

(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
4. Juli 2002 (04.07.2002)

PCT

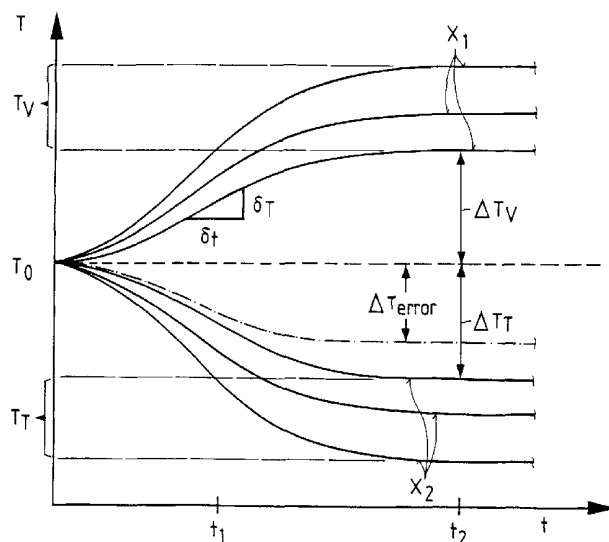
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/052130 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01N 3/22**, 3/32, 11/00 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HUMMEL, Karl, Ernst** [DE/DE]; Dianastr. 9, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12848
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. November 2001 (07.11.2001) (74) Anwalt: **VOTH, Gerhard**; Filterwerk Mann+Hummel GmbH, 71631 Ludwigsburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 64 481.3 22. Dezember 2000 (22.12.2000) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FILTERWERK MANN+HUMMEL GMBH** [DE/DE]; 71631 Ludwigsburg (DE). Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING A SECONDARY AIR CHARGE AND A METHOD FOR CONTROLLING THE SECONDARY AIR-CHARGE ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE MIT SEKUNDÄRLUFTAUFLADUNG UND VERFAHREN ZUR REGELUNG DES SEKUNDÄRLUFTLADERS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for determining the performance of a secondary air-charge assembly for an internal combustion engine. The aim of the invention is to determine the amount of supplied secondary air in the secondary air-charge assembly. To achieve this, the heat generated by the compression of the secondary air is determined by temperature sensors. In so far as the secondary air-charge assembly is powered by a turbine connected in parallel with the throttle valve in the induction tract, the measured temperature value for the compressor can be compared with a reduction in temperature of the induction air behind the turbine. Reliable information concerning the supplied amount of secondary air can thus be determined by simple sensors. This obviates the need for an air-mass sensor, which is expensive to produce and sensitive to contamination.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/052130 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren sowie Vorrichtung zur Ermittlung der Leistung eines Sekundärluftladers für eine Brennkraftmaschine. Um die geförderte Sekundärluftmenge am Sekundärluftlader zu ermitteln, wird vorgeschlagen, die durch die Verdichtung der Sekundärluft erzeugte Erwärmung durch Temperatursensoren zu ermitteln. Sofern der Sekundärluftlader durch eine mit der Drosselklappe im Ansaugtrakt parallel geschaltete Turbine erzeugt wird, kann der gemessene Temperaturwert für den Verdichter mit einer Verringerung der Temperatur der ansaugluft hinter der Turbine verglichen werden. Auf diese Weise lassen sich zuverlässige Aussagen über die geförderte Sekundärluftmenge durch einfache Sensoren ermitteln. Es kann ein Luftmassensor eingespart werden, der teuer in der Anschaffung und empfindlich gegen Verschmutzung ist.

Brennkraftmaschine mit Sekundärluftaufladung und Verfahren zur Regelung des Sekundärluftladers

Beschreibung

5

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Sekundärluftlader, der durch einen Sensor überwacht wird, nach der Gattung des Patentanspruches 1. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Messung des Betriebszustandes nach der Gattung des Patentanspruches 6.

- 10 Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind bekannt, z. B. aus der WO 97 / 38 212. Gemäß Figur 8 dieses Dokumentes wird ein Sekundärlufteinblassystem für eine Brennkraftmaschine vorgestellt, welches aus einer Turbineneinheit 114 und einem Verdichter 113 besteht. Die Turbine wird über eine Umgehungsleitung angetrieben, die parallel zur Drosselklappe 115 im Ansaugtrakt angeordnet ist. In der Umgehungsleitung zur Turbine
15 ist weiterhin zumindest ein Drosselorgan 120 angeordnet. Die gleichzeitige Einstellung von Ansaugluftstrom und Sekundärluftstrom erfolgt durch das Zusammenspiel von Drosselklappe 115 und Drosselorgan 120. Dabei läßt sich einerseits die Leistung der Turbine 114 und somit auch die von dem Verdichter 113 geförderte Sekundärluft und andererseits der geförderte Ansaugluftstrom als Addition der Luftströme durch das Drosselorgan
20 120 und die Drosselklappe 115 einstellen. Anstelle der geregelten Turbine kann selbstverständlich auch ein anderer Antrieb für den Verdichter vorgesehen werden, zum Beispiel ein Elektromotor.

