



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 469 385 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91111897.4**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 7/16**

22 Anmeldetag: **17.07.91**

30 Priorität: **28.07.90 DE 4024054**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.02.92 Patentblatt 92/06**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GmbH**  
**Postfach 10 60 50**  
**W-7000 Stuttgart 10(DE)**

72 Erfinder: **Graner, Jürgen, Dipl.-Ing.**  
**Groasachsenheimer Strasse 19**  
**W-7126 Sersheim(DE)**  
Erfinder: **Kubach, Hans, Dipl.-Ing.**  
**Bahnhofstrasse 47**  
**W-7154 Hemmingen(DE)**  
Erfinder: **Kirchner, Marcel, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Schwarenbergstrasse 147**  
**W-7000 Stuttgart(DE)**  
Erfinder: **Bantleon, Günther, Dipl.-Ing.**  
**Hohenstaufenstrasse 2**  
**W-7335 Salach(DE)**

### 54 Magnetsystem.

57 Ein Magnetsystem für Magnetventile zur Steuerung von Flüssigkeiten weist einen Elektromagneten (20) und einen Permanentmagneten (21) auf, dessen Magnetflüsse in dem zwischen einem freifliegenden Anker (28) und dem Magnetpol (22) ausgebildeten Arbeitsluftspalt (31) einander entgegengerichtet sind. Zur Erzielung eines Verlaufs der auf den Anker (28) wirkenden Anzugskraft, die ab einer bestimmten Erregung des Elektromagneten (20) negativ wird und zur Verringerung der Ansteuerleistung für den Elektromagneten ist auf der vom Arbeitsluftspalt (31) abgekehrten Seite des Ankers (28) ein magnetischer Gegenpol (29) unter Ausbildung eines zweiten Arbeitsluftspaltes (32) angeordnet, der über ein Permanentmagneten (21) umgreifendes Flußleitelement (35) an das Magnetgehäuse (25), ggf. über einen Streuluftspalt (34), angekoppelt.

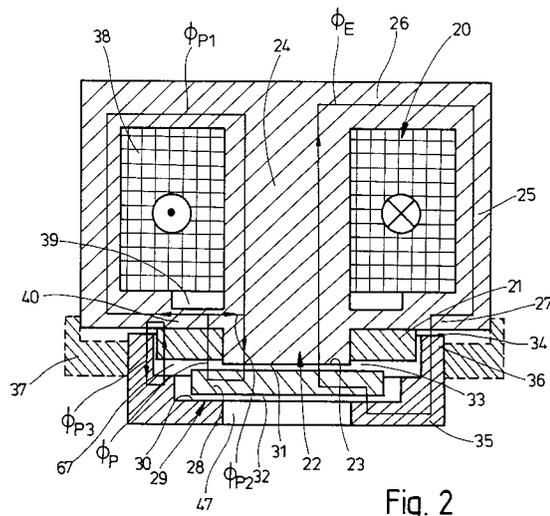


Fig. 2

EP 0 469 385 A1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Magnetsystem für Magnetventile zur Steuerung von Flüssigkeiten, insbesondere für Kraftstoffeinspritzventile, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

In der DE 39 21 151 A1 ist ein solches Magnetsystem für ein Kraftstoffeinspritzventil angegeben (vergl. Fig. 3), das zur Verdeutlichung seines prinzipiellen Aufbaus in Fig. 1 skizziert ist.

