messeinrichtung wahlweise sowohl in der Neben-Gasleitung als auch in der Haupt-Gasleitung angeordnet sein kann. Über entsprechende Korrekturwerte ist dann jeweils auf die Gesamtgasmenge rückzuschließen.

Die Massendurchfluss-Messeinrichtung kann separat von der Gasverbrauchseinrichtung vorgesehen sein. Ebenso ist es möglich, die Messeinrichtung an der Gasvorratseinrichtung vorzusehen oder in die Gasverbrauchseinrichtung zu integrieren. Die Integration in die Gasverbrauchseinrichtung kann sinnvoll sein, wenn das Messverfahren mit der Ventileinrichtung kombiniert wird, um einen Regelkreis auszubilden.

Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer thermischen Massendurchfluss-Messeinrichtung;

Fig. 2 den schematischen Aufbau eines Gasverbrauchssystems mit der erfindungsgemäßen Gaszuführungsvorrichtung.

Fig. 1 zeigt in schematischer Form eine Gasleitung 1, in der ein Massenstrom $\dot{m}$ eines Gases, z.B. eines Flüssiggases geführt wird. In der Gasleitung 1 ist ein thermischer Massendurchflussmesser 2 eingesetzt.

Der Massendurchflussmesser 2 weist ein Heiz- oder Kühlelement 3, einen stromauf davon vorgesehenen ersten Temperatursensor 4 und einen stromab davon vorgesehenen zweiten Temperatursensor 5 auf.

In dem Massendurchflussmesser 2 ist zudem eine Auswerteeinrichtung 6 vorgesehen. Darüber hinaus ist es noch möglich, weitere Messstellen zur Temperaturmessung vorzusehen, wenn dies die Messgenauigkeit erhöht.

Das Heiz- oder Kühlelement 3 (je nach Anwendungsfall kann der Massenstrom aufgeheizt oder gekühlt werden) kann derart betrieben werden, dass sich eine konstante Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperatursensoren 4, 5 einstellt. Dementsprechend steuert die Auswerteeinrichtung 6 das Heiz- oder Kühlelement 3 an, um diese konstante Temperaturdifferenz zu halten. Aus der dazu notwendigen Heiz- bzw. Kühlleistung kann dann in bekannter Weise auf den Massenstrom geschlossen werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, bei einer definierten, von der Auswerteeinrichtung 6 aufrechterhaltenen Heiz- bzw. Kühlleistung die auftretenden Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Temperatursensoren 4, 5 auszuwerten und auf diese Weise auf den Massenstrom rückzuschließen.

Der Massenstrom kann somit als Gasmasse pro Zeiteinheit bestimmt werden.

Fig. 2 zeigt in schematischer Form ein Gasversorgungs- bzw. -verbrauchssystem.

Dabei verbindet die Gasleitung 1 einen als Gasvorratseinrichtung dienenden Flüssiggasvorrat 7 mit einem Gasverbraucher 8 (Gasverbrauchseinrichtung). Stromab von dem Flüssiggasvorrat 7 ist ein Druckregler 9 vorgesehen, mit dem der an dem Flüssiggasvorrat 7 anliegende, meist relativ hohe Druck auf einen geeigneten Betriebsdruck, z.B. 30 mbar geregelt wird.

Stromab von dem Druckregler 9 ist ein Sperrventil 10, z.B. ein Magnetventil, angeordnet, das über eine Steuerung 11 ansteuerbar ist. Die Steuerung 11 vermag somit über das Sperrventil 10 die Gaszuführung zum Gasverbraucher 8 zu öffnen und zu schließen.

5

Wiederum stromab von dem Sperrventil 10 ist der oben bereits erläuterte thermische Massendurchflussmesser 2 angeordnet, an den sich stromab eine über die Steuerung 11 ansteuerbare Ventileinrichtung 12 anschließt. Bei der Ventileinrichtung 12 kann es sich um ein Magnetventil, ein Regelventil (z.B. ein Proportional-

10

ventil) oder ein andersartiges Stellglied handeln.

Stromab von der Ventileinrichtung 12 ist schließlich der Gasverbraucher 8, z.B. eine Heizung, eine Kühlvorrichtung (Klimaanlage, Kühlschrank) oder ein Reform-Brennstoffzellen-System angeordnet. Bei dem Gasverbraucher 8 kann es sich insbesondere um Brenner (katalytisch, konventionell), Reformierreaktoren, Reaktionsräume von Brennstoffzellen oder Brennkammern von Motoren handeln.