Zur optimalen Einstellung der beiden Luftströme müssen die komplexen Vorgänge der
25 Brennkraftmaschine bekannt sein. Hieraus kann der aktuelle Luftbedarf im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine bzw. in der Abgasanlage ermittelt werden. Der Luftbedarf der Brennkraftmaschine ist z. B. vom Lastzustand, aber auch von der gewünschten Betriebsart, z. B. der Verbrennung des Kraftstoffes unter Sauerstoffüberschuß oder -mangel abhängig. In die Abgasanlage wird Sekundärluft z. B. in der Kaltstartphase des Motors ein-
30 geleitet. Diese soll unvollständig verbrannte Abgasbestandteile oxidieren und durch diese exotherme Reaktion zusätzlich den nachgeschalteten Katalysator in der Abgasanlage

aufheizen. Dadurch wird während der Kaltstartphase zum einen der Schadstoffausstoß verringert, zum andern wird die Kaltstartphase verkürzt, da der Katalysator durch die Aufheizung früher zur Wirkung kommt.

- 5 Bei der Einleitung der Sekundärluft muß ein bestimmtes Luftverhältnis eingestellt werden, damit die Emissionsreduzierung funktioniert. Bei zuviel Sekundärluft wird das Abgas zu stark abgekühlt, ohne das weitere Abgasbestandteile oxidiert werden. Bei zuwenig Sekundärluft ist nicht ausreichend Sauerstoff zur Oxidation der Abgasbestandteile vorhanden.
- 10 Daher ist die Überwachung der durch den Sekundärluftlader geförderten Luftmenge notwendig. Gemäß der EP 800 618 B1 ist ein Verfahren offenbart, nach dem die durch die Sekundärluftpumpe geförderte Luftmenge durch einen Luftmassensensor ermittelt wird, wobei der ermittelte Wert zur Steuerung der Sekundärluftpumpe herangezogen wird. Die Verwendung von Luftmassensensoren hat jedoch bedeutende Nachteile. Zum einen sind
- 15 diese Messgeräte recht teuer, wodurch die Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Lösung leidet. Zum anderen besteht eine große Verschmutzungsempfindlichkeit, wodurch die ermittelten Luftmassenwerte verfälscht werden können. Dies wirkt sich direkt auf das gewünschte, zu erreichende Abgasergebnis der Brennkraftmaschine aus.

- Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Überwachungseinrichtung bzw. ein Verfahren zu
- 20 deren Betrieb zu schaffen, welche für eine in einer Brennkraftmaschine eingebauten Sekundärluftlader geeignet ist, wirtschaftlich in der Herstellung ist und zuverlässig im Betrieb ist. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 bzw. 2 sowie der Patentansprüche 6 bis 8 gelöst.

Vorteile der Erfindung

- 25 Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine ist in bekannter Weise mit einem Sekundärluftlader ausgestattet. Dieser fördert die Sekundärluft direkt in die Abgasanlage, wodurch die bereits beschriebenen Vorteile für den Betrieb des ebenfalls in der Abgasanlage vorgesehenen Katalysators erreicht werden. Weiterhin ist ein Sensor vorgesehen, der ein Messsignal erzeugt, welches geeignet ist, die Fördermenge an Sekundärluft zu bestimmen.
- 30

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass dieser Sensor aus einem Temperatursensor besteht. Dieser ist derart angeordnet, dass er mit der Luft hinter dem Verdichter

kommuniziert, dass heißt die Temperatur dieser Luft messen kann. Dabei ist es vorteilhaft, den Temperatursensor möglichst dicht hinter den Verdichterausgang zu platzieren. Er kann zum Beispiel innerhalb der Verbindungsleitung angebracht werden, welche sich zwischen dem Sekundärluftlader und der Abgasanlage befindet, um die Sekundärluft vor
5 dem Katalysator zuzuführen.

Für einen besonders ausgestalteten Sekundärluftlader, der seinerseits von einer Turbine angetrieben wird, welche den Druckabfall über einer im Ansaugsystem vorhandenen Drosselklappe nutzt, kann der Temperatursensor auch zum Beispiel am Turbinenausgang angebracht sein. Dabei erfasst der Sensor die Temperatur, welche die durch die
10 Turbine entspannte Ansaugluft aufweist.

Das erfindungsgemäße Messprinzip macht sich den Umstand zu nutze, dass bei der durch den Sekundärluftlader verdichteten Luft ein Temperaturanstieg zu verzeichnen ist. Dementsprechend sinkt andererseits die Temperatur der durch die Turbine entspannten Ansaugluft. Damit lässt sich zwischen dem Temperaturanstieg bzw. -abfall und der durch
15 den Sekundärluftlader geförderten Luftmenge ein direkter Zusammenhang herstellen. Die gemessenen Temperaturwerte lassen sich also hinsichtlich der Förderleistung des Sekundärluftladers auswerten und ermöglichen auf diese Weise dessen Steuerung bzw. Regelung.

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung ergibt sich, wenn gleichzeitig die Temperaturabsenkung an der Turbine und die Temperaturerhöhung am Verdichter gemessen wird.
20 Hierbei ergibt sich eine Temperaturdifferenz, die betragsmäßig höher liegt als bei der Messung lediglich eines dieser beiden Werte. Dadurch sind genauere Aussagen über die Förderleistung des Sekundärluftladers möglich.

Weiterhin kann vorteilhaft ein Temperatursensor vor der Turbine bzw. dem Verdichter
25 vorgesehen werden. Auf diese Weise lässt sich die aktuelle Temperaturdifferenz am Verdichter bzw. an der Turbine jederzeit bestimmen. Auch hierdurch lässt sich die Genauigkeit des aktuellen Messergebnisses verbessern. Wie jedoch im Zusammenhang mit den Verfahren zum Betrieb des Sekundärluftladers noch genauer ausgeführt, ist ein solcher zusätzlicher Temperatursensor nicht unbedingt notwendig.

