

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 82111427.9

51 Int. Cl.³: **F 02 M 45/08**
F 02 M 45/04, F 02 M 61/14

22 Anmeldetag: 09.12.82

30 Priorität: 24.12.81 DE 3151293

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.07.83 Patentblatt 83/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

72 Erfinder: **Grieshaber, Hermann**
Im Asemwald 62/17
D-7000 Stuttgart 70(DE)

72 Erfinder: **Siebert, Hans-Joachim**
Brunnenstrasse 11
D-7141 Schwieberdingen(DE)

54 **Kraftstoffeinspritzsystem für Kraftstoffdirekteinspritzung bei Brennkraftmaschinen.**

57 Es wird ein Kraftstoffeinspritzsystem vorgeschlagen, bei dem je ein Ventil für die Voreinspritzmenge und für die Haupteinspritzmenge vorgesehen ist, und jedes der Ventile mehrere Einspritzöffnungen (16, 17) aufweist. Dabei sind die Einspritzöffnungen (16) für die Voreinspritzmenge kleiner als die für die Haupteinspritzmenge. Ferner bilden die Einspritzstrahlen der Voreinspritzmenge einen Spitzen Kegelwinkel (α_1), der kleiner ist als der Spitzenkegelwinkel (α_2) der Haupteinspritzstrahlen. Durch Verwendung zweier Einspritzpumpen können Einspritzmengen als auch Einspritzzeitpunkt für sowohl Voreinspritzmenge als auch Haupteinspritzmenge exakt und unabhängig gesteuert werden.

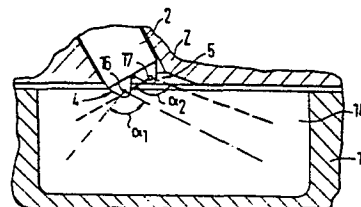


FIG 2

R. 17556

- 1 -

14.12.1981 BÖ/Jä

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Kraftstoffeinspritzsystem für Kraftstoffdirekteinspritzung
bei Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzsystem gemäß der Gattung des Hauptanspruchs aus. Bei einem solchen durch die DE-PS 27 21 628 bekannten System wird über eine spezielle Kraftstoffeinspritzventil-Anordnung in Form eines Doppelventils die Voreinspritzmenge getrennt von der Hauptkraftstoffeinspritzmenge in die Brennräume einer Brennkraftmaschine eingebracht. Dabei wird die Voreinspritzmenge von einer separaten Pumpanordnung und die Haupteinspritzmenge von einer konventionellen Kraftstoffeinspritzpumpe gesteuert. Die Voreinspritzmenge ist bei der bekannten Einrichtung konstant, dagegen kann der Einspritzzeitpunkt, die Voreilung der Einspritzung gegenüber der Haupteinspritzung, last- und drehzahlabhängig gesteuert werden.

Es ist seit langem bekannt, daß mit Hilfe einer kleineren, der Haupteinspritzung voreilenden Voreinspritzmenge die Geräuschentwicklung beim Betrieb einer selbstzündenden Brennkraftmaschine vermindert werden kann. Das harte Verbrennungsgeräusch entsteht bei Anwendung der üblichen Einspritzeinrichtungen für selbstzündende Brennkraftmaschinen dadurch, daß sich in der Zeit zwischen Einspritzbeginn und

...

Verbrennungsbeginn eine bestimmte Kraftstoffeinspritzmenge im Brennraum ansammelt. Diese Menge wird bei Beginn der Verbrennung dann plötzlich entflammt, was einen starken Anstieg des Brennraumdrucks bewirkt. Dieser sehr steile Anstieg ergibt das bekannte nagelnde Geräusch. Andererseits hat der eingespritzte Kraftstoff während der Zeit zwischen Einspritzbeginn und Verbrennungsbeginn Zeit, sich mit der im Brennraum rotierenden Luft gut zu vermischen. Aufgrund der optimalen Aufbereitung wird dadurch der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine vermindert.

