

(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
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

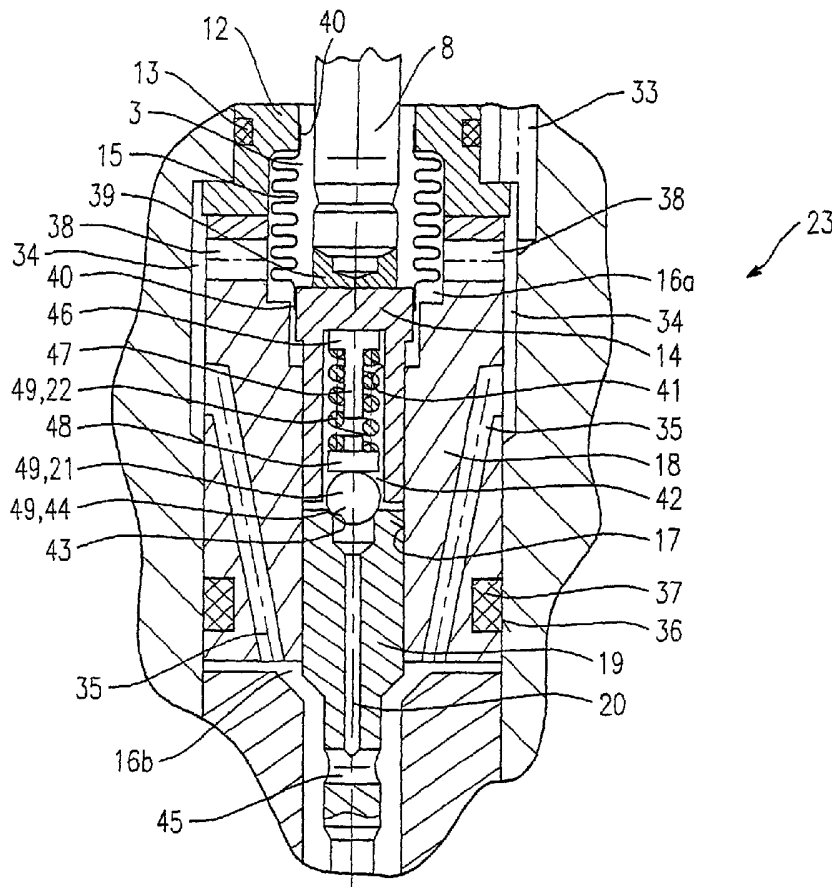
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/018993 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 51/06, 61/08, 61/16 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02120 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAAG, Gottlob [DE/DE]; Graf Hartmann Strasse 20, 71706 Markgröningen (DE). HUEBEL, Michael [DE/DE]; Lorscher Weg 1, 70839 Gerlingen (DE). STEIN, Jürgen [DE/DE]; Bertha-Von-Suttner-Weg 11, 75428 Illingen (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Juni 2002 (11.06.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 40 796.3 20. August 2001 (20.08.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve (1), especially an injection valve for fuel injection devices of internal combustion engines. Said fuel injection valve comprises a piezoelectric or magnetostrictive actuator (4), and actuates, by means of a hydraulic coupler (23), a valve closing body (25) formed on a valve needle (24). Said valve closing body co-operates with a valve seat surface (26) to form a sealed valve seat (27). Said coupler (23) comprises a master piston (14) and a slave piston (19) which are connected to a pressure chamber (42), and at least one coupler spring element which respectively exerts a pre-stressing force on the master piston (14) counter to a working direction and on the slave piston (19) in a working direction. The pressure chamber (42) of the coupler (23) is connected to a fuel admission in the direction of the flow towards the pressure chamber (42) by means of an admission borehole (20) and a return valve.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/018993 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

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.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (4), betätigt über einen hydraulischen Koppler (23) einen an einer Ventalnadel (24) ausgeformten Ventilschließkörper (25), der mit einer Ventilsitzfläche (26) zu einem Ventildichtsitz (27) zusammenwirkt. Der Koppler (23) weist einen Geberkolben (14) und einen Nehmerkolben (19) auf, die mit einem Druckraum (42) verbunden sind und zumindest ein Kopplerfederelement, das jeweils eine Vorspannkraft auf den Geberkolben (14) gegen eine Arbeitsrichtung und auf den Nehmerkolben (19) in eine Arbeitsrichtung erzeugt. Der Druckraum (42) des Kopplers (23) ist über eine Zulaufbohrung (20) und ein Rückschlagventil mit einem Brennstoffzulauf in Durchflussrichtung zu dem Druckraum (42) verbunden.

5

10

Brennstoffeinspritzventil

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Aus der EP 0 477 400 A1 ist eine Anordnung für einen in
Hubrichtung wirkenden, adaptiven mechanischen Toleranzaus-
20 gleich für einen Wegtransformator eines piezoelektrischen
Aktors für ein Brennstoffeinspritzventil bekannt. Dabei
wirkt der Aktor auf einen Geberkolben, der mit einer Hydraulikkammer verbunden ist, und über die Druckerhöhung in der
Hydraulikkammer wird ein Nehmerkolben bewegt, der eine anzu-
25 treibende, zu positionierende Masse bewegt. Diese anzutrei-
bende Masse ist beispielsweise eine Ventalnadel eines Brenn-
stoffeinspritzventils. Die Hydraulikkammer ist dabei mit ei-
nem Hydraulikfluid gefüllt. Bei einer Auslenkung des Aktors
und Kompression des Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer
30 fließt ein kleiner Teil des Hydraulikfluids mit einer defi-
nierten Leckrate ab. In der Ruhephase des Aktors wird dieses
Hydraulikfluid ergänzt.