30 Weiterhin wird ein Verfahren zur Überwachung der Sekundärlufteinblasung in die Abgasanlage einer Brennkraftmaschine beansprucht. Dieses ist insbesondere dazu geeignet, bei der bereits beschriebenen Vorrichtung zur Sekundärlufteinleitung zur Anwendung zu kommen. Das Verfahren besitzt drei unterschiedliche Ausgestaltungen.

Nach einer ersten Ausgestaltung des Verfahrens wird die Erwärmung der Sekundärluft, die durch die Verdichtung der Sekundärluft erfolgt, gemessen, wobei hierzu zumindest ein Temperaturfühler auf der Seite des Verdichterausganges notwendig ist. Bei der alternativen Ausgestaltung ist der Temperaturfühler an der Ausgangsseite der Turbine des
5 Sekundärluftladers angebracht, wodurch eine Temperaturverringerung der expandierten Luft zu messen ist.

Der Vorgang der Sekundärlufteinblasung findet jeweils nach dem Kaltstart des Motors innerhalb der ersten hundert Betriebssekunden statt. Daher ist es möglich, die jeweils verwendeten Temperatursensoren auf den Ausgangsseiten von Turbine oder Verdichter
10 auch zur Messung des Vergleichssignals zu nutzen, welches die Temperaturerhöhung oder -verringerung ergibt. Während dieser kurzen Betriebsdauer des Sekundärluftladers kann davon ausgegangen werden, dass sich die Temperatur der Umgebungsluft, also der angesaugten Sekundärluft bzw. Ansaugluft für den Motor nicht wesentlich ändert. Daher kann auf den zweiten Sensor zur Ermittlung eines Vergleichssignals verzichtet werden.
15 Allerdings kann ein solcher zweiter Sensor vorgesehen werden, wodurch sich eine höhere Genauigkeit der Messwerte erzielen lässt. Im Übrigen kann das Verfahren zur Überwachung der Sekundärlufteinblasung auch genutzt werden, um weitere Aussagen hinsichtlich der Funktion des Sekundärluftladers zu machen. In diesem Fall kann der zweite Temperatursensor sinnvoll sein.

20 Eine denkbare Aussage über die Funktion des Sekundärluftladers ist zum Beispiel die Sensierung von Fehlfunktionen. Bei einem Lagerschaden im Sekundärluftlader würde zum Beispiel die erreichbare Drehzahl abfallen, wodurch die geforderte Förderleistung nicht mehr erreicht werden könnte. Dies würde zum Beispiel durch das nicht Erreichen des zu erwartenden Temperaturunterschiedes am Sekundärluftlader auffallen und könnte
25 als Fehlersignal an die Motorsteuerung weitergegeben werden.

Ein alternatives Verfahren unter Verwendung von zwei Temperatursensoren sieht vor, dass je ein Temperatursensor für die expandierte Ansaugluft hinter der Turbine und für die komprimierte Sekundärluft hinter dem Verdichter vorgesehen ist. Beim Betrieb des Sekundärluftladers wird dabei die Temperatur hinter der Turbine fallen und die Temperatur hinter dem Verdichter steigen. Auf diese Weise lässt sich die erreichte Temperatur-
30 differenz auswerten. Diese liegt betragsmäßig über den einzelnen gemessenen Werten der beiden Sensoren, wodurch sich das Messergebnis besser auflösen lässt. Außerdem ist die so gemessene Temperaturdifferenz im wesentlichen unabhängig von der ur-

sprünglichen Temperatur der angesaugten Umgebungsluft, da bei einer Verschiebung der Temperatur der Umgebungsluft lediglich eine Parallelverschiebung der beiden gemessenen Werte auf der Temperaturachse stattfindet.

Eine weitere Ausgestaltung des Messverfahrens beinhaltet die Auswertung der zeitlichen Veränderung der Messergebnisse. Hierbei lässt sich der Temperaturgradient über der Zeit $\delta T/\delta t$ ermitteln. Der Vorteil einer derartigen Auswertung der Messergebnisse liegt während des Hochlaufens des Sekundärluftladers darin, dass dieser Wert zu einem früheren Zeitpunkt der Messung auswertbare Ergebnisse liefert, als die Messung des endgültig erreichten Temperaturniveaus.

10 Weiterhin ist es von großem Vorteil, die Messergebnisse für weitere Aussagen hinsichtlich der Funktion des Sekundärluftladers zu nutzen. Hierbei können sowohl die endgültig erreichten Temperaturniveaus zu Rate gezogen werden, wie auch eventuell ein ermittelter Temperaturgradient. Auf diese Weise können zum Beispiel Fehlfunktionen des Sekundärluftladers ermittelt werden. Beispielsweise könnte ein Lagerverschleiß dazu führen, das der Sekundärluftlader die Nenndrehzahl nicht mehr erreicht. In einem solchen
15 Falle würde das Temperaturniveau des Nennbetriebszustandes nicht mehr erreicht werden, was durch eine entsprechende Auswertungslogik angezeigt werden könnte.