Das bekannte Magnetsystem gemäß Fig. 1 weist einen Elektromagneten 1 mit einer Erregerspule 2 auf, die einen einen Magnetpol mit Polfläche bildenden zylindrischen Magnetkern 3 umgibt. Koaxial zum Magnetkern 3 ist die Erregerspule 2 von einem Magnetgehäuse 4 umschlossen, das einerseits über ein Rückschlußjoch 5 an der von der Polfläche abgekehrten Stirnseite des Magnetkerns 3 und andererseits über einen Ringsteg 6 mit magnetischer Engstelle 7 nahe der Polfläche des Magnetkerns 3 mit diesem magnetisch leitend verbunden ist. Auf dem Ringsteg 6 sitzt koaxial zum Magnetkern 3 ein dünner, scheibenförmiger Permanentmagnet 8, der von einem ringförmigen Polplättchen 9 abgedeckt ist. Dem von dem Magnetkern 3 gebildeten Magnetpol liegt ein Anker 10 gegenüber, der sich teilweise über das Polplättchen 9 erstreckt und zur Polfläche einen Arbeitsluftspalt 11 ausbildet. Die Anordnung des Permanentmagneten 8 und die Durchflutung der Erregerspule 2 ist so getroffen, daß die Magnetflüsse von Permanentmagnet 8 und Elektromagnet 1 im Arbeitsluftspalt 11 einander entgegengerichtet sind. Der mit dem Ventilglied des Magnetventils fest verbundene Anker 10 ist freifliegend ausgebildet. Bei unerregtem Elektromagneten 1 wird er von dem Permanentmagneten 8 entgegen dem in der Ventilkammer auf das Ventilglied wirkenden hydraulischen Druck am Magnetkern 3 angezogen gehalten. Mit Erregung des Elektromagneten 1 wird der Magnetfluß des Permanentmagneten 8 im Arbeitsluftspalt 11 geschwächt, so daß dessen auf den Anker 10 wirkende Haltekraft soweit abnimmt, bis der Anker 10 aufgrund der hydraulischen Gegenkraft vom Magnetkern 3 abhebt und dadurch das Ventil öffnet.

Der von der Erregerspule 2 erzeugte Magnetfluß ist in Fig. 1 mit  $\phi_E$  und der vom Permanentmagnet 8 erzeugte Magnetfluß mit  $\phi_P$  bezeichnet. Deutlich ist zu erkennen, daß der Magnetfluß  $\phi_E$ , sich über Anker 10, Arbeitsluftspalt 11, Magnetkern 3, Rückschlußjoch 5, Magnetgehäuse 4, Permanentmagnet 8 und Polplättchen 9 in zwei zur Achse des Magnetsystems symmetrischen Magnetkreisen ausbildet. Da der Permanentmagnet 8 eine Permeabilität wie die von Luft hat, erzeugt er in dem Magnetkreis des Elektromagneten 1 einen relativ

hohen magnetischen Widerstand, der durch erhöhte Ansteuerleistung der Erregerspule kompensiert werden muß. Zur Reduzierung des magnetischen Widerstandes macht man daher die Querschnittsfläche des Permanentmagneten 8 relativ groß, während sich die dadurch geringe mögliche Dicke des Permanentmagneten 8 aus der erforderlichen magnetischen Spannung und der möglichst großen Koerzitivfeldstärke ergibt. Wegen seiner größeren Fläche werden auch die Wirbelstromverluste in dem Permanentmagneten 8 größer. Dünne, große Permanentmagnete 8 sind bei ihrer Bearbeitung einer erheblichen Bruchgefahr ausgesetzt, was die Herstellungskosten beträchtlich erhöht. Zur Reduzierung der Wirbelstromverluste ist der Permanentmagnet 8 aus Kobalt-Samarium hergestellt, das relativ niederohmig ist, dafür allerdings sehr spröde, so daß die Bruchgefahr bei der Magnetbearbeitung noch weiter verstärkt wird. Wie bereits erwähnt, wird der freifliegende Anker 10 ausschließlich von dem auf das Ventilglied des Magnetventils wirkenden hydraulischen Gegendruck vom Magnetpol abgehoben. Der hydraulische Gegendruck nimmt während der Öffnungsphase des Magnetventils stark ab und wird teilweise sogar negativ. Daher wäre zum sicheren Offenhalten des Ventils eine umpolende Magnetkraft erwünscht. Auch bei Umkehrung des Magnetflusses im Anker 10 ist dies unmöglich, da die Magnetkraft proportional zu  $(\phi_P - \phi_E)^2$  ist, also proportional zum Quadrat der Magnetflußdifferenz.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Magnetsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß der Magnetkreis des Elektromagneten sich nunmehr über den Gegenpol, den zweiten Arbeitsluftspalt, den Anker, den ersten Arbeitsluftspalt, den Magnetkern, das Rückschlußjoch und das Magnetgehäuse schließt und damit der Permanentmagnet mit seinem großen magnetischen Widerstand nicht mehr im Magnetkreis des Elektromagneten liegt. Dadurch wird einerseits die Ansteuerleistung für den Elektromagneten geringer, insbesondere bei vom Permanentmagneten abgefallenen Anker, und andererseits eine größere Freiheit in der Dimensionierung des Permanentmagneten und in dessen Materialauswahl gewonnen. Der Permanentmagnet braucht nicht mehr nach dem Gesichtspunkt des minimierten magnetischen Widerstandes bemessen zu werden. Der Permanentmagnet kann damit dicker gemacht werden, so daß seine Bruchfestigkeit vergrößert wird. Als Magnetmaterial kann anstelle des bisher wegen seines geringen Temperaturkoeffizienten der Remanenz verwendeten Kobalt-Samarium jetzt auch Eisen-Neodym verwendet werden, das bei vergleichbarer

