



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 310 642 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2003 Patentblatt 2003/20

(51) Int Cl.7: **F01P 11/16, F02B 77/08**

(21) Anmeldenummer: **02023569.3**

(22) Anmeldetag: **23.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Sass, Seiko**
71732 Tamm (DE)
• **Stutte, Thomas**
73262 Reichenbach/Fils (DE)
• **von Gregory, Jens**
73630 Remshalden (DE)

(30) Priorität: **08.11.2001 DE 10154484**

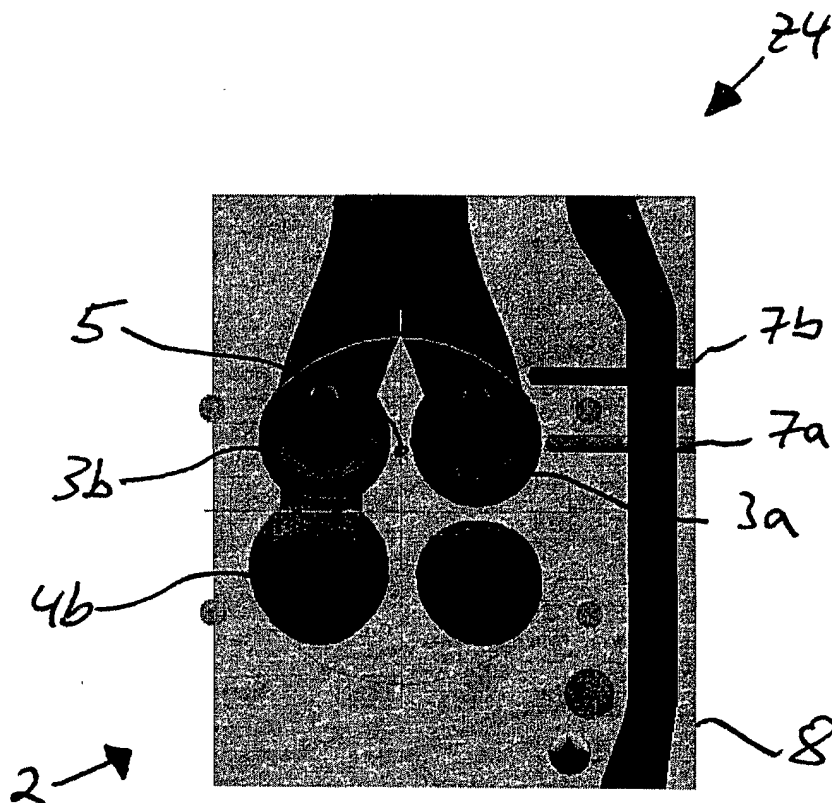
(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur indirekten Ermittlung einer Temperatur an einer vorgegebenen Stelle einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung einer Temperatur an einer vorgegebenen Stelle einer Brennkraftmaschine. Insbesondere die Temperatur an einem Steg zwischen zwei Auslassventilen einer Brennkraftmaschine kann im Betrieb nur mit sehr hohem Aufwand gemessen werden. Erfin-

dungsgemäß wird vorgeschlagen, eine Temperatur an einer leichter zugänglichen Stelle der Brennkraftmaschine zu messen und die Stegtemperatur mit Hilfe eines Rechenmodells basierend auf der Motordrehzahl, der Kraftstoffeinspritzmenge, der Ladelufttemperatur und der Kühlwassertemperatur zu ermitteln.

Fig. 2



EP 1 310 642 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur indirekten Ermittlung einer Temperatur an einer vorgegebenen Stelle einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 beziehungsweise 5.

[0002] Die Anforderungen an ein modernes Motormanagement werden im Hinblick auf Verbrauch, Leistung, Emissionen und auch aufgrund der Wettbewerbssituation immer größer. Ein Baustein, der zur Verbesserung bzw. Optimierung all dieser Disziplinen speziell beim Dieselmotor führt, ist das sogenannte Motorwärmemanagement. Ein Ziel hierbei ist, den Motor schnellstmöglich auf eine gewünschte Solltemperatur aufzuheizen. Darüber hinaus soll im weiteren Betrieb eine höchst zulässige Betriebstemperatur nicht überschritten werden.