Aus der DE 195 00 706 A1 ist ein hydraulischer Wegtransfor-
35 mator für einen piezoelektrischen Aktor bekannt, bei der ein
Geberkolben und ein Nehmerkolben in einer gemeinsamen Syme-
trieachse angeordnet sind und die Hydraulikkammer zwischen
den beiden Kolben angeordnet ist. In der Hydraulikkammer ist

eine Feder angeordnet, die den Geberzylinder und den Nehmerkolben auseinander drückt, wobei der Geberkolben in Richtung des Aktors und der Nehmerkolben in einer Arbeitsrichtung zu einer Ventalnadel hin vorgespannt werden. Wenn der Aktor auf den Geberzylinder eine Hubbewegung überträgt, wird diese Hubbewegung durch den Druck eines Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer auf den Nehmerkolben übertragen, da das Hydraulikfluid in der Hydraulikkammer sich nicht zusammenpressen läßt und nur ein geringer Anteil des Hydraulikfluids durch Ringspalte zwischen Geberkolben und einer Führungsbohrung und Nehmerkolben und einer Führungsbohrung während des kurzen Zeitraumes eines Hubes entweichen kann.

In der Ruhephase, wenn der Aktor keine Druckkraft auf den Geberzylinder ausübt, werden durch die Feder der Geberkolben und der Nehmerkolben auseinander gedrückt und durch den entstehenden Unterdruck dringt über die Ringspalte das Hydraulikfluid in die Hydraulikkammer ein und füllt diese wieder auf. Dadurch stellt der Wegtransformator sich automatisch auf Längenausdehnungen und druckbedingte Dehnungen eines Brennstoffeinspritzventils ein.

Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist, daß während eines Entlastungszeitraumes, in dem in der Hydraulikkammer kein hoher Druck herrscht, das Hydraulikfluid verdampfen kann. Ein Gas ist jedoch kompressibel und baut erst bei einer starken Volumenverringerung einen entsprechend hohen Druck auf. Der Geberzylinder kann nun in seine Führungsbohrung gedrückt werden, ohne daß es zu einer Kraftübertragung auf den Geberkolben kommt.

Diese Gefahr besteht insbesondere bei einem Brennstoffeinspritzventil, das zur Einspritzung von Benzin als Brennstoff dient, wenn das Benzin zugleich als Hydraulikfluid dient. Nochmals erhöht wird diese Gefahr bei einem direkt einspritzenden Brennstoffeinspritzventil für Benzin nach dem Abstellen einer heißen Brännkraftmaschine. Ein Brennstoffeinspritzsystem verliert nun seinen Druck. Es kommt besonders leicht zum Verdampfen des Benzins. Bei einem erneuten

Startversuch der Brennkraftmaschine kann dies dazu führen, daß die Hubbewegung des Aktors nicht mehr auf eine Ventilnadel übertragen wird und das Brennstoffeinspritzventil nicht funktioniert.

5

Weiterhin ist nachteilig, daß es zu einer Kavitation des Brennstoffs kommen kann, wenn die Feder eine hohe Spannkraft auf den Geberzylinder und den Nehmerzylinder ausübt und die Bewegung des Aktors in seine Ausgangslage sehr rasch erfolgt. Der sich in der Hydraulikkammer bildende Unterdruck kann dann zur Kavitation führen und den hieraus folgenden Schäden an Bauteilen.

10

Vorteile der Erfindung

15

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß bei einem Unterdruck im Druckraum das Rückschlagventil öffnet und eine Verbindung zu dem Brennstoffzulauf freigibt. Das Kopplerfeder-element übt auf den Geberkolben und den Nehmerkolben eine Kraft aus, die das Volumen des Druckraums zu vergrößern sucht, wenn der Koppler nicht die maximal mögliche Länge als Übertragungselement zwischen dem Aktor und der Ventilnadel einnimmt. Durch den relativ großen Querschnitt der Zulaufbohrung kann nun rasch solange Brennstoff in den Druckraum nachfließen, bis das Rückschlagventil bei Druckgleichheit in dem Druckraum und dem Brennstoffzulauf schließt und der Koppler die maximal mögliche Länge als Übertragungselement zwischen dem Aktor und der Ventilnadel einnimmt.

20

25

30

Das rasche Auffüllen der Hydraulikkammer ist günstig, wenn nach einem Stillstand der Brennkraftmaschine nach starker Beanspruchung und somit hoher Temperatur des Brennstoffeinspritzventils sich Gas in dem Druckraum gebildet hat. Da in dem Brennstoffzulauf in dem abgestellten Zustand der Brennkraftmaschine kein oder nur ein geringer Druck herrscht, kann durch das Gas des eventuell verdampfenden Brennstoffs der Brennstoff durch den Ringspalt zwischen Geberkolben so-

35

wie Nehmerkolben und den jeweiligen Führungsbohrungen in den Brennstoffzulauf gedrückt werden. Beim Start der Brennkraftmaschine übt der Aktor auf den Koppler eine Hubkraft aus. Da Gas jedoch kompressibel ist, wird diese Hubbewegung nicht
5 mehr zu der Ventilnadel übertragen. Bei dem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil wird jedoch vorteilhaft, sobald der Brennstoffdruck in dem Brennstoffzulauf ansteigt, das Rückschlagventil geöffnet und Brennstoff mit Überdruck fließt in den Druckraum. Dieser Brennstoff komprimiert das
10 Gas und kühlt zugleich den Druckraum, wodurch der verdampfte Brennstoff kondensiert.