magnetischer Energie etwa doppelt so hoch ist und wegen seines hohen Temperaturkoeffizienten der Remanenz bisher nicht in Betracht gezogen wurde. Eisen-Neodym ist nicht so spröde wie Kobalt-Samarium und läßt sich besser verarbeiten. Insgesamt läßt sich bei dem erfindungsgemäßen Magnetsystem der Permanentmagnet wesentlich kostengünstiger fertigen.

Bei der konstruktiven Ausbildung des erfindungsgemäßen Magnetsystems mit Gegenpol und zweitem Arbeitsluftspalt wird mit Erregung des Elektromagneten auf den Anker eine Abhebekraft ausgeübt, die der Anzugskraft des Permanentmagneten entgegengerichtet ist. Wie Fig. 3 zeigt, nimmt die auf den Anker wirkende Anzugskraft von Permanentmagnet und Elektromagnet (bei konstantem Arbeitsluftspalt) mit zunehmender Erregung des Elektromagneten ab und wird schließlich negativ, so daß der Anker nicht nur vom Hydraulikdruck im Magnetventil vom Magnetpol abgezogen wird, sondern zusätzlich durch eine elektromagnetisch erzeugte Abhebekraft. Diese negative Magnetkraft ist bei der Verwendung des Magnetsystems in Hydraulikventilen, insbesondere Kraftstoffeinspritzventilen, erwünscht, da bei diesen der über das Ventilglied auf den Anker wirkende hydraulische Druck während des Öffnungshubs des Magnetsystems sehr klein wird und nicht mehr ausreichend ist, den Anker in einer definierten Endlage, in welcher das Magnetventil definiert geöffnet ist, zu halten. Diese "negative Anzugskraft" auf den Anker wird ohne Stromumkehr in der Erregerspule des Elektromagneten erzeugt, so daß ein Eingriff in die Steuerelektronik nicht erforderlich ist. Bei abgeschalteter Magneterregung wirkt auf den Anker eine maximale Anzugskraft  $F_{\max}$ . Mittels der magnetischen Spannung am Streuluftspalt zwischen Magnetgehäuse und Gegenpol kann der Arbeitsbereich zwischen  $F_{\max-an}$  und  $F_{\min-an}$  ( $an =$  angezogen) über die Durchflutung  $I \cdot w$ , entsprechend der strichlinierten Linie in Fig. 3 parallel verschoben werden. Die in Fig. 3 punktiert gezeichnete Kennlinie für den abfallenden Anker kann ebenfalls längs der Durchflutung verschoben werden. Die Umschaltpunkte  $w \cdot I_{an}$ ,  $w \cdot I_{ab}$ , bei welchen die Anzugskraft  $F$  gleich der auf den Anker wirkenden Hydraulikkraft  $F_{hydr}$  ist, (bei Verwendung des Magnetsystems in einem hydraulischen Magnetventil) sind so einstellbar. Ohne magnetische Spannung am Streuluftspalt lägen sie außerhalb des gewünschten Bereichs.

Die Hysterese  $I_{an} - I_{ab}$  der elektrischen Erregung des Elektromagneten, d.h. die zum Bewegen des Ankers aus den beiden Anschlagstellungen erforderliche Erregung des Elektromagneten, ist bei ansonst gleichen Daten um den Faktor  $\sqrt{2}$  kleiner als bei dem bekannten Magnetsystem. Damit geht der zur Aussteuerung der Hysterese erforderliche

Leistungsbedarf um die Hälfte zurück. Dies ermöglicht entweder eine Stromreduzierung und damit eine Reduktion der Wirbelstromverluste oder eine Reduktion der Windungszahl der Erregerspule und damit eine Verringerung deren Induktivität.