Wird nun vor der Einspritzung der Haupteinspritzmenge eine kleine Kraftstoffeinspritzmenge voreingespritzt, so setzt die Verbrennung mit dieser kleinen Einspritzmenge "weich" ein. Bei Beginn der Haupteinspritzung ist dann die erforderliche Zündungstemperatur für den eintretenden Kraftstoff durch das Verbrennen der Voreinspritzmenge bereits erreicht. Die Haupteinspritzmenge kann dann ohne langen Zünderverzug in dem Maße, wie sie zur Einspritzung kommt, unmittelbar im Brennraum verbrannt werden. Der Verbrennungsdruckverlauf bei einer solchen Verbrennung ist weniger steil und die mit der Verbrennung verbundene Geräuschentwicklung gering. Dieses Einspritzverfahren hat jedoch den Nachteil, daß die Haupteinspritzmenge nicht mehr die Möglichkeit hat, sich vor der einsetzenden Verbrennung intensiv mit der im Brennraum vorhandenen Luft zu mischen. Der Kraftstoffverbrauch und auch die Rauchentwicklung bei diesem Brennverfahren ist höher als bei dem zuvor beschriebenen.

...

Auch bei der eingangs genannten bekannten Einrichtung, die eine Voreinspritzpumpe aufweist, wird die Minderung des Verbrennungsgeräusch mit dem Nachteil von höherem Verbrauch oder gar Rauchentwicklung erkauft.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die Art der Einbringung der Voreinspritzmenge zahlreiche starke örtliche Turbulenzen im Brennraum entstehen, die zum Zeitpunkt der Haupteinspritzung wirksam werden. Die Aufbereitung der Hauptkraftstoffeinspritzmenge wird durch diese örtlichen Turbulenzen wesentlich verbessert. Insbesondere wenn die Einspritzventile möglichst nahe dem Zentrum eines als Brennraummulde ausgebildeten Brennraumes angeordnet sind und die Einspritzstrahlen der Voreinspritzmenge einen Kegel bilden, der kleiner ist als der von den Strahlen der Haupteinspritzmenge gebildete Kegel, werden gezielt lokale Turbulenzen an den Stellen im Brennraum erzeugt, die zu Beginn der Haupteinspritzung von deren Fluidstrahlen berührt werden. Durch diese lokalen Turbulenzen im Bereich der Strahlen der Haupteinspritzung erfolgt eine schnelle intensive Mischung mit der Verbrennungsluft.

In vorteilhafter Weise wird insbesondere bei Kraftstoffeinspritzsystemen mit zwei Kraftstoffeinspritzpumpen die Voreinspritzmenge und der Voreinspritzzeitpunkt last- und drehzahlabhängig gesteuert. Damit kann die Voreinspritzung im Hinblick auf Verbrennungsdruckanstieg und im Hinblick auf die Aufbereitung der Hauptkraftstoffeinspritzmenge optimiert werden.

Vorteilhafterweise werden auch die Einspritzgeometrie und der Kraftstoffdruck so aufeinander abgestimmt, daß der Kraftstoff im Brennraum direkt zerstäubt wird. Damit wird eine Kraftstoffbenetzung der Brennraumwände vermieden und erreicht, daß der Kraftstoff während des Arbeitstaktes vollständig verbrannt wird.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 die schematische Anordnung des erfindungsgemäßen Einspritzsystems mit einem Doppeleinspritzventil und jeweils einer Einspritzpumpe für die Haupteinspritzung und die Voreinspritzung, Fig. 2 zeigt die Anordnung des Doppeleinspritzventils und der Strahlrichtungen in der Seitenansicht und Fig. 3 die Einspritzstrahlverteilung in der Draufsicht.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist schematisch eine Brennkraftmaschine 1 dargestellt und ein einem Zylinder der Brennkraftmaschine zugeordnetes Doppeleinspritzventil 2. Solche Einspritzventile sind bekannt, z. B. durch die DE-OS 29 43 895, und brauchen hier nicht näher beschrieben werden. Der Ventilkörper 3 weist eine erste Austrittsstelle 4 für die Voreinspritzmenge und eine zweite Austrittsstelle 5 für die Haupteinspritzmenge auf.