Weitere Aussagen hinsichtlich der Funktion des Sekundärluftladers können zum Beispiel nötig werden, wenn diese weitere Aufgaben neben der Sekundärlufteinblasung in der Kaltstartphase des Motors übernimmt. Zum Beispiel kann der Sekundärluftlader eingesetzt werden, um Frischluft für eine Desulfatisierung des Abgaskatalysators in die Abgasleitung einzuspeisen. Hierbei können andere geforderte Luftmengen über die Steuerung eingestellt werden.
20

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und der Zeichnung hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.
25

Zeichnung

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden in der Zeichnung anhand von schematischen Ausführungsbeispielen beschrieben. Hierbei zeigen

- Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einem Sekundärluftlader, der durch eine parallel zur Drosselklappe geschaltete Turbine angetrieben wird, als Blockschaltbild,
- Figur 2 eine Brennkraftmaschine mit konventioneller Sekundärlufteinblasung, bei der der Verdichter durch einen Elektromotor angetrieben wird als Blockschaltbild,
- Figur 3 den Temperaturverlauf über der Zeit eines Sekundärluftladers mit Verdichter und Turbine.

10

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Ausführungsform dargestellt, welche mit einem minimalen Aufwand an Komponenten auskommen soll. Es ist eine Brennkraftmaschine 10 vorgesehen, welche mit einem Ansaugtrakt 11 und einer Abgasanlage 12 ausgestattet ist. Im Ansaugtrakt befindet sich zumindest ein Luftfilter 13 und eine Drosselklappe 14. Die Abgasanlage ist mit einem Katalysator 15 ausgestattet. Hinter dem Luftfilter 13 und vor der Drosselklappe 14 zweigt eine Umgehungsleitung 16 ab, die dem Ansaugtrakt 11 hinter der Drosselklappe wieder zugeführt wird. In der Umgehungsleitung 16 ist ein Drosselorgan 24 vorgesehen. Weiterhin ist eine Turbine 18 in der Umgehungsleitung 16 angeordnet, die durch einen Umgehungsluftstrom 19 angetrieben wird. Die Turbine ist mechanisch mit einem Verdichter 20 gekoppelt, der einen Sekundärluftstrom 21 in einer Sekundärluftleitung 22 fördert, und bildet so einen Sekundärluftlader 27. Die Sekundärluftleitung mündet in Zuführungen 23 der Abgasanlage 12 vor dem Katalysator 15. In der Sekundärluftleitung ist ein Rückschlagventil 17, welches einen Rückfluß an heißem Abgas durch diese Leitung vermeidet, vorgesehen. Die Flußrichtungen eines Ansaugluftstromes 24 des Umgehungsluftstromes 19 und des Sekundärluftstromes 21 sowie des Abgases 25 sind durch Pfeile entlang der Leitungen angedeutet.

Die bisher beschriebenen Elemente finden sich bis auf den Antrieb durch die Turbine in den Ausführungsform gemäß Figur 2 wieder und werden an dieser Stelle nicht nochmals erläutert. Anstelle der Turbine ist jedoch ein konventioneller Elektromotor 26 zum Antrieb des Verdichters 20 vorgesehen.

Weiterhin sind in Figur 1 und 2 unterschiedliche Messanordnungen für die Temperatur vor bzw. hinter der Turbine und dem Verdichter angeordnet, welche im folgenden näher erläutert werden sollen. Sofern sich diese Messanordnungen nicht auf die Turbine gemäß Figur 1 beziehen, sind diese Messanordnungen ebenfalls bei beiden dargestellten Systeme gemäß Figur 1 und 2 anwendbar, auch wenn sie nur im Rahmen der jeweils einen Figur beschrieben werden.

Gemäß Figur 1 ist jeweils ein Temperatursensor 28 am Ausgang der Turbine 18 und ein Temperatursensor 29 am Ausgang des Verdichters 20 angeordnet. Diese korrespondieren mit einer Steuerung 30, die die Messsignale auswertet. In diesem Ausführungsbeispiel wird eine Differenz zwischen den beiden gemessenen Temperaturen gebildet, so dass die Ausgangstemperatur, die sowohl am Verdichtereingang als auch am Turbineneingang vorliegt, außer acht gelassen werden kann. Die Steuerung 30 nimmt auf das Drosselorgan 24 Einfluss, um in Abhängigkeit des Messergebnisses der Temperatursensoren 28, 29 einen entsprechenden Sekundärluftstrom einstellen zu können. Hierbei wird der Umstand genutzt, dass die Förderleistung des Verdichters 20 von dem Luftdurchgang durch die Turbine 18 abhängt.

Bei der Messanordnung gemäß Figur 2 wird ebenfalls am Ausgang des Verdichters 20 der Temperatursensor 29 vorgesehen. Zusätzlich wird ein weiterer Temperatursensor 31 am Eingang des Verdichters 20 vorgesehen. Diese Temperatursensoren korrespondieren wie beschrieben mit der Steuerung 30. Hierdurch ist ein direkter Vergleich von Eingangstemperatur und Ausgangstemperatur des Sekundärluftstroms 21 möglich. Dieser wird durch die Steuerung 30 ausgewertet und die Drehzahl des Elektromotors 26 der geforderten Sekundärluftmenge angepasst. Weiterhin kommuniziert die Steuerung 30 mit einer Motorsteuerung 32, wobei auf diese Weise zusätzliche Daten über den Betriebszustand der Brennkraftmaschine ausgewertet werden können. Außerdem lassen sich die ermittelten Daten über den Sekundärluftstrom durch die Motorsteuerung auswerten. Die Motorsteuerung kommuniziert in der angedeuteten Weise mit der Brennkraftmaschine. Selbstverständlich können die Steuerung 30 und die Motorsteuerung 32 auch in einer Einheit zusammengefaßt werden.