Weiterhin ist an dem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil vorteilhaft, daß durch Temperaturänderungen und durch
15 Änderungen des Drucks des Brennstoffs bedingte Dehnungen des Brennstoffeinspritzventils auf dem Übertragungsweg zwischen Aktor und Ventilnadel ausgeglichen werden. Der Hub der Ventilnadel ist stets gleich groß.

20 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Der Geberkolben und der Nehmerkolben können in einer gemeinsamen Achse sowie in einer gemeinsamen Führungsbohrung und
25 zwischen ihnen der Druckraum angeordnet sein.

Diese Ausführung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils ist vorteilhaft einfach zu fertigen, da für Geberkolben und Nehmerkolben nur eine präzise Bohrung erforderlich
30 ist.

Vorteilhaft ist das Rückschlagventil ein Kugelrückschlagventil und ein Ventilsitz des Kugelrückschlagventils an dem
35 Nehmerkolben ausgebildet, wobei die Zulaufbohrung den Nehmerkolben durchdringt.

In einer günstigen Ausführungsform ist das Kugelrückschlagventil durch eine Kugelventilfeder belastet, die in einer

Federbohrung des Geberkolbens liegt und weist die Federbohrung im Verhältnis zur Führungsbohrung einen so großen Durchmesser auf, daß die zum Durchmesser der Führungsbohrung verbleibende Wandstärke des Geberkolbens gering ist.

5

Vorteilhaft befindet sich das Rückschlagventil zu einem wesentlichen Teil seines Einbauvolumens in dem Geberkolben, wodurch der Koppler als Ganzes in seiner Längserstreckung kürzer ausgebildet werden kann. Weiterhin vorteilhaft wird durch den Brennstoffdruck der Geberkolben im Bereich der Federbohrung aufgedehnt, da die verbleibende Wandstärke nur gering ist, und der zu Leckverlusten führende Ringspalt verringert.

15 Die Kugelventilfeder kann zugleich das Kopplerfederelement sein.

Vorteilhaft wird ein zusätzliches Bauteil eingespart.

20 Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

25

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils;

30 Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil im Bereich II der Fig. 1 und

Fig. 3 ein hydraulisches Schaltbild des Kopplers des Brennstoffeinspritzventils der Fig. 1.

35

Fig. 1 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. In einem Ventilkörper 2 ist in einem Aktorraum 3

ein Aktor 4 angeordnet, der an einem Aktorstützelement 5 anliegt. Zwei Anschlußbohrungen 6 dienen zur Zuführung elektrischer Anschlußleitungen des Aktors 4. Über die nicht dargestellten Anschlußleitungen wird der Aktor 4 angesteuert.

5 Der Aktor 4 überträgt seine Hubbewegung auf einen Aktorkopf 7, der einteilig mit einem Stößel 8 ausgeformt ist. Eine Aktorfeder 9, die an einer ersten Federanlage 10 des Aktorkopfs 7 und einer zweiten Federanlage 11 eines Zwischenstücks 12 anliegt, übt auf den Aktorkopf 7 eine Vorspannung aus, so daß der Aktorkopf 7 an dem Aktor 4 anliegt. Das Zwischenstück 12 ist durch einen Dichtring 13 gegenüber dem Ventilkörper 2 abgedichtet. Der Stößel 8 durchdringt das Zwischenstück 12 und überträgt eine Hubbewegung des Aktors 4 sowie des Aktorkopfes 7 auf einen Geberkolben 14. Mit dem

15 Zwischenstück ist ein Wellrohr 15 dichtend an einer Seite verbunden. Die andere Seite des Wellrohrs 15 ist ebenfalls dichtend mit dem Geberkolben 14 verbunden. Durch den Dichtring 13, das Zwischenstück 12, das Wellrohr 15 und den Geberkolben 14 wird der Aktorraum 3 dichtend gegenüber einem

20 oberen Brennstoffraum 16a abgeschlossen.

Der Geberkolben 14 ist in eine Führungsbohrung 17 eines Kopplerträgers 18 eingesetzt. In derselben Führungsbohrung 17 ist ein Nehmerkolben 19 eingesetzt, der in seiner Längsachse von einer Zulaufbohrung 20 durchdrungen wird. Die Zulaufbohrung 20 wird durch eine Kugel 21 eines Kugelrückschlagventils verschlossen, die durch eine Kugelfeder 22 vorgespannt ist. Kopplerträger 18, Geberkolben 14, Nehmerkolben 19 sowie Kugelfeder 22 und Kugel 21 bilden den hydraulischen Koppler 23, dessen Aufbau nachfolgend in Fig. 2

25 genauer erläutert wird.