Das Doppeleinspritzventil wird von einer ersten Kraftstoffeinspritzpumpe 6 und von einer zweiten Kraftstoffeinspritzpumpe 7 mit Kraftstoff versorgt. Die erste Kraftstoffein-

...

spritzpumpe führt den einzelnen Doppelventilen der Brennkraftmaschine über Voreinspritzleitungen 8 den Kraftstoff zu und die zweite Kraftstoffeinspritzpumpe 7 über Haupteinspritzleitungen 9 die Hauptkraftstoffeinspritzmenge zu. Die zweite Kraftstoffeinspritzpumpe 7 für die Haupteinspritzung kann z. B. als Reiheneinspritzpumpe ausgebildet sein und wird über eine Spritzverstellvorrichtung 11 mit dem Antrieb der Brennkraftmaschine verbunden. Mit der zweiten Kraftstoffeinspritzpumpe 7 ist weiterhin die erste Kraftstoffeinspritzpumpe 6 gekoppelt, die z. B. eine Verteilereinspritzpumpe sein kann mit einem integrierten Spritzversteller 12.

Mit der beschriebenen Anordnung können sowohl die Haupteinspritzmenge als auch die Voreinspritzmenge zeitlich als auch mengenmäßig exakt gesteuert werden. Insbesondere werden die Voreinspritzmenge und der Spritzzeitpunkt der Voreinspritzmenge in an sich bekannter Weise last- und drehzahlabhängig gesteuert, wobei Menge und Spritzzeitpunkt auf die Haupteinspritzmenge und ihre zeitliche Steuerung abgestimmt sind. Es können Verhältnisse pro Einspritzmenge zu Einspritzmenge von 1:1,3 bis 1:28 eingestellt werden. Der Spritzbeginn der Voreinspritzmenge kann 10° bis 20° Kurbelwinkel vor dem Spritzbeginn der Haupteinspritzmenge gelegt werden.

Erfindungsgemäß wird die Voreinspritzmenge durch mehrere Spritzöffnungen in den Brennraum eingespritzt. Fig. 2 zeigt einen solchen vorzugsweise muldenförmigen Brennraum 14, der innerhalb eines Kolbens 15 angeordnet ist. Das Doppeleinspritzventil 2 ragt dabei schräg durch den Zylinderkopf in den Brennraum hinein, an einer Stelle die möglichst nahe dem Zentrum Z des Brennraums liegt.

...

Durch die Konstruktion des Doppeleinspritzventils liegen auch die Austrittsstellen der Voreinspritzmenge und der Haupteinspritzmenge sehr dicht beieinander. Alternativ können natürlich auch andere Ausführungsformen von Doppeleinspritzventilen verwendet werden, wobei statt der Nebenordnung auch eine koaxiale Anordnung denkbar ist.

An der ersten Austrittsstelle 4 weist das Doppeleinspritzventil in der beispielhaften Ausgestaltung vier Einspritzöffnungen 16 auf, die zusammen einen Kegelwinkel von α_1 bilden. An der zweiten Austrittsstelle 5 weist das Doppeleinspritzventil ebenfalls vier Einspritzöffnungen 17 auf, die zusammen einen kegelspitzen Winkel von α_2 einschließen. Der Spitzenkegelwinkel α_2 ist dabei größer als der Spitzenkegelwinkel α_1 . Weiterhin ist die Öffnungsfläche der Einspritzöffnungen 16 kleiner als die Öffnungsfläche der Einspritzöffnungen 17 in entsprechender Anpassung der dort einzuspritzenden Kraftstoffmengen, um eine möglichst gute Zerstäubung des eingebrachten Kraftstoffs zu erzielen. Die Einspritzöffnungen 16 und 17 sind so ausgerichtet, daß der einzuspritzende Kraftstoff gleichmäßig auf die Fläche des Brennraums verteilt wird, wie Fig. 3 zu entnehmen ist. Die Spritzrichtung der Voreinspritzstrahlen ist in der Projektion zum Brennraum 14 so auszurichten, daß sie in Bewegungsrichtung des gerichteten Luftdralls im Brennraum der Spritzrichtung der Haupteinspritzstrahlen vorgelagert sind.