In Figur 3 ist der Temperaturverlauf der geförderten Luft eines Sekundärluftladers zu erkennen, der durch eine Turbine angetrieben wird. Der Temperaturverlauf eines Sekundärluftladers mit konventionellem Antrieb entspricht der obersten Kurvenschar X_1 , so dass dieses Diagramm auch für diesen Fall anwendbar ist. Ausgehend von der Umge-

5 bungstemperatur T_0 folgt im Verdichter durch die Förderung der Sekundärluft eine Erwärmung. Je mehr Luft durch den Verdichter gefördert wird, desto stärker ist die Erwärmung. Dies ist durch die Kurvenschar X_1 angedeutet. Dadurch ist durch die verschiedenen definierten Betriebszustände des Verdichters ein Temperaturbereich T_V angegeben, in der dieser betrieben wird.

Ein vergleichbarer Temperaturverlauf ergibt sich für die Turbine, nur dass durch die Entspannung der Ansaugluft in der Turbine eine Verringerung der Temperatur T_0 erfolgt. Dabei ergibt sich die Kurvenschar X_2 und ein Temperaturbereich T_T in welchem die Turbine betrieben werden kann.

10 Da der Sekundärluftlader bei verschiedenen Temperaturen betrieben werden kann, muss die Veränderung der Temperatur im Verhältnis zu T_0 bestimmt werden. Diese Temperatur ist durch eine gestrichelte Gerade angedeutet, die im Normalfall parallel zur Zeitachse verläuft. Eine erste Möglichkeit der Messung ist zum Zeitpunkt t_2 angegeben. Zu diesem Zeitpunkt sind Turbine und Verdichter hochgelaufen, so dass ΔT_V als Temperaturniveau
15 am Verdichter gemessen werden kann. auf die gleiche Weise kann ΔT_T bezüglich der Turbine gemessen werden. Alternativ kann auch der Temperaturgradient $\delta T / \delta t$ zum Zeitpunkt t_1 gemessen werden. Dies ist im Diagramm nur für den Verdichter angedeutet. Es zeigt sich, dass der Gradient umso steiler wird, je höher das endgültig erreichte Temperaturniveau ist. Daher kann zu einem früheren Zeitpunkt als t_2 schon eine Aussage über
20 das einmal erreichte Temperaturniveau gemacht werden. Die Ermittlung des Temperaturgradienten hat dabei den Vorteil, dass zu einem früheren Zeitpunkt nach Start des Sekundärluftladers ein auswertbares Ergebnis vorliegt.

Zuletzt ist in dem Diagramm schematisch eine Temperatur strichpunktiert eingezeichnet, die zu einem Fehlbetrieb des Sekundärluftladers führt. Diese kann zum Beispiel bei einem Lagerschaden am Sekundärluftlader auftreten. Durch den Temperatursensor wird
25 ein Temperaturwert ΔT_{error} ermittelt, der in der Steuerung zu einer Ausgabe eines Fehler-signals führt.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine(10) mit einem Ansaugtrakt (11) für die Ansaugluft und einer Abgasanlage (12) für die Verbrennungsprodukte der Brennkraftmaschine, wobei
 - ein Sekundärluftlader (16, 26) vorgesehen ist, der einen durch einen Antrieb (16, 26) betriebenen hydrodynamischen Verdichter (20) aufweist,
 - ein Sensor zur Erzeugung eines zur Ermittlung der Fördermenge an Sekundärluft geeigneten Messsignals,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor ein Temperatursensor (29) ist, der mit der verdichteten Luft hinter dem Verdichter kommuniziert, um deren Temperatur zu messen.
2. Brennkraftmaschine (10) mit einem Ansaugtrakt (11) für die Ansaugluft und einer Abgasanlage (12) für die Verbrennungsprodukte der Brennkraftmaschine, wobei
 - ein Sekundärluftlader (16, 26) vorgesehen ist, der einen durch einen Antrieb betriebenen hydrodynamischen Verdichter (20) aufweist,
 - ein Sensor zur Erzeugung eines zur Ermittlung der Fördermenge an Sekundärluft geeigneten Messsignals,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Antrieb durch eine Turbine (18) gebildet ist, welche parallel zu einer Drosselklappe (14) im Ansaugtrakt angeordnet ist und
 - der Sensor ein Temperatursensor (28) ist, der mit der entspannten Ansaugluft hinter der Turbine (18) kommuniziert, um deren Temperatur zu messen.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweiter Temperatursensor (29) vorgesehen ist, der mit der verdichteten Luft hinter dem Verdichter kommuniziert, um deren Temperatur zu messen.
4. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein weiterer Temperatursensor (31) vorgesehen ist, der mit der Luft vor dem Verdichter kommuniziert, um deren Temperatur zu messen.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein weiterer Temperatursensor (31) vorgesehen ist, der mit der Luft vor der Turbine kommuniziert, um deren Temperatur zu messen.
6. Verfahren zur Überwachung der Sekundärlufteinblasung in die Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, bei dem die Fördermenge an Sekundärluft, die durch einen

hierfür vorgesehenen Sekundärluftlader gefördert wird, überwacht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erwärmung der Sekundärluft, die durch deren Verdichtung erfolgt, gemessen wird und das Messergebnis als Maß für die Förderleistung des Sekundärluftladers herangezogen wird.