Der Nehmerkolben 19 überträgt seine Hubbewegung über einen Ventilmadelkopf 28 auf eine Ventilmadel 24. Die Ventilmadel 24 weist einen mit der Ventilmadel 24 einstückig ausgeformten Ventilschließkörper 25 auf, der mit einer an einem Ventilsitzträger 29 ausgeformten Ventilsitzfläche 26 zu einem Ventildichtsitz 27 zusammenwirkt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 weist eine nach außen öffnende Ventilmadel 24 auf,

35

die bei einem Öffnen des Brennstoffeinspritzventils 1 sich zu einem Brennraum hin aus dem Ventildichtsitz 27 hebt und eine ringförmige Abspritzöffnung freigibt. Eine Ventilsfeder 30 liegt an einer ersten Federanlage 31 des Ventilsitzträgers 29 an und übt über eine zweite Federanlage 32, die an dem Ventilnadelkopf 28 ausgeformt ist, auf die Ventilsfeder 30 in einer Schließrichtung eine Vorspannung aus, die den Ventilschließkörper 25 gegen den Ventildichtsitz 27 drückt.

10 Über eine Brennstoffzulaufbohrung 33 in dem Ventilkörper 2 kann der Brennstoff von einem nicht dargestellten Brennstoffzulauf in den oberen Brennstoffraum 16a gelangen. Über Ausnehmungen 34 in dem Ventilkörper 2 und Brennstoffbohrungen 35 in dem Kopplerträger 18 fließt der Brennstoff zu dem unteren Brennstoffraum 16b und weiter zu dem Ventildichtsitz 27.

Fig. 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch den das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 im Bereich II der Fig. 1. Bereits bei der Fig. 1 erläuterte Bauelemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Der Ausschnitt zeigt den hydraulischen Koppler 23 mit dem Geberkolben 14 und dem Nehmerkolben 19. Der Geberkolben 14 und der Nehmerkolben 19 sind in der gemeinsamen Führungsbohrung 17 des Kopplerträgers 18 eingesetzt. Der Kopplerträger 18 wiederum ist in eine Bohrung 36 des Ventilkörpers 2 eingesetzt und durch einen Ring 37 aus Elastomermaterial abgedichtet. Von der Brennstoffzulaufbohrung 33 in dem Ventilkörper 2 besteht über Verbindungsbohrungen 38 in dem Kopplerträger 18 eine Verbindung zu dem oberen Brennstoffraum 16a. Über die Ausnehmungen in dem Ventilkörper 2 und die Brennstoffbohrungen 35 in dem Kopplerträger 18 fließt der Brennstoff zu dem unteren Brennstoffraum 16b.

35 Der mit dem Aktorkopf 7 in der Fig. 1 einstückig ausgeformte Stoßel 8 durchdringt das Zwischenstück 12 und liegt mittels eines Formstücks 39 an dem Geberkolben 14 an. Mit dem Zwischenstück ist ein Wellrohr 15 dichtend an einer Seite verbunden. Die andere Seite des Wellrohrs 15 ist ebenfalls

dichtend mit dem Geberkolben 14 verbunden. Diese Verbindungen bestehen beispielsweise aus einer leichten Presspassung bzw. Lötung, Schweißung oder einer Klebung der hülsenförmigen Abschnitte 40 des Wellrohrs 15 mit dem Geberkolben 14 und/oder dem Zwischenstück 12. Durch den Dichtring 13, das Zwischenstück 12, das Wellrohr 15 und den Geberkolben 14 wird der Aktorraum 3 dichtend gegenüber dem oberen Brennstoffraum 16a abgeschlossen.

Der Geberkolben 14 weist eine Federbohrung 41 auf, deren Durchmesser den Durchmesser der Führungsbohrung 17 nur um ein solches Maß unterschreitet, daß die im Bereich der Federbohrung 41 verbleibende Wandstärke des Geberkolbens 14 relativ gering ist. Innerhalb der Federbohrung 41 und in der Führungsbohrung 17, zwischen dem Geberkolben 14 und dem Nehmerkolben 19 befindet sich ein Druckraum 42.

Der Nehmerkolben 19 wird in seiner Längsachse von der Zulaufbohrung 20 durchdrungen. Die Zulaufbohrung 20 wird durch die Kugel 21 verschlossen, die durch die Kugelfeder 22 vorgespannt ist und mit der Ausmündung 43 der Zulaufbohrung 20 einen Kugeldichtsitz 44 bildet. Aus dem Kugeldichtsitz 44, der Kugel 21 und der Kugelfeder 22 ist das Kugelrückschlagventil 49 aufgebaut. Die Zulaufbohrung 20 steht über eine Querboreung 45 in dem Nehmerkolben 19 mit dem unteren Brennstoffraum 16b in Verbindung. Die Kugelfeder 22 liegt über ein Federdruckstück 46, das einen Federführungsabschnitt 47 aufweist, an dem Geberkolben 14 an. Mit ihrem anderen Ende stützt sich die Kugelfeder 22 über ein Kugeldruckstück 48 auf die Kugel 21 ab. Die Kugelfeder 22 drückt somit die Kugel 21 in den Kugeldichtsitz 44 und belastet zugleich den Geberkolben 14 mit einer Vorspannkraft in Richtung auf den Aktor 4 sowie den Nehmerkolben 19 mit einer Vorspannkraft in Richtung der Ventalnadel 24.