[0003] Hierzu ist die Kenntnis einer Temperatur an einer speziellen Position im Zylinderkopf von großer Bedeutung. Insbesondere die Temperatur an einem Steg zwischen zwei Auslassventile der Brennkraftmaschine ist von besonderem Interesse. Aus konstruktiven Gründen ist es nicht möglich, diese Temperatur serientauglich sensortechnisch direkt zu erfassen.

[0004] Aus der DE 40 14 966 A1 ist ein Motordiagnoseverfahren bekannt, bei dem die Brennraumtemperatur indirekt bestimmt wird. Hierzu wird eine als Sensorelement ausgebildete Glühkerze verwendet. Dazu wird der temperaturabhängige Innenwiderstand der Glühkerze beziehungsweise des Glühfadens ausgewertet und daraus die Brennraumtemperatur ermittelt.

[0005] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Temperatur an einer schwer zugänglichen Stelle einer Brennkraftmaschine mit geringem zusätzlichem Bauaufwand auf einfache Art und Weise zu ermitteln.

[0006] Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 beziehungsweise 5 gelöst. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen an.

[0007] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, die Temperaturen an schwer zugänglichen Stellen einer Brennkraftmaschine auf einfache Art und Weise zu ermitteln. Hierzu wird ein Sensor zur Ermittlung einer Bauteiletemperatur an einer konstruktiv leichter zugänglichen Stelle angeordnet. Weiterhin wird auf Basis der so ermittelten Bauteiletemperatur und weiterer Eingangsgrößen die Temperatur an der schwer zugänglichen Stelle ermittelt. Als weitere Eingangsgrößen werden zumindest die Motordrehzahl, die Kraftstoffeinspritzmenge, die Ladelufttemperatur und die Kühlmitteltemperatur herangezogen. Diese werden entweder direkt über Sensoren ermittelt oder liegen im Steuergerät der Brennkraftmaschine bereits als berechnete Größen vor. Durch diese Vorrichtung lässt sich die Temperatur an schwer zugänglichen Stellen der Brennkraftmaschine ohne größere bauliche Maßnahmen ermitteln.

[0008] Der Sensor zur Ermittlung der Bauteiletemperatur wird bevorzugt an einer von außen zugänglichen Position angeordnet. Dies hat den Vorteil der leichten elektrischen Kontaktierung und der Möglichkeit zum Austausch des Sensors.

[0009] Vorzugsweise wird die Vorrichtung zur Ermittlung der Temperatur an einem Steg zwischen zwei Auslassventile der Brennkraftmaschine verwendet. Diese Temperatur ist von großer Bedeutung, da dieses Bauteil zum einen thermisch hoch belastet ist und zum anderen die Materialstärke an dieser Stelle relativ gering ist. Außerdem kann die so ermittelte Temperatur als Eingangsgröße für die Motorsteuerung verwendet werden.

[0010] Die Formel zur indirekten Berechnung nach Anspruch 7 hat sich in Versuchen als sehr gut geeignet erwiesen. Dabei haben sich die verwendeten Eingangsgrößen Motordrehzahl, Kraftstoffeinspritzmenge, Ladelufttemperatur und Kühlwassertemperatur als notwendig aber auch hinreichend zur Beschreibung der physikalischen Vorgänge herausgestellt. Durch die Verwendung weiterer Eingangsgrößen kann eine verbesserte Genauigkeit der Ermittlung erreicht werden.

[0011] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine und

Fig. 2 eine schematische Ansicht des vierten Zylinders von der Ventildeckelseite aus betrachtet.

[0012] Die in Fig. 1 insgesamt mit 1 bezeichnete Vierzylinder-Brennkraftmaschine weist jeweils zwei Einlass- und zwei Auslassventile pro Zylinder Z1 bis Z4 auf. Der Zylinderkopf 2 ist in Fig. 1 perspektivisch dargestellt, wobei die nach rechts gerichtete Fläche des Zylinderkopfes 2 den nicht dargestellten Brennräumen zugewandt ist. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit sind lediglich die entsprechenden Bohrungen 3, 4 für die Ventile dargestellt. Hierbei sind pro Zylinder Z1 bis Z4 jeweils zwei benachbarte Bohrungen 3a, 3b beziehungsweise 4a, 4b für die Auslass- beziehungsweise Einlassventile vorgesehen. Die beiden Auslasskanäle pro Zylinder Z1 bis Z4 werden jeweils durch einen Steg 5 voneinander getrennt. Das über die Auslasskanäle abgeführte Abgas wird anschließend in einem Abgaskrümmern 6 gesammelt und an eine nicht dargestellte Abgasleitung abgegeben.