15

Wie oben bereits ausführlich erläutert, ist es möglich, mit Hilfe des Massendurchflussmessers 2 die Kohlenstoffmenge in dem über die Gasleitung 1 geführten Gas zu bestimmen und eine entsprechende Information an die Steuerung 11 zu übermitteln. Die Steuerung 11 steuert daraufhin die Ventileinrichtung 12 derart an, dass ein gewünschter Massenstrom erreicht wird. Dieser gewünschte Massenstrom wird z.B. aufgrund einer gewünschten Heizleistung (für eine Heizung) oder anhand eines gewünschten S/C-Verhältnisses für das Reform-Brennstoffzellen-

20

25

System vorgegeben.

Die Komponenten Sperrventil 10, Steuerung 11, Massendurchflussmesser 2, Ventileinrichtung 12 und Gasverbraucher 8 können in Form eines Gasverbrauchssystems 13 integriert werden. Das Gasverbrauchssystem 13 enthält dann neben dem Gasverbraucher 8 selbst auch noch die weiteren Bestandteile, die zum Regeln des Massenstroms erforderlich sind.

30

Patentansprüche

1. Gaszuführungsvorrichtung zum Zuführen von Gas von einer Gasvorratseinrichtung (7) zu einer Gasverbrauchseinrichtung (8), mit

- einer zwischen der Gasvorratseinrichtung (7) und der Gasverbrauchseinrichtung (8) verlaufenden Gasleitungseinrichtung (1);

5 - einer in der Gasleitungseinrichtung (1) vorgesehenen Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) zum Messen der Gasmenge des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases aufgrund von dessen Massenstrom.

2. Gaszuführungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
10 dass

- die Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) aufweist:
 - + ein Heiz- oder Kühlelement (3);
 - + einen stromauf von dem Heiz- oder Kühlelement (3) angeordneten ersten Temperatursensor (4);

15 + einen stromab von dem Heiz- oder Kühlelement (3) angeordneten zweiten Temperatursensor (5); und

- + eine Auswerteeinrichtung (6) zum Auswerten einer von dem ersten Temperatursensor (4) gemessenen ersten Temperatur und einer von dem zweiten Temperatursensor (5) gemessenen zweiten Temperatur und zum Ansteuern des

20 Heiz- oder Kühlelements (3); und dass

- durch die Auswerteeinrichtung (6) entweder
 - + das Heiz- oder Kühlelement (3) derart ansteuerbar ist, dass eine konstante Temperaturdifferenz zwischen dem ersten Temperatursensor (4) und dem zweiten Temperatursensor (5) eingestellt wird, wobei aufgrund der dazu erforderlichen Heiz- oder Kühlleistung der Massenstrom ermittelt wird; oder

25

- + das Heiz- oder Kühlelement (3) auf eine vorgegebene Heiz- oder Kühlleistung einstellbar ist, wobei aufgrund einer daraufhin gemessenen Temperaturdifferenz zwischen dem ersten Temperatursensor (4) und dem zweiten Temperatursensor (5) der Massenstrom ermittelt wird.

30

3. Gaszuführungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- in der Gasleitungseinrichtung (1) eine ansteuerbare Ventileinrichtung (12) zum Einstellen des Massenstroms in der Gasleitungseinrichtung (1) vorgesehen

35 ist; und dass

- eine Steuerung (11) vorgesehen ist, zum Ansteuern der Ventileinrichtung (12) in Abhängigkeit von einem Messsignal von der Massendurchfluss-Messeinrichtung (2).

5 4. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (11) derart ausgebildet ist, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung (12) den Massenstrom des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases auf einem vorgegebenen Wert konstant hält.

10 5. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- aufgrund der gemessenen Gasmenge ein Kohlenstoffmolenstrom des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases bestimmbar ist;
- dass die Steuerung (11) derart ausgebildet ist, dass sie durch Ansteuern

15 der Ventileinrichtung (12) den Kohlenstoffmolenstrom des Gases im Wesentlichen auf einem vorgegebenen Wert konstant hält.

6. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- 20 - aufgrund der gemessenen Gasmenge ein Heiz- und/oder Brennwert des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases bestimmbar ist;
- dass die Steuerung (11) derart ausgebildet ist, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung (12) den Heiz- und/oder Brennwert des Gases im Wesentlichen auf einem vorgegebenen Wert konstant hält.