35

In Fig. 3 ist ein hydraulisches Schaltbild des Kopplers des Brennstoffeinspritzventils 1 der Fig. 1 dargestellt. Der Geberkolben 14 und der Nehmerkolben 19 sind stark vereinfacht und schematisiert als Kolben dargestellt, die auf den zwi-

schen diesen angeordneten Druckraum 42 wirken. Um das Auf-
finden der den Schaltsymbolen entsprechenden Bauteile zu er-
leichtern sind die Schaltsymbole mit den Bezugszeichen be-
zeichnet, die den Bauteilen der Fig. 1 und Fig. 2 entspre-
chenden. Über die Zulaufbohrung 20 kann Brennstoff als Hy-
draulikfluid von der Brennstoffzulaufbohrung 33 über das aus
Kugeldichtsitz 44, Kugel 21 und Kugelfeder 22 bestehende Ku-
gelrückschlagventil 49 in Durchlaßrichtung des Kugelrück-
schlagventils 49 in den Druckraum 42 fließen. Der zwischen
Geberkolben 14 und Führungsbohrung 17 des Kopplerträgers 18
in Fig. 2 bestehende Ringspalt wirkt als eine Geberkolben-
drossel 50, über die der Druckraum 42 mit dem oberen Brenn-
stoffraum 16a verbunden ist. Ebenso wirkt der zwischen Neh-
merkolben 19 und Führungsbohrung 17 des Kopplerträgers 18 in
Fig. 2 bestehende Ringspalt als eine Nehmerkolbendrossel 51,
über die der Druckraum 42 mit dem unteren Brennstoffraum 16b
verbunden ist.

Wenn an den Aktor 4 eine Spannung angelegt wird, übt der Ak-
tor 4 auf den Aktorkopf 7 und den Stößel 8 in der Fig. 1 ei-
ne Hubkraft aus. Diese Hubkraft überträgt sich auf den Ge-
berkolben 14, der in der Führungsbohrung 17 auf den Nehmer-
kolben 19 zu bewegt wird. Der Druck im Druckraum 42 steigt
dadurch rasch an, da der Brennstoff, mit dem der Druckraum
42 befüllt ist, als Flüssigkeit inkompressibel ist. Der Neh-
merkolben 19 wird aus der Führungsbohrung 17 auf die Ventil-
nadel 24 gedrückt und hebt die Ventilmadel 24 aus dem Ven-
tildichtsitz 27. Da der Zeitraum des Hubes relativ kurz ist,
kann während des Hubes über den Ringspalt zwischen Geberkol-
ben 14 und der Führungsbohrung 17 sowie zwischen dem Nehmer-
kolben 19 und der Führungsbohrung 17 nur eine relativ gerin-
ge Menge an Brennstoff in den oberen Brennstoffraum 16a bzw.
den unteren Brennstoffraum 16b abfließen. Dies entspricht
dem Durchfluß an Brennstoff aus dem Druckraum 42 über die
Geberkolbendrossel 50 in den oberen Brennstoffraum 16a und
dem Durchfluß an Brennstoff über die Nehmerkolbendrossel 51
in den unteren Brennstoffraum 16b in dem hydraulischen
Schaltbild der Fig. 3 abhängig von dem in dem Druckraum 42
herrschenden Überdruck. Das Kugelrückschlagventil 49 wird

von dem Überdruck in dem Druckraum 42 gegenüber dem unteren und oberen Brennstoffraum 16a, 16b und der Brennstoffzulaufbohrung 33 in seiner Sperrichtung beaufschlagt und schließt.

5 Wenn die Spannung an dem Aktor 4 abfällt, werden der Aktorkopf 7 durch die Aktorfeder 9 in seine Ruheposition an den Aktor 4 und die Ventilmadel 24 in den Ventildichtsitz 27 gedrückt. Ein Kopplerfedererelement, das in der vorliegenden Ausführung zugleich die Kugelfeder 22 ist, übt auf den Geberkolben 14 und den Nehmerkolben 19 eine Kraft aus, die das
10 Volumen des Druckraums 42 zu vergrößern sucht, wenn der hydraulische Koppler 23 nicht die maximal mögliche Länge als Übertragungselement zwischen dem Aktor 4 und der Ventilmadel 24 einnimmt.

15 Durch das Kugelrückschlagventil 49 und die Zulaufbohrung 20 des Nehmerkolben 19 kann nun rasch solange Brennstoff in den Druckraum 42 nachfließen, bis das Kugelrückschlagventil 49 bei Druckgleichheit in dem Druckraum 42 und dem Brennstoffzulauf schließt und der Koppler 23 die maximal mögliche Länge als Übertragungselement zwischen dem Aktor 4 und der Ventilmadel 24 einnimmt.
20

Das rasche Auffüllen der Druckkammer 42 ist günstig, wenn
25 nach einem Stillstand der Brennkraftmaschine nach starker Beanspruchung und somit hoher Temperatur des Brennstoffeinspritzventils 1 sich Gas in dem Druckraum 42 gebildet hat. Sobald der Brennstoffdruck in der Brennstoffzulaufbohrung 33 ansteigt, wird das Kugelrückschlagventil 49 geöffnet und
30 Brennstoff mit Überdruck fließt in den Druckraum 42. Dieser Brennstoff komprimiert das Gas und kühlt zugleich den Druckraum 42, wodurch der verdampfte Brennstoff kondensiert.

Ebenfalls vorteilhaft wird vermieden, daß bei einer raschen
35 Volumenvergrößerung des Druckraums 42 es zu einer Kavitation des Brennstoffs kommt, da ein Unterdruck im Druckraum 42 durch den über das Kugelrückschlagventil 49 nachfließenden Brennstoff rasch ausgeglichen wird. Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 ermöglicht daher die Anwendung

eines hydraulischen Koplerns 23 mit seinen Vorteilen wie Temperatur- und Dehnungsausgleich bei gleichzeitig sehr raschen Öffnungs- und Schließbewegungen der Ventalnadel 24.