[0013] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind zu Versuchszwecken drei Bauteiltemperatursensoren 7a-c an einer Stirnseite 8 des Zylinderkopfes 2 angeordnet. In Abhängigkeit von der vorgegebenen Stelle, an der indirekt eine

Temperatur ermittelt werden soll, kann eine von diesen Bauteiltemperatursensoren 7a-c gemessene Bauteiletemperatur T_{Bt} zur Ermittlung der gewünschten Temperatur T_{steg} verwendet werden. Erfindungsgemäß wird bevorzugt die Temperatur am Steg 5 zwischen den beiden Auslassventilen 3a, 3b, im folgenden als Stegtemperatur T_{steg} bezeichnet, ermittelt.

[0014] Wie aus Fig. 2, die den Zylinderkopf 2 des Zylinders Z4 von der Ventildeckelseite aus betrachtet zeigt, zu entnehmen ist erstrecken sich die beiden Bauteiltemperatursensoren 7a und 7b von der Stirnseite 8 des Zylinderkopfes 2 bis in den Bereich des äußersten Auslassventiles 3a des Zylinders Z4. Diese Position ist einerseits von außen gut zugänglich, andererseits liegt sie auch möglichst nahe an der Stelle, an der die Temperatur T_{steg} ermittelt werden soll. Die Anordnung eines Temperatursensors direkt im Bereich des Steges 5 wäre hingegen konstruktiv sehr aufwendig.

[0015] Ausgehend von der gemessenen Bauteiletemperatur T_{Bt} kann nun anhand eines Rechenmodells die Stegtemperatur T_{steg} mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden. Für diese Berechnung werden die Motordrehzahl N_{BKM} , die Kraftstoffeinspritzmenge KM , die Ladelufttemperatur T_{Ll} und die Kühlmitteltemperatur T_{Kw} als Eingangsgrößen herangezogen. Durchgeführte Versuche haben gezeigt, dass diese vier Eingangsgrößen zusammen mit der gemessenen Bauteiletemperatur T_{Bt} die physikalischen Vorgänge im Brennraum und damit die Temperaturänderung am Steg 5 ausreichend genau beschreiben. Wird eine höhere Genauigkeit benötigt, so können noch weitere Eingangsgrößen verwendet werden. Die vier Eingangsgrößen können entweder direkt mittels nicht dargestellter Sensoren ermittelt werden, zum Beispiel Ladeluft- und Kühlmitteltemperatur, oder liegen bereits in einem nicht gezeigten Steuergerät als berechnete Größen vor, zum Beispiel die Kraftstoffeinspritzmenge. Wird jeweils die aktuelle Motordrehzahl N_{BKM} als Eingangsgröße verwendet, so kann auch diese direkt mit Hilfe eines Sensors ermittelt werden. Vorzugsweise wird jedoch vom Steuergerät ein zeitlich gemitteltetes Motordrehzahlsignal bereitgestellt.

[0016] Die Ermittlung der Stegtemperatur T_{steg} erfolgt ausgehend von der gemessenen Bauteiletemperatur T_{Bt} mit Hilfe eines funktionalen Zusammenhangs, wie er beispielsweise in der folgenden Gleichung dargestellt ist:

$$T_{steg} = \left(\frac{k_1 \cdot N_{BKM} + k_2 \cdot (N_{BKM})^2 + k_3 \cdot KM + k_4 \cdot (KM)^2}{k_5 \cdot T_{Kw} + k_6 \cdot (T_{Kw})^2} + k_7 \cdot (T_{Ll} - k_8) \right) \cdot T_{Bt}$$

mit

(T_{steg}) = Temperatur am Steg 5
 (T_{Bt}) = gemessene Bauteiletemperatur
 (N_{BKM}) = Motordrehzahl
 (KM) = Kraftstoffeinspritzmenge
 (T_{Kw}) = Kühlwassertemperatur
 (T_{Ll}) = Ladelufttemperatur
 (k_1) bis (k_8) = Konstanten