25 7. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines von der Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) gemessenen Massenstrom-Wertes.

30 8. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gasverbrauchseinrichtung (8) ein Reformere-Brennstoffzellen-System, eine Heizvorrichtung, eine Kühlvorrichtung oder einen Gasmotor aufweist.

35 9. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) und die Gasverbrauchseinrichtung (8) in einem Gasverbrauchssystem (13) integriert sind.

10. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Gasverbrauchseinrichtung (8) ein Reformer-Brennstoffzellen-System aufweist;
- 5 - in einer Gaszuleitung (1) eines Reformers des Reformer-Brennstoffzellen-Systems die Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) und die Ventileinrichtung (12) angeordnet sind;
- über die Gaszuleitung (1) ein Kohlenstoff-haltiges Gas zuführbar ist;
- stromab von der Massendurchfluss-Messeinrichtung (2) und der Ventilein-
- 10 richtung (12) Wasserdampf in die Gaszuleitung (1) und damit zu dem Kohlenstoff-haltigen Gas zuführbar ist.
- eine Steuerung (11) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass sie durch Ansteuern der Ventileinrichtung (12) ein Wasserdampf/Kohlenstoff-Verhältnis (S/C-Verhältnis) in dem über die Gaszuleitung (1) geführten Gesamt-
- 15 Gasstrom auf einem vorgegebenen Wert hält.

11. Gaszuführungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Gas ein Flüssiggas ist; und dass
- 20 - das Flüssiggas Propan, Butan oder ein Gemisch davon enthält.

12. Verfahren zum Zuführen von Gas von einer Gasvorratseinrichtung (7) zu einer Gasverbrauchseinrichtung (8), mit den Schritten:

- Zuführen des Gases über eine zwischen der Gasvorratseinrichtung (7) der
- 25 Gasverbrauchseinrichtung (8) verlaufenden Gasleitungseinrichtung;
- Messen der Gasmenge des in der Gasleitungseinrichtung (1) strömenden Gases aufgrund von dessen Massenstrom mit Hilfe eines thermischen Massenstrom-Messverfahrens.

30 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- Ansteuern einer in der Gasleitungseinrichtung (1) vorgesehen Ventileinrichtung (12), um den Massenstrom in der Gasleitungseinrichtung (1) auf einem vorgegebenen Wert zu halten.