- 5 Durch die geringe Wandstärke des Geberkolbens 14 im Bereich der Federbohrung 41 wird durch Aufdehnen der Ringspalt des Geberkolbens 14 gegenüber der Führungsbohrung 17 bei Überdruck im Druckraum 42 vermindert und die entsprechende Durchflußmenge an Brennstoff durch die Geberkolbendrossel 50
10 des Schaltbildes der Fig. 3 minimiert.

5

10

Ansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (4), der über einen hydraulischen Koppler (23) einen an einer Ventilnadel (24) ausgeformten Ventilschließkörper (25) betätigt, der mit einer Ventilsitzfläche (26) zu einem Ventildichtsitz (27) zusammenwirkt, wobei der Koppler (23) einen Geberkolben (14) und einen Nehmerkolben (19) aufweist, die mit einem Druckraum (42) verbunden sind, und zumindest ein Kopplerfedererelement jeweils eine Vorspannkraft auf den Geberkolben (14) gegen eine Arbeitsrichtung und auf den Nehmerkolben (19) in einer Arbeitsrichtung erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (42) des Kopplers (23) über eine Zulaufbohrung (20) und ein Rückschlagventil (49) mit einem Brennstoffzulauf in Durchflußrichtung zu dem Druckraum (42) verbunden ist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Geberkolben (14) und der Nehmerkolben (19) in einer gemeinsamen Achse und zwischen ihnen der Druckraum (42) angeordnet sind.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Geberkolben (14) und der Nehmerkolben (19) in einer
gemeinsamen Führungsbohrung (17) angeordnet sind und die
gleiche Arbeitsrichtung aufweisen.

5

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Rückschlagventil ein Kugelrückschlagventil (49) ist.

10

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Ventilsitz (44) des Kugelrückschlagventils (49) an
dem Nehmerkolben (19) ausgebildet ist und die Zulaufbohrung
(20) den Nehmerkolben (19) durchdringt.

15

6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Kugelrückschlagventil (49) durch eine Kugelventilfeder
(22) belastet ist, die in einer Federbohrung (41) des
Geberkolbens (14) liegt.

20

7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Federbohrung (41) im Verhältnis zur Führungsbohrung
(17) einen so großen Durchmesser aufweist, daß die zum
Durchmesser der Führungsbohrung (17) verbleibende Wandstärke
des Geberkolbens (14) gering ist.

25

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kugelventilfeder (22) zugleich das Kopplerfederelement
ist.

30

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
dadurch gekennzeichnet,
daß der Geberkolben (14) kraftschlüssig mit einem Aktorvor-
spannfederelement des Aktors (4) verbunden ist und das Kopp-

35

8

lerfedererelement des Geberkolbens (14) ein zusätzliches Aktorspannfedererelement ist.

5 10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Nehmerkolben (19) kraftschlüssig mit der Ventilnadel (24) verbunden ist und das Kopplerfedererelement des Nehmerkolbens (19) eine Kugelventilfeder (22) einer Ventilkugel
10 (21) ist.