[0017] Die Gewichtungsfaktoren k_1 bis k_8 sind abhängig von der jeweiligen Konfiguration der Brennkraftmaschine 1. Für eine gegebene Brennkraftmaschine 1 erfolgt die Bestimmung dieser Gewichtungsfaktoren bevorzugt mit Hilfe eines mathematischen Identifikationsverfahrens. Hierzu werden auf dem Motorenprüfstand oder im Fahrzeug neben der Bauteiletemperatur T_{Bt} und den weiteren Eingangsgrößen auch die Stegtemperatur T_{steg} gemessen, so dass eine Anpassung der Gewichtungsfaktoren k_1 bis k_8 an die Messwerte erfolgen kann.

[0018] Beim erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich um ein sehr einfaches Verfahren, da die notwendigen Eingangsgrößen in den Steuergeräten moderner Brennkraftmaschinen 1 bereits verfügbar sind. So ist zusätzlich nur noch ein Bauteiltemperatursensor 7 notwendig, dessen Positionierung hinsichtlich einfacher Konstruktion und möglichst großer Nähe zur Stelle, an der die Temperatur T_{steg} ermittelt werden soll, optimiert werden kann.

[0019] Neben der bisher beschriebenen Ermittlung der Stegtemperatur T_{steg} kann entsprechend natürlich auch die Temperatur an beliebig anderen Stellen der Brennkraftmaschine 1 ermittelt werden. Bevorzugt handelt es sich hierbei um Stellen, die von außen mit Hilfe eines Sensors nur schlecht zugänglich sind.

[0020] Die so ermittelte Stegtemperatur T_{steg} wird vorzugsweise wiederum als Eingangsgröße für die Motorsteuerung eingesetzt. Sie gibt zum einen Kenntnisse über die aktuelle Brennraumtemperaturen. Zum anderen kann auf der Basis dieser Stegtemperatur T_{steg} zum Beispiel eine Regelung der Kühlleistung erfolgen, die herkömmlich auf der Basis einer Kühlmitteltemperatur arbeitet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur indirekten Bestimmung einer Temperatur (T_{steg}) an einer vorgegebenen Stelle einer Brennkraftmaschine (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Sensor (7) zur Messung einer Bauteiletemperatur (T_{Bt}) an der Brennkraftmaschine (1) angeordnet ist, dass weitere Sensoren zur direkten oder indirekten Erfassung der Motordrehzahl (N_{BKM}), der Kraftstoffeinspritzmenge (KM), der Ladelufttemperatur (T_{Ll}) und der Kühlwassertemperatur (T_{Kw}) vorgesehen sind, und dass ein Steuergerät zur Ermittlung der Temperatur (T_{steg}) an der vorgegebenen Stelle aus der Bauteiletemperatur (T_{Bt}) und den weiteren Eingangsgrößen (N_{BKM} , KM, T_{Ll} , T_{Kw}) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sensor (7) an einer von außen zugänglichen Stelle der Brennkraftmaschine (1) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sensor (7) an der Stirnwand (8) der Brennkraftmaschine (1) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuergerät die Temperatur (T_{steg}) an einem Steg (5) zwischen zwei Auslassventilen (3a, 3b) der Brennkraftmaschine (1) ermittelt.
5. Verfahren zur indirekten Bestimmung einer Temperatur (T_{steg}) an einer vorgegebenen Stelle einer Brennkraftmaschine (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Bauteiletemperatur (T_{Bt}) an der Brennkraftmaschine (1) gemessen wird, dass weiterhin die Motordrehzahl (N_{BKM}), die Kraftstoffeinspritzmenge (KM), die Ladelufttemperatur (T_{Ll}) und die Kühlwassertemperatur (T_{Kw}) direkt oder indirekt ermittelt werden, und dass in einem Steuergerät aus der Bauteiletemperatur (T_{Bt}), der Motordrehzahl (N_{BKM}), der Kraftstoffeinspritzmenge (KM), der Ladelufttemperatur (T_{Ll}) und der Kühlwassertemperatur (T_{Kw}) die Temperatur (T_{steg}) an der vorgegebenen Stelle berechnet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Motordrehzahl (N_{BKM}) ein zeitlich gemittelter Wert verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur (T_{steg}) anhand folgender Formel berechnet wird,