Das erfindungsgemäße Magnetsystem zeichnet sich ferner durch eine ausreichend große Änderungsgeschwindigkeit der auf den Anker wirkenden Magnetkraft über den Erregerstrom aus. Damit reduziert sich der Einfluß von variablen Kräften  $F_{hydr}$  an den Ankeranschlügen auf die Schaltzeit.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Schaltungsanordnung möglich.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die vom Rückschlußjoch abgekehrte Stirnseite des Magnetgehäuses über einen vorzugsweise damit einstückigen Ringsteg mit dem Magnetkern nahe dessen Polfläche verbunden. Der Permanentmagnet liegt auf dem Ringsteg auf und wird lediglich durch seine Magnetkraft an diesem gehalten. Im Ringsteg ist eine in Radialrichtung wirkende magnetische Engstelle eingebracht. Durch entsprechende Ausbildung dieser Engstelle kann die Aussteuerung des Magnetflusses im Magnetkern optimal eingestellt werden. Durch gezielte Sättigung der magnetischen Engstelle läßt sich außerdem verhindern, daß kein Streufluß des Elektromagneten über die Engstelle fließt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Gegenpol mit Flußleitelement durch eine Polplatte realisiert, die mittels eines Halters am Magnetgehäuse befestigt ist. Der Halter besteht aus unmagnetischem Material oder aus weichmagnetischem Material, z.B. Nickel-Eisen, mit einer Curie-Temperatur von ca. 80°C. Das weichmagnetische Material wird dann verwendet, wenn der Permanentmagnet aus Eisen-Neodym hergestellt wird, um den hohen Temperaturgang des aus Eisen-Neodym gefertigten Permanentmagneten mit dem großen Temperaturgang der niedrig liegenden Sättigungsinduktion des Nickel-Eisen exakt zu kompensieren.

Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt eines Magnetsystems gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt des erfindungsgemäßen Magnetsystems,

Fig. 3 Diagramme der Magnetkraft des Magnetsystems in Fig. 2 über den Strom

- in der Erregerspule,  
 Fig. 4 einen Längsschnitt eines Kraftstoffein-  
 spritzventils, mit integrierten Magnet-  
 system gemäß Fig. 2,  
 Fig. 5 eine Detaildarstellung eines Aus-  
 schnitts des Kraftstoffein-  
 spritzventils  
 in Fig. 4.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 2 ist schematisch ein Längsschnitt eines Magnetsystems für Magnetventile zur Steuerung von Flüssigkeiten dargestellt, der den prinzipiellen Aufbau des Magnetsystems verdeutlicht. Das Magnetsystem besteht aus einem Elektromagneten 38 und aus einem Permanentmagneten 21. Der Elektromagnet 20 weist in bekannter Weise eine Erregerspule 38 auf, die einen einen Magnetpol 22 mit Polfläche 23 bildenden Magnetkern 24 ringförmig umgibt und ihrerseits von einem Magnetgehäuse 25 umschlossen ist. Das Magnetgehäuse 25 ist einerseits über ein Rückschlußjoch 26 mit der von der Polfläche 23 abgekehrten Stirnseite des Magnetkerns 24 und andererseits über einen Ringsteg 27 nahe der Polfläche 23 mit dem Magnetkern 24 verbunden. Magnetkern 24, Magnetgehäuse 25, Rückschlußjoch 26 und Ringsteg 27 bestehen aus dem gleichen ferromagnetischen Material. Der ringförmige Permanentmagnet 21 liegt auf dem Ringsteg 27 auf und umschließt den Magnetkern 24. Er wird am Ringsteg 27 ausschließlich durch seine Magnetkraft gehalten und überdeckt nur einen Teil der Fläche des Ringstegs 27. Der Permanentmagnet kann aus Eisen-Neodym hergestellt sein.