7. Verfahren zur Überwachung der Sekundärlufteinblasung in die Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, bei dem die Fördermenge an Sekundärluft, die durch einen hierfür vorgesehenen Sekundärluftlader gefördert wird, überwacht wird, wobei der Antrieb des Sekundärluftladers durch eine Turbine (18) gebildet ist, welche parallel zu einer Drosselklappe (14) in einem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abkühlung der Ansaugluft, die durch deren Expansion in der Turbine (18) erfolgt, gemessen wird und das Messergebnis als Maß für die Förderleistung des Sekundärluftladers herangezogen wird.
8. Verfahren zur Überwachung der Sekundärlufteinblasung in die Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, bei dem die Fördermenge an Sekundärluft, die durch einen hierfür vorgesehenen Sekundärluftlader gefördert wird, überwacht wird, wobei der Antrieb des Sekundärluftladers durch eine Turbine (18) gebildet ist, welche parallel zu einer Drosselklappe (14) in einem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Temperatur der Ansaugluft hinter der Turbine (18) gemessen wird,
 - die Temperatur der Sekundärluft hinter dem Verdichter gemessen wird und
 - die diese beiden Messergebnisse als Maß für die Förderleistung des Sekundärluftladers herangezogen werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zeitliche Veränderung der Messergebnisse ermittelt und als Maß für die Förderleistung des Sekundärluftladers herangezogen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messergebnisse für weitere Aussagen hinsichtlich der Funktion des Sekundärluftladers genutzt werden.