1/2

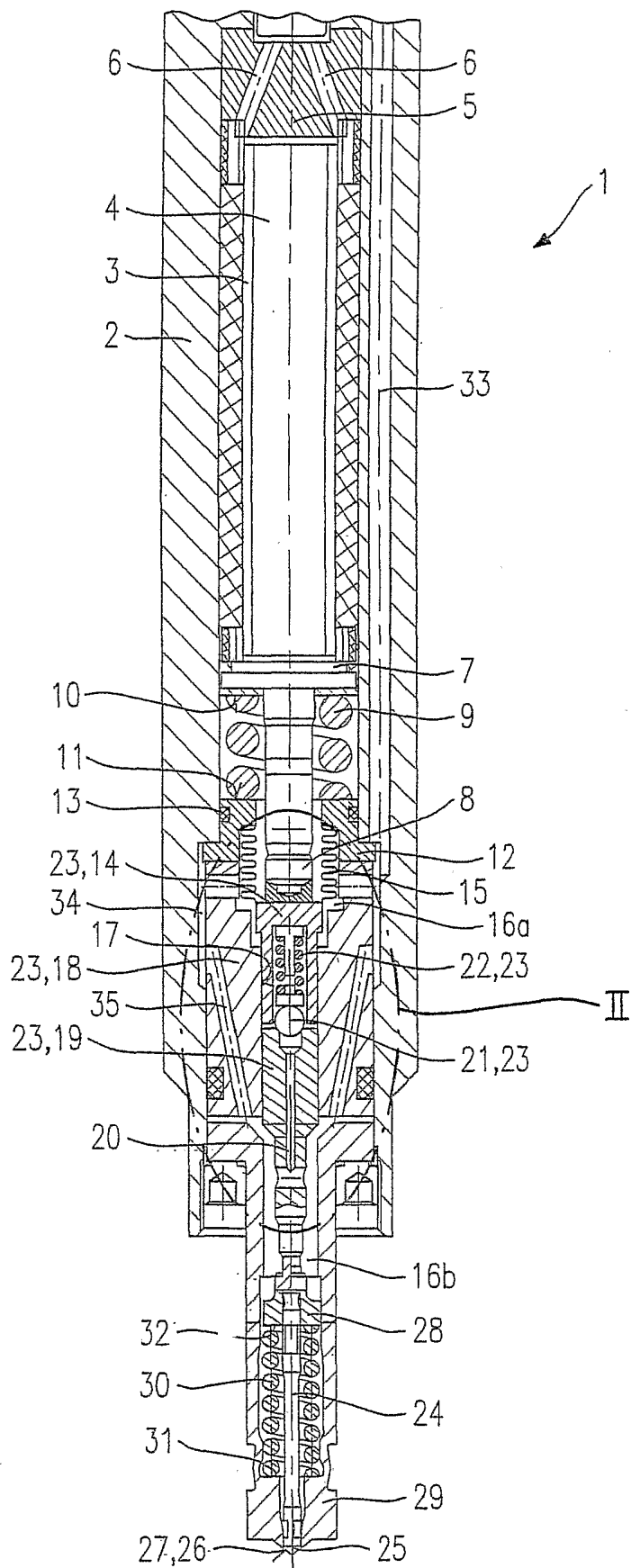


Fig. 1

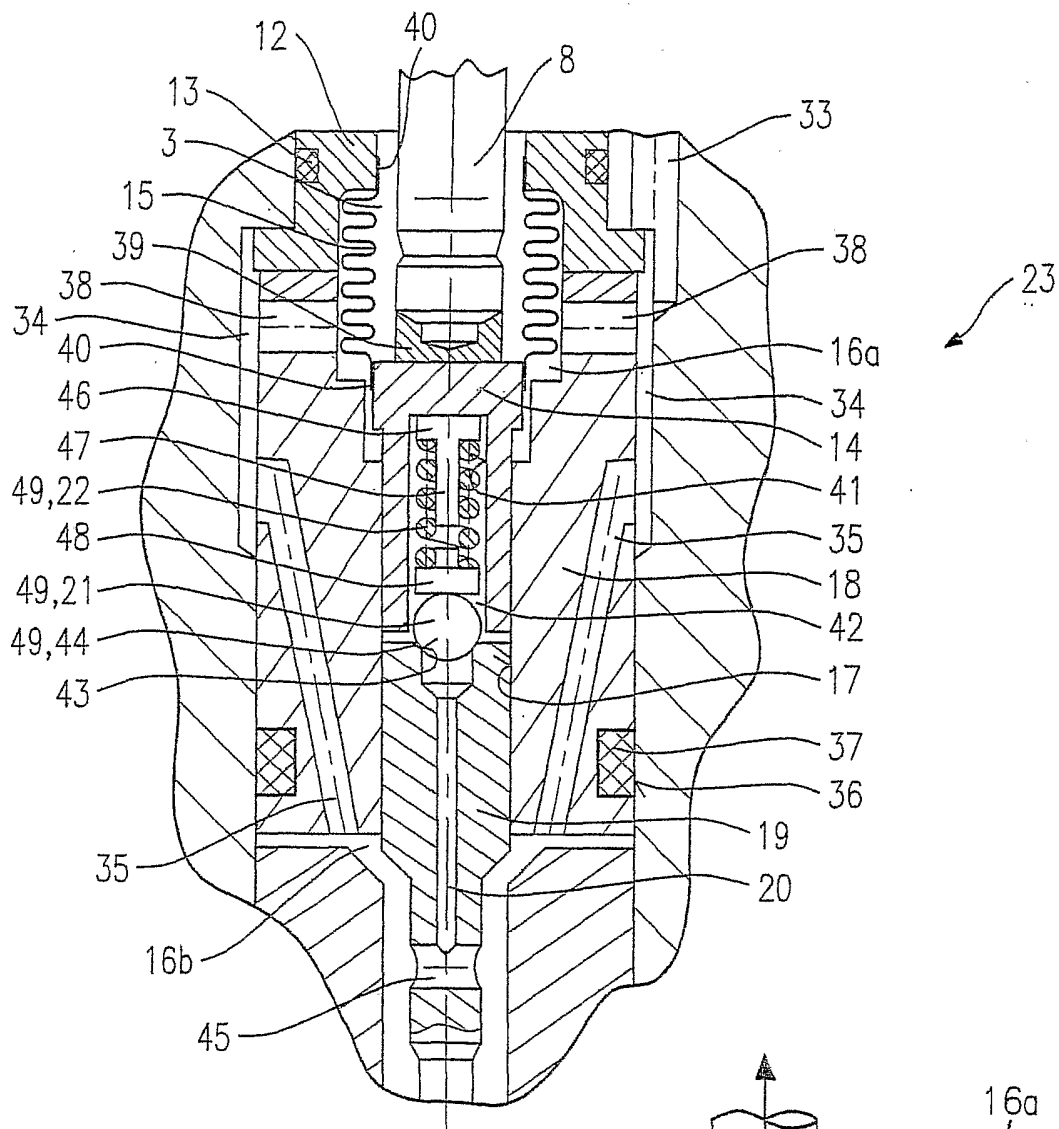


Fig. 2

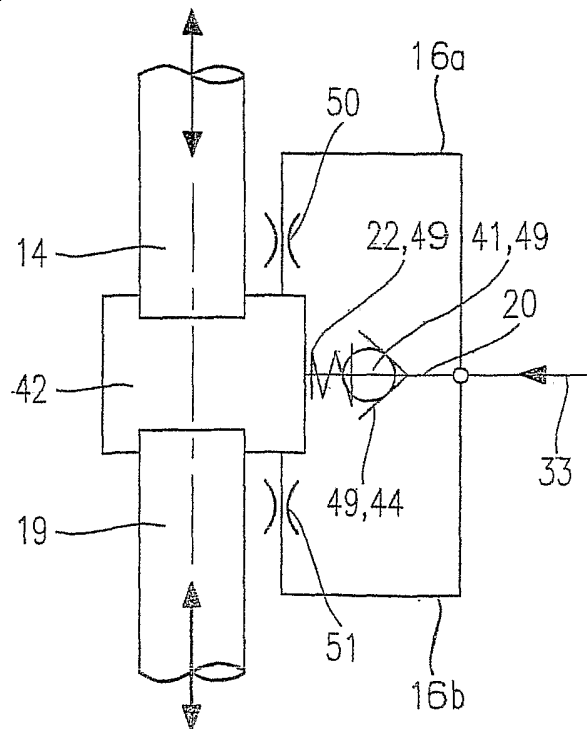


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F02M51/06 F02M61/08 F02M61/16

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 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 46 143 A (BOSCH GMBH ROBERT) 22 April 1999 (1999-04-22) column 5, line 17 - line 52; figure 6 ---	1, 2, 4, 5, 8
X	DE 197 43 640 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 April 1999 (1999-04-08) the whole document ---	1, 2, 4
A	WO 99 18348 A (BOSCH GMBH ROBERT ; SCHMOLL KLAUS PETER (DE); KIENZLER DIETER (DE);) 15 April 1999 (1999-04-15) the whole document ---	1
A	EP 0 972 934 A (LUCAS IND PLC) 19 January 2000 (2000-01-19) the whole document ---	1
	-/--	

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

9 October 2002

Date of mailing of the international search report

17/10/2002

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

Wagner, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/DE 02/02120

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 00 706 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 July 1996 (1996-07-18) cited in the application the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02120

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19746143	A	22-04-1999	DE 19746143 A1	22-04-1999
			DE 59804229 D1	04-07-2002
			EP 0909891 A1	21-04-1999
			JP 11241781 A	07-09-1999
			US 6142443 A	07-11-2000

DE 19743640	A	08-04-1999	DE 19743640 A1	08-04-1999
			EP 0907017 A1	07-04-1999
			JP 11166653 A	22-06-1999
			US 6155532 A	05-12-2000

WO 9918348	A	15-04-1999	DE 19743669 A1	08-04-1999
			WO 9918348 A1	15-04-1999
			EP 0941401 A1	15-09-1999
			JP 2001512548 T	21-08-2001
			US 6290204 B1	18-09-2001

EP 0972934	A	19-01-2000	EP 0972934 A2	19-01-2000
			JP 2000045908 A	15-02-2000
			KR 2000011765 A	25-02-2000
			US 6216964 B1	17-04-2001

DE 19500706	A	18-07-1996	DE 19500706 A1	18-07-1996
			CN 1133941 A ,B	23-10-1996