Dem Magnetpol 22 liegt ein scheibenförmiger Anker 28 unter Ausbildung eines ersten Arbeitsluftspaltes 31 freifliegend gegenüber und überdeckt einen Teilbereich des Permanentmagneten 21 unter Ausbildung eines größeren Ringluftspaltes 33. Auf der vom Arbeitsluftspalt 31 abgekehrten Seite des Ankers 28 liegt ein magnetischer Gegenpol 29, dessen Polfläche 30 zum Anker 28 einen zweiten Arbeitsluftspalt 32 ausbildet. Der Gegenpol 29 mit seiner ringförmigen Polfläche 30 ist auf einer Polplatte 35 ausgebildet, die mit einem Randsteg 36 den Permanentmagneten 21 umgreift und über einen ringförmigen Streuluftspalt 34 an dem Ringsteg 27 und damit am Magnetgehäuse 25 angekoppelt ist. Die Polplatte 35 ist mit einem Halteelement 37 an dem Magnetgehäuse 25 befestigt und weist eine kreisförmige Ausnehmung zum Durchtritt eines mit dem Anker 28 zu verbindendes Ventilglieds auf. Das Halteelement 37 besteht entweder aus unmagnetischem Material oder aus weichmagnetischem Material mit einer Curie-Temperatur von ca. 80°C. Ein solches Beispiel für ein weichmagnetisches Material ist Nickel-Eisen. Letzteres wird bevorzugt dann verwendet, wenn der Permanentma-

gnet 21 aus Eisen-Neodym hergestellt ist. Mit dem großen Temperaturgang der niedrig liegenden Sättigungsinduktion des Nickel-Eisens kann der hohe Temperaturgang des Permanentmagneten 21 aus Eisen-Neodym exakt kompensiert werden. Die durch eingetragene Symbole charakterisierte Durchflutung der Erregerspule 38 des Elektromagneten 20 und die Anordnung des in Axialrichtung magnetisierten Permanentmagneten 21 ist so getroffen, daß die Magnetflüsse  $\phi_E$  und  $\phi_P$  von Elektromagnet 20 und Permanentmagnet 21 im Arbeitsluftspalt 31 einander entgegengerichtet sind. Die beiden Magnetflüsse bilden sich symmetrisch zur Achse des Magnetsystems aus. Der Übersichtlichkeit halber ist in Fig. 2 der jeweilige Magnetfluß nur in einer Symmetriehälfte dargestellt. Der Magnetfluß  $\phi_P$  des Permanentmagneten 21 teilt sich in zwei Teilflüsse  $\phi_{P1}$  und  $\phi_{P2}$  auf. Ein Streulfluß  $\phi_{P3}$  bildet sich über den Streuluftspalt 34 aus.  $\phi_{P2}$  geht in dem den Anker 28 überragenden Bereich 67 des Permanentmagneten 21 nicht über den Anker 21 und dient der magnetischen Vorspannung des Streuluftspaltes 34.

In dem Ringsteg 27 ist durch Einbringen einer Ringnut 39 eine magnetische Engstelle 40 ausgebildet. Diese Engstelle 40 reduziert den Teilfluß  $\phi_{P2}$  auf einen Wert, der für die Aussteuerung des Flusses im Magnetkern 24 in beiden Richtungen optimal ist. Außerdem kann die Engstelle 40 gezielt gesättigt werden, so daß verhindert wird, daß ein Streulfluß von  $\phi_E$  über diesen Pfad fließt. Die Bewegung des Ankers 28 ist durch hier nicht dargestellte Anschläge begrenzt, so daß jeweils ein Restluftspalt zwischen den Polflächen 23 bzw. 30 und dem am Anschlag liegenden Anker verbleibt. Der Ringluftspalt 33 ist etwa doppelt so groß bemessen wie der maximale Arbeitsluftspalt 31 bzw. der maximale Arbeitsluftspalt 32, der dem maximalen Hub des Ankers 28 entspricht. Die ringförmige Querschnittsfläche des Permanentmagneten 21 ist dabei etwa 1,5 mal größer gemacht als die Summe der Polflächen 23,30 von Magnetpol 22 und Gegenpol 29.