Durch die beschriebenen Maßnahmen wird mit Hilfe der Voreinspritzung das Verbrennungsgeräusch vermindert und trotzdem eine sehr gute Aufbereitung des eingespritzten Kraftstoffs sowohl bei der Voreinspritzmenge als auch bei der Haupteinspritzmenge verbunden mit günstigen Ergebniskriterien wie spezifischem Kraftstoffverbrauch, Schwarzrauch und Abgasemissionen erzielt. Die Aufbereitung kann durch

entsprechende Anpassung von Einspritzgeometrie, z. B. Einspritzöffnungsfläche und Einspritzdruck optimiert werden. Die Einspritzstrahlen sollen insbesondere die verdichtete rotierende Luft (aufgrund der Zentrifugalkraft) in der Brennraumwandnähe ausreichend mit Kraftstoff versorgen. Durch die exakte Steuerung wird bewirkt, daß Stärke und Zeitpunkt von zahlreichen lokalen auch durch die Vorverbrennung entstandener Wirbel (Sekundärwirbel) einen Ersatz darstellen für die der Haupteinspritzung weggenommene Mischungsdauer während des sonst üblichen Zündverzuges.

So wird "weiche" Verbrennung erzielt, ohne auf gute Motorergebnisse durch gute Mischung von Kraftstoff mit Luft verzichten zu müssen.

Bei entsprechender Anpassung und bei Ausnützung der dynamischen Einflüsse ist es möglich, das beschriebene Kraftstoffeinspritzprinzip auch mit nur einer Kraftstoffeinspritzpumpe zu betreiben, auf eine gesonderte Steuereinrichtung zur Bestimmung der Voreinspritzmenge und zur Bestimmung des Einspritzzeitpunktes der Voreinspritzmenge kann jedoch nicht verzichtet werden. 35

R. 17558

-|-

14.12.1981

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Kraftstoffdirekteinspritzung in Brennräume einer Brennkraftmaschine mit je einem Einspritzventil, durch das eine Voreinspritzmenge in den jeweiligen Brennraum eingespritzt wird und einem Einspritzventil, durch das die Haupteinspritzmenge in den Brennraum eingespritzt wird, wobei die Austrittsstelle des Kraftstoffs der jeweils beiden Kraftstoffeinspritzventile dicht beieinander liegt und mit wenigstens einer Kraftstoffeinspritzpumpe zur Kraftstoffversorgung der Einspritzventile, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzventil für die Voreinspritzmenge und das Einspritzventil für die Haupteinspritzmenge jeweils mehrere Einspritzöffnungen (16, 17) aufweisen und die Öffnungsfläche der Einspritzöffnungen (16) für die Voreinspritzmenge jeweils kleiner ist als die der Einspritzöffnungen (17) für die Haupteinspritzmenge.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennraum eine Brennräummulde (14) aufweist und die Einspritzventile (2) möglichst nahe dem Zentrum (Z) des Brennraums angeordnet sind.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzstrahlen der Voreinspritzung

...

einen Kegel bilden, dessen Spitzkegelwinkel (α_1) kleiner ist als der Spitzenkegelwinkel (α_2) der Einspritzstrahlen der Haupteinspritzmenge.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt für die Einspritzung der Voreinspritzmenge last- und drehzahl abhängig gesteuert wird.

5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt für die Einspritzung der Voreinspritzmenge drehzahlabhängig gesteuert wird.