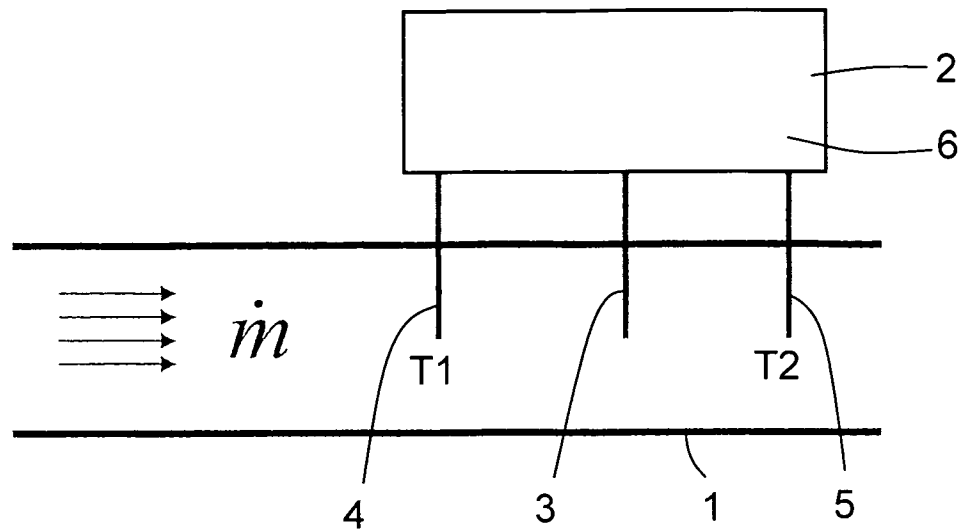


Fig. 1

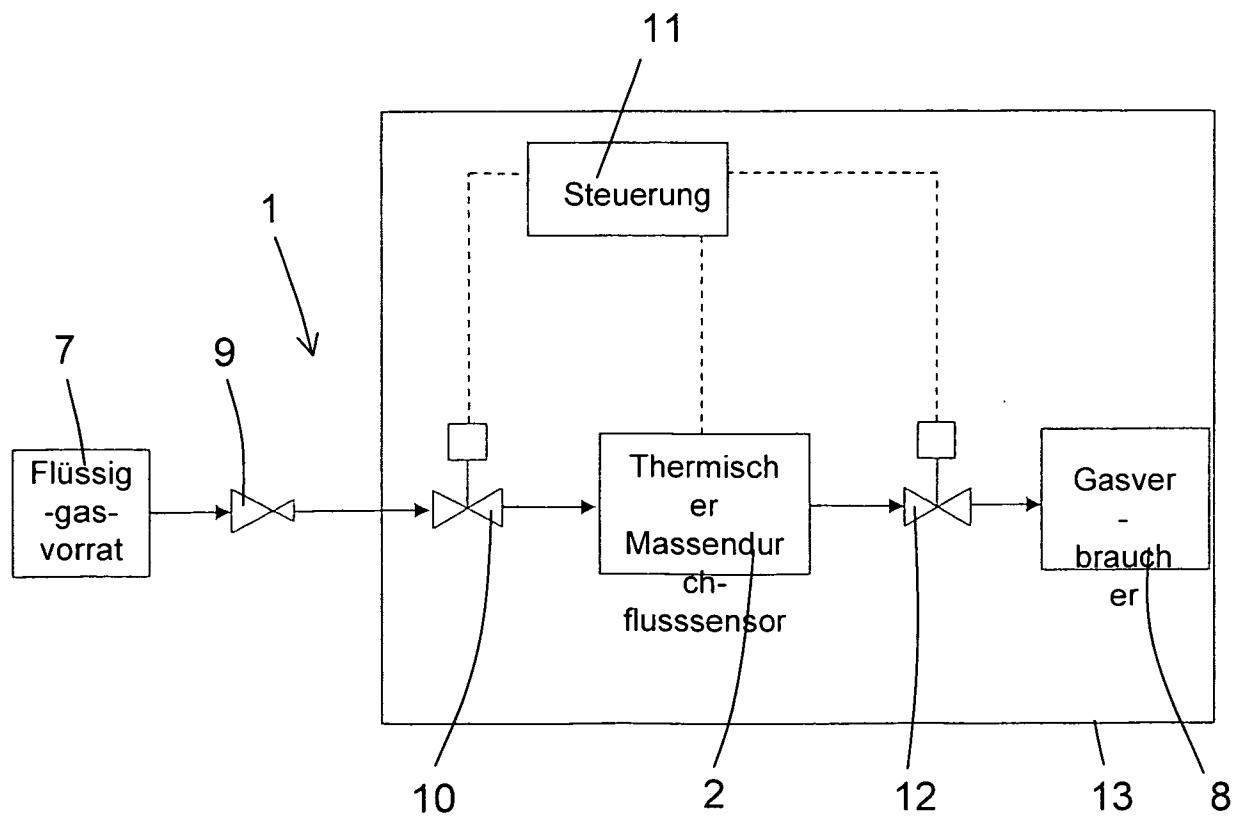


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/007621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01F1/68

ADD. F17C13/02

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)

G01F F17C F02D H01M

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, 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 4 537 172 A (KANEHARA KENJI [JP] ET AL) 27 August 1985 (1985-08-27) column 2, line 16 - column 4, line 54; figures 1-6	1-9, 11-13
X	US 2002/121137 A1 (FUJIWARA TAKESHI [JP] ET AL) 5 September 2002 (2002-09-05) paragraphs [0047] - [0054]; figure 7 paragraphs [0081], [0082]; figure 19	1,2, 4-10,12
X	US 2008/113232 A1 (OZEKI MASATAKA [JP] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) paragraphs [0091] - [0103] figure 1	1,3-10
	----- -/--	



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 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 February 2011

Date of mailing of the international search report

04/03/2011

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Kloppenburger, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/007621

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 371 147 B1 (PHILIPPE LOUIS [FR]) 16 April 2002 (2002-04-16) column 1, line 6 - column 2, line 14 column 7, lines 19-30 figure 2	1,3-9, 11,12
A	----- EP 0 943 900 A1 (BERKIN BV [NL]) 22 September 1999 (1999-09-22) page 4, lines 17-30 page 6, lines 15-24 figures 9-13	2
A	----- US 2009/049907 A1 (WU XIAOZHONG [US] ET AL) 26 February 2009 (2009-02-26) paragraph [0027] figure 1	2
A	----- DE 100 17 958 A1 (PETRAM GUENTER [DE]) 21 December 2000 (2000-12-21) column 2, lines 19-59 figure -----	2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/007621