Die Kraft  $F$ , die auf den Anker 28 nach oben, d.h. zum Magnetpol 22 hin, wirkt, ist in Fig. 3 in Abhängigkeit von der Durchflutung  $\Theta$  für die beiden Anschlagstellungen des Ankers (an = angezogen; ab = abgefallen) dargestellt. Ist die Durchflutung  $\Theta$  der Erregerspule 38 Null, so wird der Anker 28 mit maximalen Kräften  $F_{\max-an}, F_{\max-ab}$  beaufschlagt, die ausschließlich vom Permanentmagneten 21 erzeugt werden. Mit zunehmender Durchflutung  $\Theta$  der Erregerspule 38 oder durch Veränderung des Streuluftspaltes 34 wird der Magnetfluß des Permanentmagneten 21 im Arbeitsluftspalt 31 geschwächt. Zugleich wird im Arbeitsluftspalt 32 eine den Anker 28 in Gegenrichtung beaufschlagende Gegenkraft erzeugt. Die auf den Anker 28

nach oben wirkende Kraft nimmt gemäß Fig. 3 ab und wird schließlich negativ.

In Fig. 4 ist im Längsschnitt ein Kraftstoffeinspritzventil dargestellt, in dem das beschriebene Magnetsystem eingesetzt ist. Soweit Bauteile mit denen in Fig. 2 übereinstimmen, sind sie mit gleichen Bezugszeichen versehen. Das Magnetsystem ist in einem Siebgehäuse 41 eingesetzt, in dem ein Kraftstoffzufluß 42 und ein Kraftstoffabfluß 43 vorgesehen sind. Kraftstoffzufluß 42 und Kraftstoffabfluß 43 sind durch ein eingespritztes Filter oder Sieb 44 von axialen Axialkanälen 45,66 getrennt, die sich bis zur Polplatte 35 des Magnetsystems erstrecken. Zwischen den Axialkanälen 45,66 sind eine Mehrzahl von Kraftstoffleitstücken 55 eingesetzt (Fig. 5). Die Polplatte 35 schließt das Siebgehäuse 41 stirnseitig ab und ist mit unmagnetischen bzw. temperaturabhängig magnetisch gesättigten Anschlußstücken 46, die dem Halteelement 37 in Fig. 2 entsprechen, an dem Magnetgehäuse 25 angeschweißt. Durch die kreisförmige Aussparung 47 der Polplatte 35 tritt ein Ventilkörper 48 hindurch, der fest mit dem Anker 28 verbunden ist. Konzentrisch zu der Aussparung 47 trägt die Polplatte 35 auf der von dem Anker 28 abgekehrten Seite eine Aussparung 49, an welcher ein Ventil Sitz 50 ausgebildet ist, mit dem der Ventilkörper 48 zum Schließen und Öffnen des Kraftstoffeinspritzventils zusammenwirkt. Oberhalb des Ventilsitzes 50 trägt der Ventilkörper 48 eine Umlaufnut 51, die über in der Polplatte 35 im Bereich der Durchtrittsöffnung 47 angeordnete Radialschlitze 52 mit einem den Anker 28 kreisförmig umgebenden Strömungsspalt 53 in Verbindung steht, der seinerseits über Kanäle 56 mit den Axialkanälen 66 in Verbindung steht. Die Kraftstoffströmung in Kanälen 54 zwischen den Axialkanälen 45 und 66 soll vorzugsweise die Polplatte 35 kühlen. Die Kraftstoffströmung im Strömungsspalt 53 kühlt den vorderen Bereich des Ventils. Bei Heißstart kann sich der flüssige Teil des Kraftstoffs unterhalb der Kanäle 54 in dem Raum 56 (Fig. 4) sammeln und von den gasförmigen Komponenten so trennen, daß nur flüssiger Kraftstoff eingespritzt wird.

Die Bereiche 57 des Siebgehäuses 41 sind federnd ausgebildet, so daß sich das Siebgehäuse 41 unabhängig von der Größe eines O-Rings 58 gegen einen Anschlag 59 an der Polplatte 35 anpreßt. Die Erregerwicklung 38 des Elektromagneten 20 wird von einem Spulenkörper 60 getragen und ist mit Anschlußstiften 61 verbunden. Diese wiederum sind mit Steckerstiften 62 in einem Steckergehäuse 63 verschweißt. Das Steckergehäuse 63 ist mit dem Magnetgehäuse 25 durch eine Umbördelung 64 fest verbunden. Der Magnetkern 24 mit daran einstückig befestigtem Rückschlußjoch 26 und Erregerwicklung 38 sind im Magnetgehäuse 25 durch eine Vergußmasse 65 vergossen.