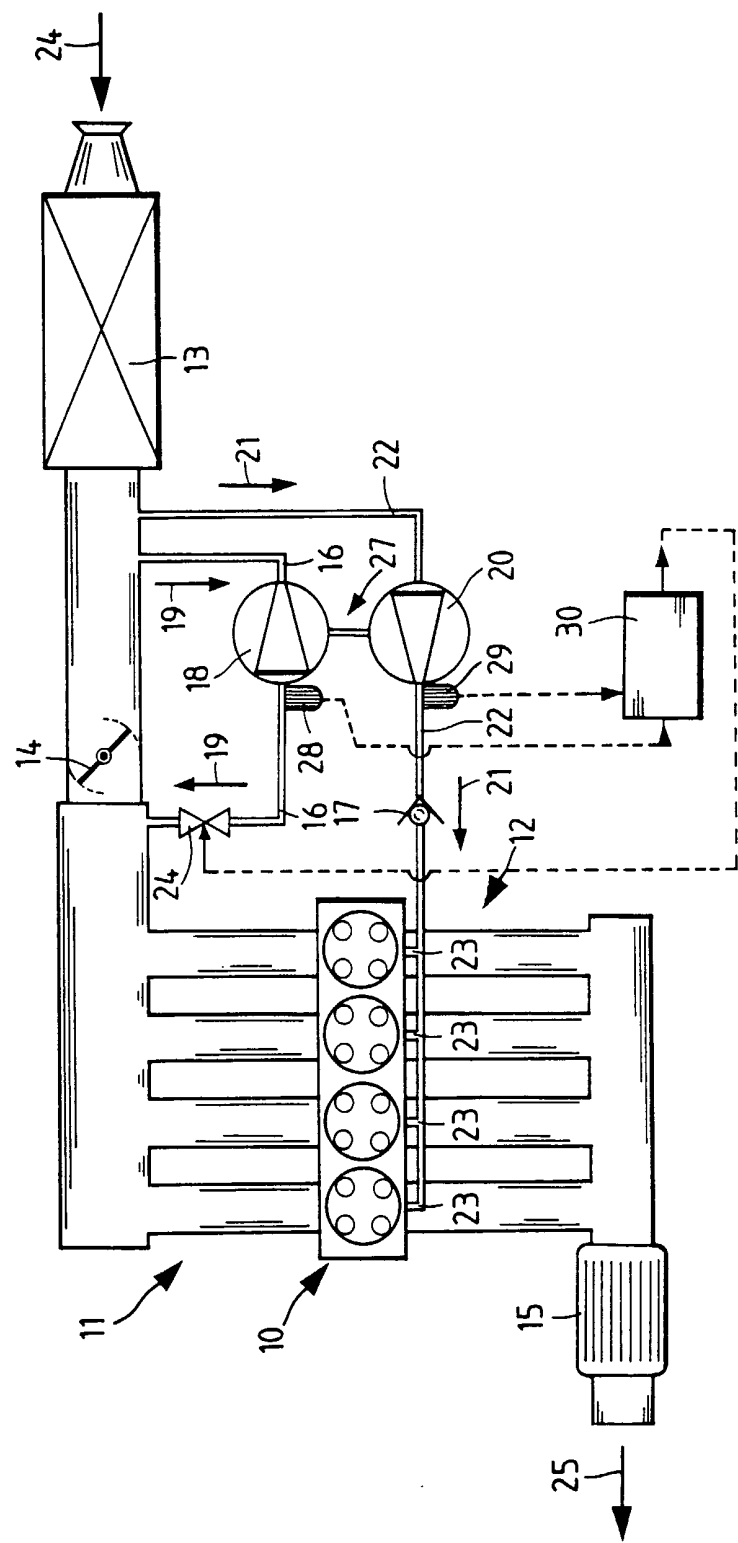


Fig.1

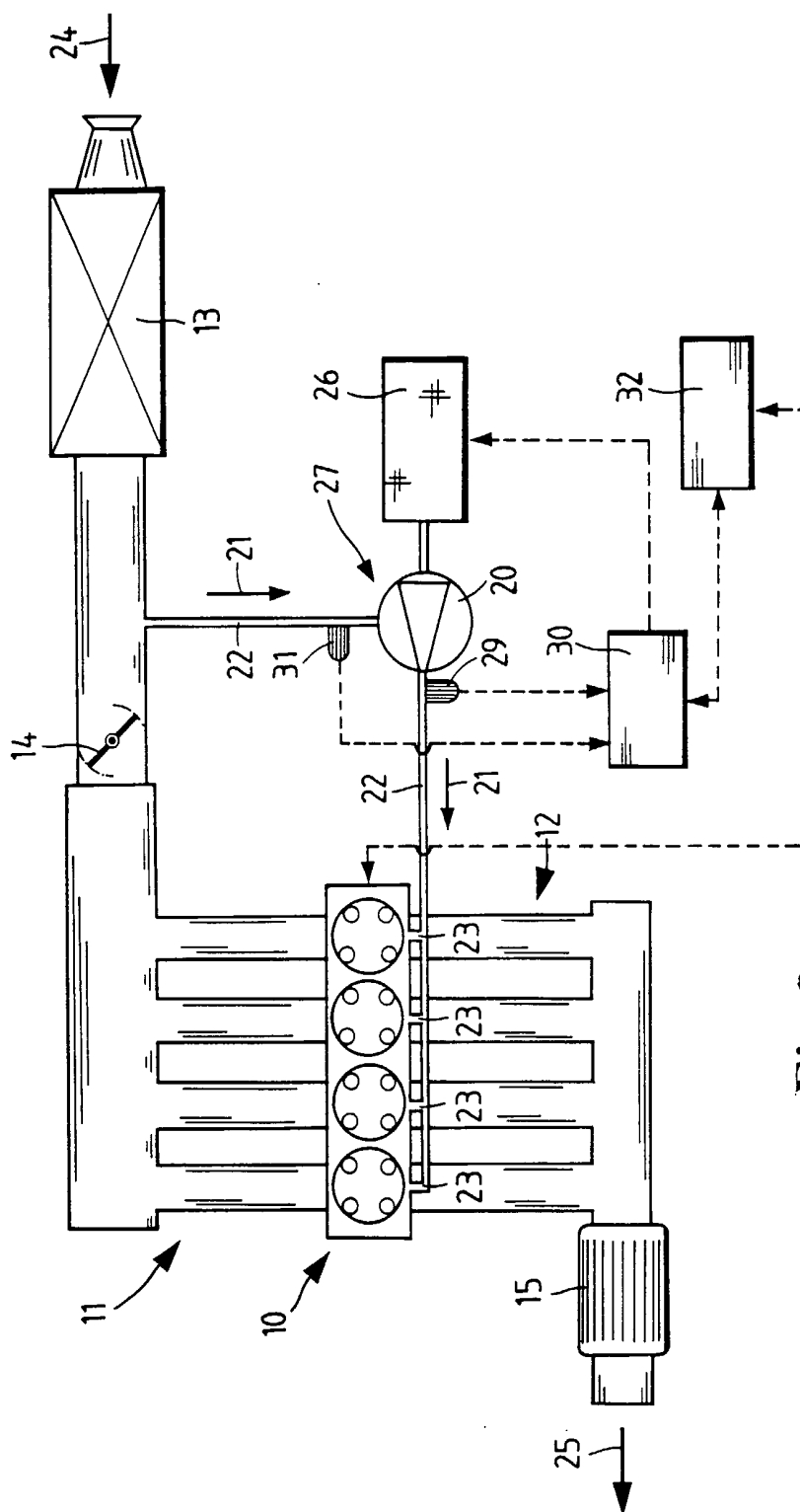
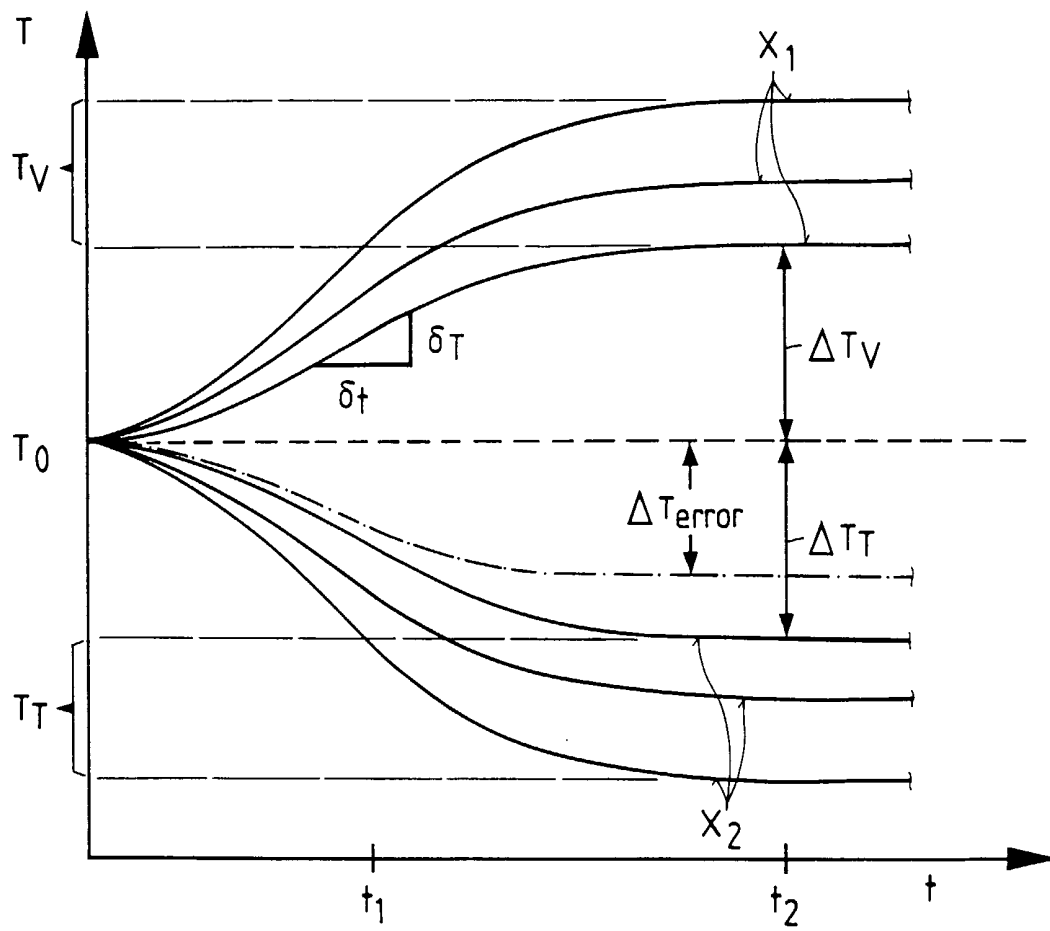