$$T_{\text{STEG}} = \left(\frac{k_1 \cdot N_{\text{BKM}} + k_2 \cdot (N_{\text{BKM}})^2 + k_3 \cdot \text{KM} + k_4 \cdot (\text{KM})^2}{k_5 \cdot T_{\text{Kw}} + k_6 \cdot (T_{\text{Kw}})^2} + \right) \cdot T_{\text{Bt}} + k_7 \cdot (T_{\text{Ll}} - k_8)$$

mit

(T_{steg}) = Temperatur an der vorgegebenen Stelle
 (T_{Bt}) = Bauteiletemperatur
 (N_{BKM}) = Motordrehzahl
(KM) = Kraftstoffeinspritzmenge
 (T_{Kw}) = Kühlwassertemperatur
 (T_{Ll}) = Ladelufttemperatur
 (k_1) bis (k_8) = Konstanten

8. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Berechnung der Temperatur (T_{steg}) weitere Eingangsgrößen verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die indirekt ermittelte Temperatur (T_{steg}) als Eingangsgröße für die Motorsteuerung verwendet wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

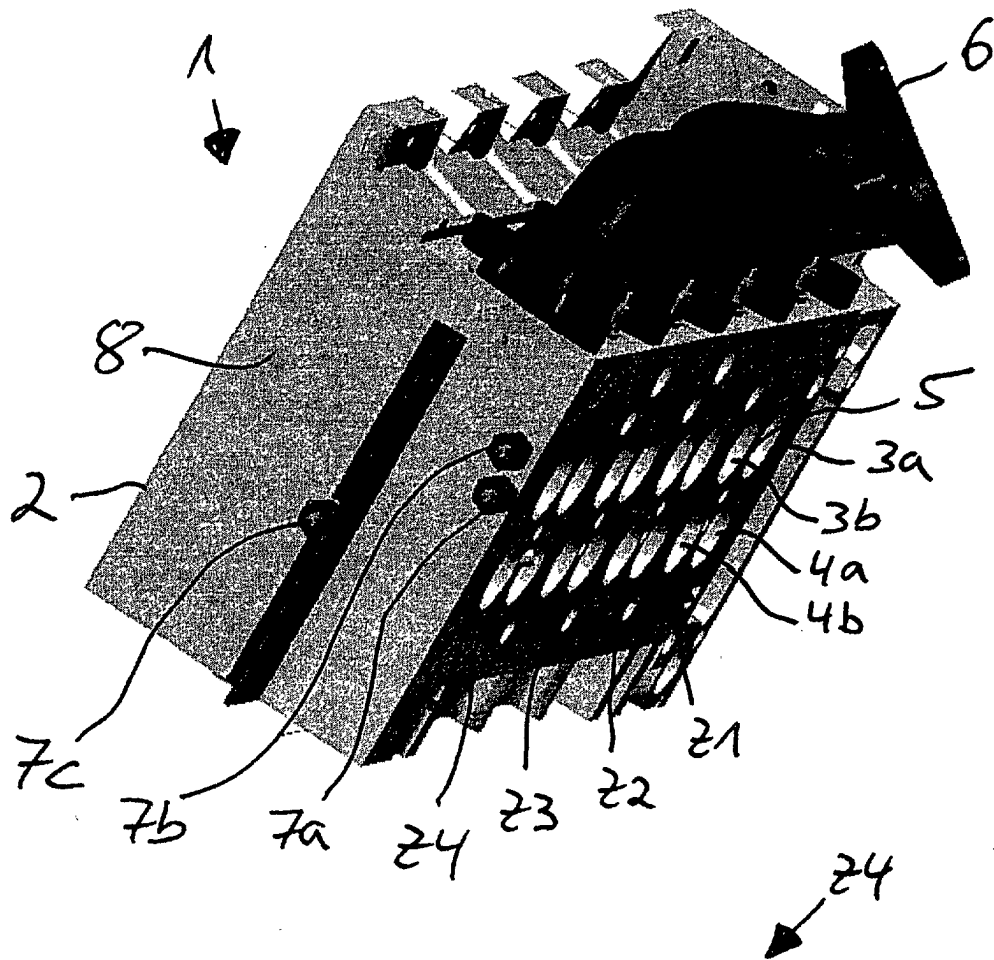
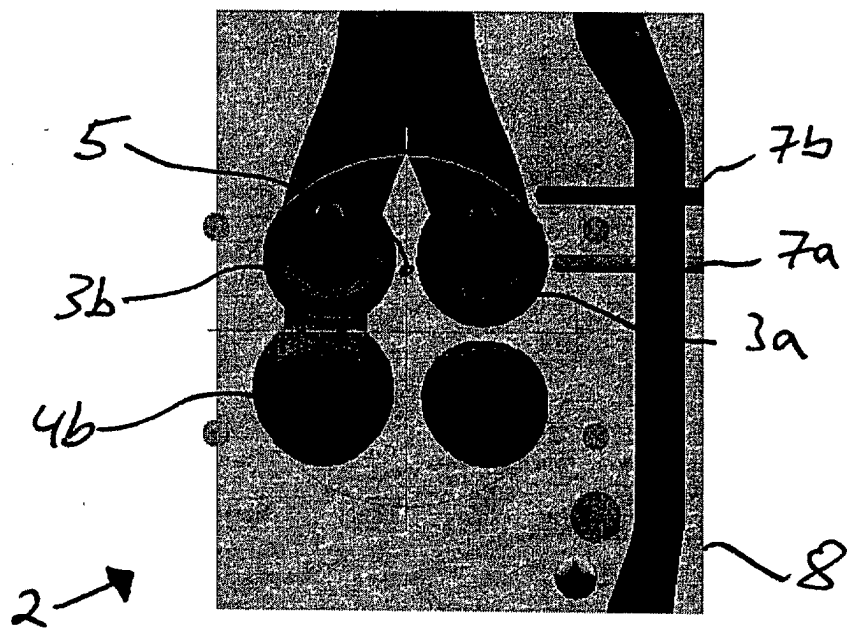