## Patentansprüche

1. Magnetsystem für Magnetventile zur Steuerung von Flüssigkeiten, insbesondere für Kraftstoffeinspritzventile, mit einem Elektromagneten, der einen einen Magnetpol bildenden Magnetkern, eine den Magnetkern umschließende Erregerwicklung und ein dazu koaxiales, die Erregerwicklung umgebendes Magnetgehäuse aufweist, das als magnetischer Rückschluß über ein Rückschlußjoch mit der von der Polfläche abgekehrten Stirnseite des Magnetkerns verbunden ist, mit einem ringförmigen Permanentmagneten mit axialer Magnetisierungsrichtung, der koaxial zum Magnetkern nahe dessen Polfläche angeordnet ist, und mit einem etwa scheibenförmigen Anker, der dem Magnetpol unter Ausbildung eines Arbeitsluftspaltes zu dessen Polfläche freiliegend gegenüberliegt, wobei die Durchflutung der Erregerwicklung und die Anordnung des Permanentmagneten so getroffen ist, daß die Magnetflüsse von Elektromagnet und Permanentmagnet im Arbeitsluftspalt einander entgegengerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, daß auf der vom Arbeitsluftspalt (31) abgekehrten Seite des Ankers (28) ein magnetischer Gegenpol (29) unter Ausbildung eines zweiten Arbeitsluftspaltes (32) zwischen dessen Polfläche (30) und dem Anker (28) angeordnet ist, der über ein den Permanentmagneten (21) umgreifendes Flußleitelement (35) an das Magnetgehäuse (25) angekoppelt ist.
2. Magnetsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankopplung des Gegenpols (29) mit Flußleitelement (35) an dem Magnetgehäuse (25) über einen Streuluftspalt (34) vorgenommen ist.
3. Magnetsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Rückschlußjoch (26) abgekehrte Stirnseite des Magnetgehäuses (25) über einen vorzugsweise einstückigen Ringsteg (27) mit dem Magnetkern (24) nahe dessen Polfläche (30) verbunden ist, daß der Permanentmagnet (21) auf dem Ringsteg (27) aufliegt und daß der Ringsteg (27) eine in Radialrichtung wirkende Engstelle (40) aufweist.
4. Magnetsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetische Engstelle (40) so ausgebildet ist, daß sie magnetisch gesättigt ist oder bei Anlegen eines elektrischen Erregerstroms an die Erregerwicklung (38) diesen Sättigungszustand sehr schnell erreicht.

5. Magnetsystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetische Engstelle (40) durch eine in den Ringsteg (27) eingebrachte Ringnut (39) realisiert ist. 5
6. Magnetsystem nach einem der Ansprüche 3 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenpol (29) mit Flußleitelement als einstückige Polplatte (35) ausgebildet ist, die den Permanentmagneten (21) mit Radialabstand umgreift und an dem Ringsteg (27) und/oder Magnetgehäuse (25) anliegt. 10
7. Magnetsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Polplatte (35) und dem Ringsteg (27) bzw. dem Magnetgehäuse (25) ein Streuluftspalt (34) ausgebildet ist, der mittels eines Magnetflusses magnetisch vorgespannt wird, der am Permanentmagneten (21) in dessen den Anker (28) überragenden Bereich (67) abgegriffen ist. 15  
20
8. Magnetsystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Polplatte (35) eine konzentrische Durchtrittsöffnung (47) für ein mit dem Anker (28) fest verbundenes Ventiltglied (48) des Magnetventils aufweist. 25
9. Magnetsystem nach einem der Ansprüche 6 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Polplatte (35) über einen Halter (37) am Magnetgehäuse (25) befestigt ist und daß der Halter (37) aus unmagnetischem Material oder aus weichmagnetischem Material mit einer Curie-Temperatur von 80°C, z.B. Eisen-Nickel, besteht. 30  
35
10. Magnetsystem nach einem der Ansprüche 1 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel zur Polfläche (23) des Magnetpols (23) gegenüber dem Anker (28) liegende ringförmige Querschnittsfläche des Permanentmagneten etwa 1,5mal größer ist als die Summe der Polflächen (23,30) von Magnetpol (22) und Gegenpol (29). 40  
45
11. Magnetsystem nach einem der Ansprüche 1 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (21) aus Eisen-Neodym hergestellt ist. 50
12. Magnetsystem nach einem der Ansprüche 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (28) den Permanentmagneten (21) unter Ausbildung eines Ringspaltes (33) mindestens teilweise übergreift und der Permanentmagnet (21) zur Polfläche (23) des Magnetpols (23) so weit zurückversetzt ist, daß bei minimalem Arbeitsluftspalt (31) zwischen dem Anker (28)