Fig. 2

3 / 3

**Fig.3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/12848

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01N3/22 F01N3/32 F01N11/00

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)

IPC 7 F01N

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 270 (M-517), 13 September 1986 (1986-09-13) & JP 61 093242 A (MAZDA MOTOR CORP; OTHERS: 01), 12 May 1986 (1986-05-12) abstract ---	1, 2, 6-8
A	WO 97 38212 A (PAFFRATH HOLGER ;WEBER OLAF (DE); MANN & HUMMEL FILTER (DE)) 16 October 1997 (1997-10-16) cited in the application page 2, line 1 -page 2, line 17; figures 2-11 ---	1, 2, 6-8
A	DE 41 20 891 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 7 January 1993 (1993-01-07) column 2, line 15 - line 29 --- -/--	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in 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

15 April 2002

Date of mailing of the international search report

02/05/2002

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. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wettemann, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/12848

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 659 986 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 June 1995 (1995-06-28) page 2, column 1, line 25 - line 41 ---	1-10
A	EP 0 800 618 B (SIEMENS AG) 29 December 1999 (1999-12-29) cited in the application page 2, column 2, line 30 -column 2, line 42 -----	1,2,6-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/12848

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 61093242	A	12-05-1986	NONE	
WO 9738212	A	16-10-1997	AU 2508097 A DE 19713676 A1 WO 9738212 A1 EP 1015742 A1 US 6094909 A ZA 9702848 A	29-10-1997 06-11-1997 16-10-1997 05-07-2000 01-08-2000 30-07-1998
DE 4120891	A	07-01-1993	DE 4120891 A1	07-01-1993
EP 0659986	A	28-06-1995	DE 4343639 A1 DE 59405232 D1 EP 0659986 A1 JP 7233724 A US 5542292 A	22-06-1995 12-03-1998 28-06-1995 05-09-1995 06-08-1996
EP 0800618	B	15-10-1997	DE 19539938 A1 DE 59604041 D1 EP 0800618 A2 US 5921077 A WO 9715752 A2	30-04-1997 03-02-2000 15-10-1997 13-07-1999 01-05-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12848

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01N3/22 F01N3/32 F01N11/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01N

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 270 (M-517), 13. September 1986 (1986-09-13) & JP 61 093242 A (MAZDA MOTOR CORP; OTHERS: 01), 12. Mai 1986 (1986-05-12) Zusammenfassung ----	1,2,6-8
A	WO 97 38212 A (PAFFRATH HOLGER ;WEBER OLAF (DE); MANN & HUMMEL FILTER (DE)) 16. Oktober 1997 (1997-10-16) in der Anmeldung erwähnt Seite 2, Zeile 1 -Seite 2, Zeile 17; Abbildungen 2-11 ----	1,2,6-8
A	DE 41 20 891 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 7. Januar 1993 (1993-01-07) Spalte 2, Zeile 15 - Zeile 29 ----- -/-	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E 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

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/05/2002

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Wettemann, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12848

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 659 986 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Juni 1995 (1995-06-28) Seite 2, Spalte 1, Zeile 25 - Zeile 41 ---	1-10
A	EP 0 800 618 B (SIEMENS AG) 29. Dezember 1999 (1999-12-29) in der Anmeldung erwähnt Seite 2, Spalte 2, Zeile 30 -Spalte 2, Zeile 42 -----	1,2,6-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12848

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 61093242 A	12-05-1986	KEINE	
WO 9738212 A	16-10-1997	AU 2508097 A	29-10-1997
		DE 19713676 A1	06-11-1997
		WO 9738212 A1	16-10-1997
		EP 1015742 A1	05-07-2000
		US 6094909 A	01-08-2000
		ZA 9702848 A	30-07-1998
DE 4120891 A	07-01-1993	DE 4120891 A1	07-01-1993
EP 0659986 A	28-06-1995	DE 4343639 A1	22-06-1995
		DE 59405232 D1	12-03-1998
		EP 0659986 A1	28-06-1995
		JP 7233724 A	05-09-1995
		US 5542292 A	06-08-1996
EP 0800618 B	15-10-1997	DE 19539938 A1	30-04-1997
		DE 59604041 D1	03-02-2000
		EP 0800618 A2	15-10-1997
		US 5921077 A	13-07-1999
		WO 9715752 A2	01-05-1997