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 3569

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 072 766 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 31. Januar 2001 (2001-01-31) * das ganze Dokument *	1,4,5,9	F01P11/16 F02B77/08
A	WO 99 15769 A (VOLVO) 1. April 1999 (1999-04-01) * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 30; Abbildungen *	1,5	
A	EP 0 894 954 A (C.R.F.) 3. Februar 1999 (1999-02-03) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,5	
A	EP 0 942 160 A (FORD GLOBAL) 15. September 1999 (1999-09-15) * Ansprüche; Abbildungen *	1,2,5	
A	US 5 201 840 A (SAUSNER ET AL.) 13. April 1993 (1993-04-13) * Zusammenfassung; Abbildungen *	2	
A	WO 01 12962 A (DELDHI TECHNOLOGIES) 22. Februar 2001 (2001-02-22) * Seite 4, Zeile 3 - Zeile 14; Abbildungen *	1-3	
A	US 5 150 300 A (DANNO ET AL.) 22. September 1992 (1992-09-22) * Zusammenfassung; Abbildung *	1,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2003	Prüfer Kooijman, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 3569

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-01-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1072766 A	31-01-2001	FR 2796987 A1	02-02-2001
		EP 1072766 A1	31-01-2001
		US 6394045 B1	28-05-2002
WO 9915769 A	01-04-1999	EP 1017930 A1	12-07-2000
		JP 2001517755 T	09-10-2001
		SE 9703395 A	23-03-1999
		WO 9915769 A1	01-04-1999
		US 6390081 B1	21-05-2002
EP 894954 A	03-02-1999	IT T0970702 A1	01-02-1999
		DE 69801876 D1	08-11-2001
		DE 69801876 T2	25-04-2002
		EP 0894954 A1	03-02-1999
		ES 2162698 T3	01-01-2002
		US 6032618 A	07-03-2000
EP 942160 A	15-09-1999	US 6026679 A	22-02-2000
		EP 0942160 A2	15-09-1999
US 5201840 A	13-04-1993	DE 4113294 C1	17-06-1992
		EP 0510302 A2	28-10-1992
		JP 5133251 A	28-05-1993
		JP 7072506 B	02-08-1995
WO 0112962 A	22-02-2001	EP 1121514 A1	08-08-2001
		WO 0112962 A1	22-02-2001
US 5150300 A	22-09-1992	JP 2223675 A	06-09-1990
		JP 2816440 B2	27-10-1998
		KR 9500224 B1	12-01-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82