6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt für die Einspritzung der Voreinspritzmenge lastabhängig gesteuert wird.

7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Voreinspritzmenge drehzahl- und lastabhängig gesteuert wird.

8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Voreinspritzmenge drehzahlabhängig gesteuert wird.

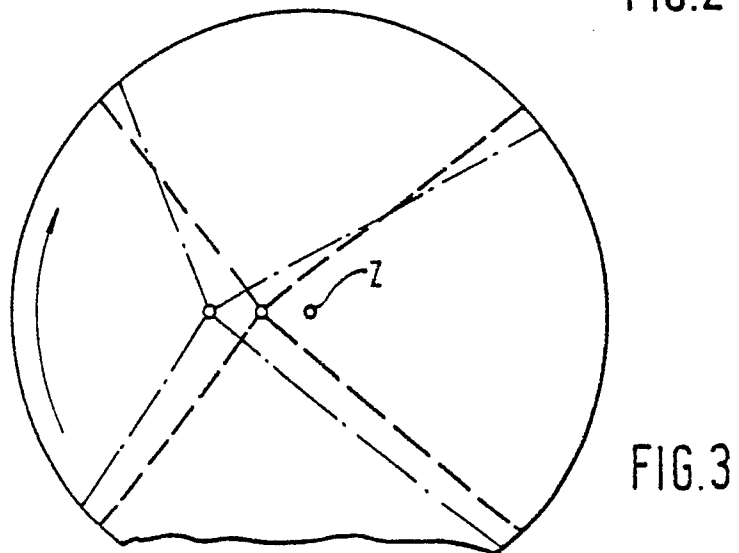
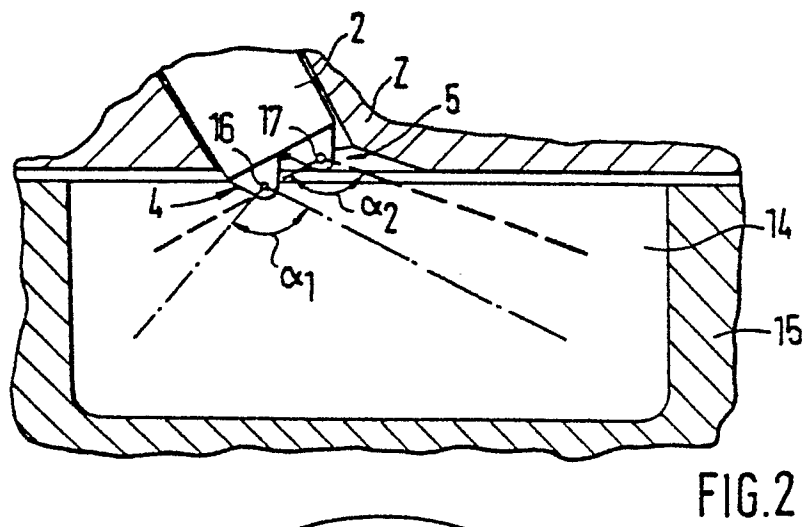
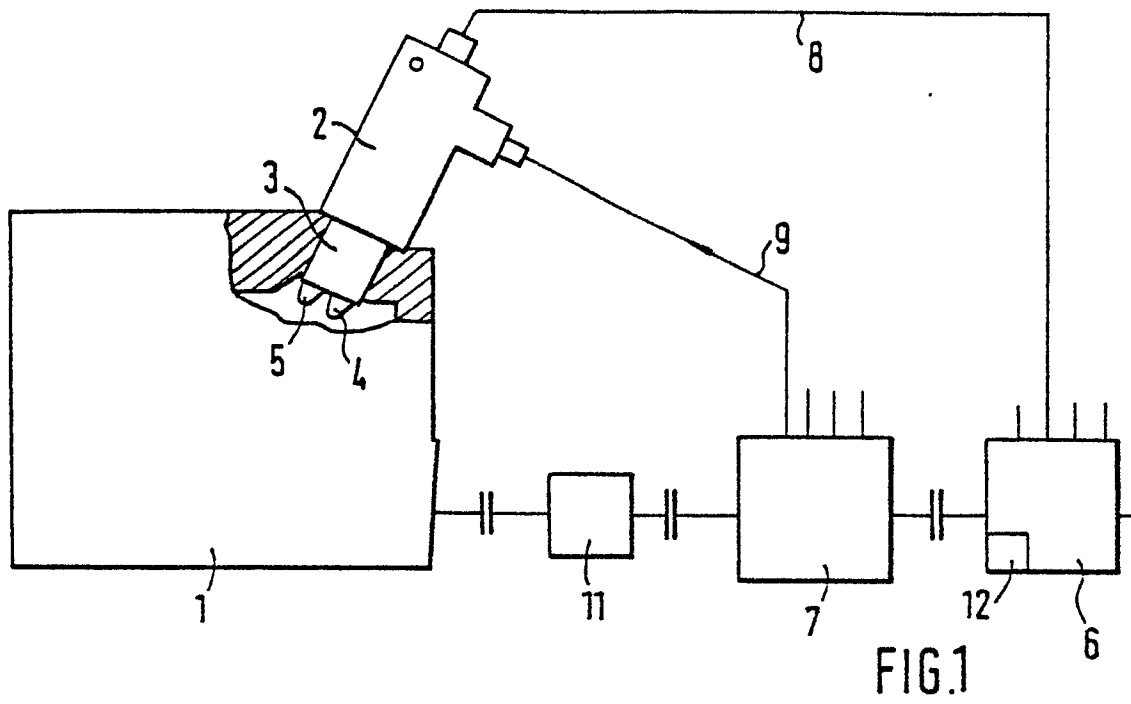
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Voreinspritzmenge lastabhängig gesteuert wird.