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4537172	A	27-08-1985	JP 1616182 C 30-08-1991
			JP 2039626 B 06-09-1990
			JP 59099055 A 07-06-1984
US 2002121137	A1	05-09-2002	JP 3658321 B2 08-06-2005
			JP 2002202168 A 19-07-2002
US 2008113232	A1	15-05-2008	CN 101088187 A 12-12-2007
			WO 2006046621 A1 04-05-2006
			US 2010190070 A1 29-07-2010
US 6371147	B1	16-04-2002	AT 393391 T 15-05-2008
			DE 60038647 T2 18-06-2009
			EP 1045246 A1 18-10-2000
			ES 2304931 T3 01-11-2008
			FR 2792415 A1 20-10-2000
			JP 2001013097 A 19-01-2001
EP 0943900	A1	22-09-1999	AT 377184 T 15-11-2007
			DE 69937421 T2 21-08-2008
			DK 0943900 T3 18-02-2008
			ES 2296365 T3 16-04-2008
			JP 11326003 A 26-11-1999
			NL 1008665 C1 21-09-1999
			US 6370950 B1 16-04-2002
			US 2002043104 A1 18-04-2002
US 2009049907	A1	26-02-2009	WO 2009029236 A1 05-03-2009
DE 10017958	A1	21-12-2000	DE 29906451 U1 14-09-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01F1/68

ADD. F17C13/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01F F17C F02D H01M

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 4 537 172 A (KANEHARA KENJI [JP] ET AL) 27. August 1985 (1985-08-27) Spalte 2, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 54; Abbildungen 1-6	1-9, 11-13
X	US 2002/121137 A1 (FUJIWARA TAKESHI [JP] ET AL) 5. September 2002 (2002-09-05) Absätze [0047] - [0054]; Abbildung 7 Absätze [0081], [0082]; Abbildung 19	1,2, 4-10,12
X	US 2008/113232 A1 (OZEKI MASATAKA [JP] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) Absätze [0091] - [0103] Abbildung 1	1,3-10
	----- -/-	



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" 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 naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Februar 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/03/2011

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

Kloppenburger, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 371 147 B1 (PHILIPPE LOUIS [FR]) 16. April 2002 (2002-04-16) Spalte 1, Zeile 6 - Spalte 2, Zeile 14 Spalte 7, Zeilen 19-30 Abbildung 2	1,3-9, 11,12
A	----- EP 0 943 900 A1 (BERKIN BV [NL]) 22. September 1999 (1999-09-22) Seite 4, Zeilen 17-30 Seite 6, Zeilen 15-24 Abbildungen 9-13	2
A	----- US 2009/049907 A1 (WU XIAOZHONG [US] ET AL) 26. Februar 2009 (2009-02-26) Absatz [0027] Abbildung 1	2
A	----- DE 100 17 958 A1 (PETRAM GUENTER [DE]) 21. Dezember 2000 (2000-12-21) Spalte 2, Zeilen 19-59 Abbildung	2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/007621

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4537172	A	27-08-1985	JP	1616182 C		30-08-1991
			JP	2039626 B		06-09-1990
			JP	59099055 A		07-06-1984

US 2002121137	A1	05-09-2002	JP	3658321 B2		08-06-2005
			JP	2002202168 A		19-07-2002

US 2008113232	A1	15-05-2008	CN	101088187 A		12-12-2007
			WO	2006046621 A1		04-05-2006
			US	2010190070 A1		29-07-2010

US 6371147	B1	16-04-2002	AT	393391 T		15-05-2008
			DE	60038647 T2		18-06-2009
			EP	1045246 A1		18-10-2000
			ES	2304931 T3		01-11-2008
			FR	2792415 A1		20-10-2000
			JP	2001013097 A		19-01-2001

EP 0943900	A1	22-09-1999	AT	377184 T		15-11-2007
			DE	69937421 T2		21-08-2008
			DK	0943900 T3		18-02-2008
			ES	2296365 T3		16-04-2008
			JP	11326003 A		26-11-1999
			NL	1008665 C1		21-09-1999
			US	6370950 B1		16-04-2002
			US	2002043104 A1		18-04-2002

US 2009049907	A1	26-02-2009	WO	2009029236 A1		05-03-2009

DE 10017958	A1	21-12-2000	DE	29906451 U1		14-09-2000