			GB 2296940 A ,B	17-07-1996
			JP 8233141 A	10-09-1996
			US 5697554 A	16-12-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int ionales Aktenzeichen
PCT/DE 02/02120

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M51/06 F02M61/08 F02M61/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 46 143 A (BOSCH GMBH ROBERT) 22. April 1999 (1999-04-22) Spalte 5, Zeile 17 - Zeile 52; Abbildung 6 ---	1, 2, 4, 5, 8
X	DE 197 43 640 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. April 1999 (1999-04-08) das ganze Dokument ---	1, 2, 4
A	WO 99 18348 A (BOSCH GMBH ROBERT ; SCHMOLL KLAUS PETER (DE); KIENZLER DIETER (DE);) 15. April 1999 (1999-04-15) das ganze Dokument ---	1
A	EP 0 972 934 A (LUCAS IND PLC) 19. Januar 2000 (2000-01-19) das ganze Dokument ---	1
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^o 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

9. Oktober 2002

17/10/2002

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

Wagner, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02120

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 00 706 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18. Juli 1996 (1996-07-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02120

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19746143	A	22-04-1999	DE 19746143 A1	22-04-1999
			DE 59804229 D1	04-07-2002
			EP 0909891 A1	21-04-1999
			JP 11241781 A	07-09-1999
			US 6142443 A	07-11-2000

DE 19743640	A	08-04-1999	DE 19743640 A1	08-04-1999
			EP 0907017 A1	07-04-1999
			JP 11166653 A	22-06-1999
			US 6155532 A	05-12-2000

WO 9918348	A	15-04-1999	DE 19743669 A1	08-04-1999
			WO 9918348 A1	15-04-1999
			EP 0941401 A1	15-09-1999
			JP 2001512548 T	21-08-2001
			US 6290204 B1	18-09-2001

EP 0972934	A	19-01-2000	EP 0972934 A2	19-01-2000
			JP 2000045908 A	15-02-2000
			KR 2000011765 A	25-02-2000
			US 6216964 B1	17-04-2001

DE 19500706	A	18-07-1996	DE 19500706 A1	18-07-1996
			CN 1133941 A ,B	23-10-1996
			GB 2296940 A ,B	17-07-1996
			JP 8233141 A	10-09-1996
			US 5697554 A	16-12-1997