10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritz-

...

druck und die Einspritzgeometrie der Einspritzdüsen so aufeinander abgestimmt sind, daß der Kraftstoff im Brennraum direkt zerstäubt wird. ~~gc~~

A/1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0083001

Nummer der Anmeldung

EP 82 11 1427

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																															
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)																												
X,Y	DE-B-1 042 964 (KHD) * Spalte 5, Zeile 24 - Spalte 7, Zeile 55; Figuren 1,2 *	1,10	F 02 M 45/08 F 02 M 45/04 F 02 M 61/14																												
X,Y	--- DE-A-2 325 822 (LIST) * Seite 4, Absatz 5 - Ende Seite 6; Figuren 1,2 *	1,10																													
X,Y	--- US-A-1 857 192 (HAUSER) * Seite 1, Zeile 17 - Seite 2, Zeile 19; Figuren 1,3 *	1-3,10																													
Y	--- DE-A-2 849 778 (VOLVO) * Seite 7, Absatz 6 - Ende Seite 10; Figuren 1-4 *	1,2,4-10																													
Y	--- GB-A- 340 664 (JUNKERS) * Seite 2, Zeile 32 - Seite 3, Zeile 3; Figuren *	4,5,7-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3) F 02 M																												
Y	--- DE-A-2 025 569 (F.F.S.A.) * Seite 3, letzter Absatz - Seite 6, Absatz 1; Figuren 1-3 *	1-3																													

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt																															
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 03-03-1983	Prüfer BICHI M.F.																												
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E</td><td colspan="2">alteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D</td><td colspan="2">in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L</td><td colspan="2">aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A technologischer Hintergrund</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>O nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>P Zwischenliteratur</td><td>&</td><td colspan="2">Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td><td colspan="2"></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E	alteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument		Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument		A technologischer Hintergrund				O nichtschriftliche Offenbarung				P Zwischenliteratur	&	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E	alteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																													
X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument																													
Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument																													
A technologischer Hintergrund																															
O nichtschriftliche Offenbarung																															
P Zwischenliteratur	&	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																													
T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																															