und der Polfläche (23) des Magnetpols (22) der Ringluftspalt (33) zwischen Anker (28) und Permanentmagnet (21) dem maximalem Hub des Ankers (28) entspricht.

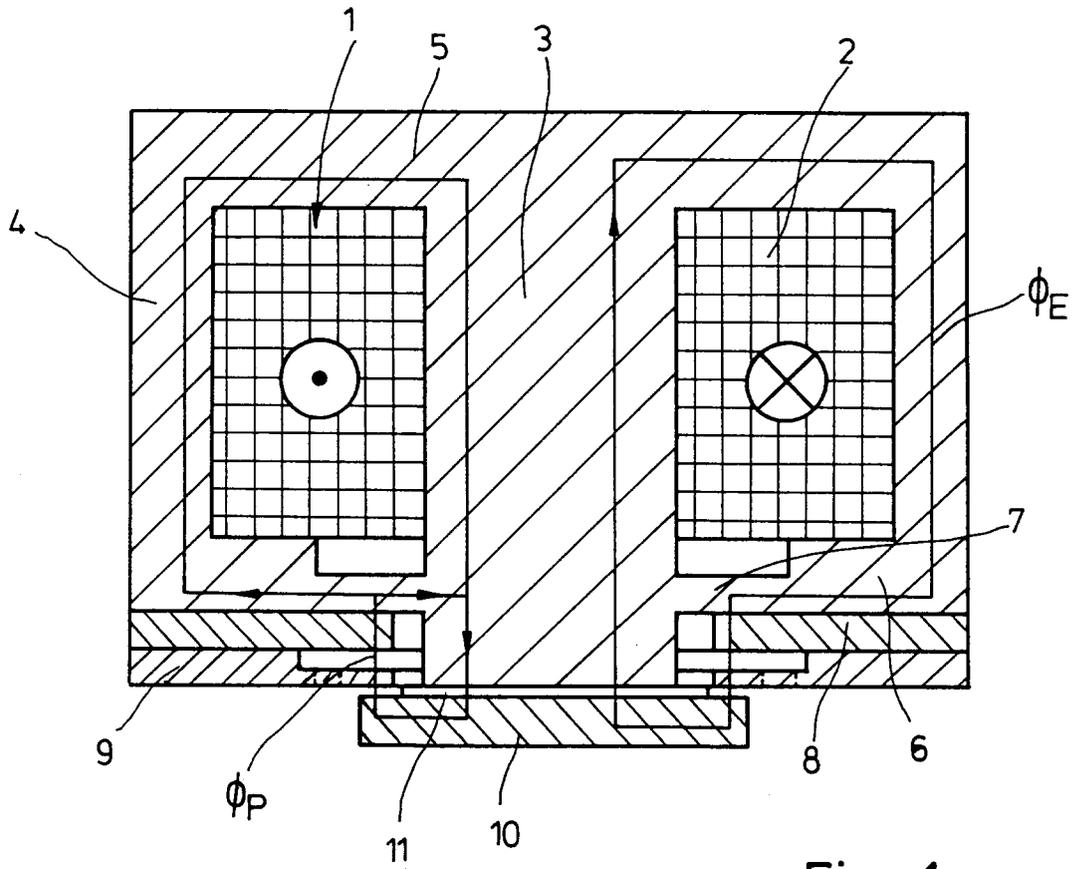


Fig. 1

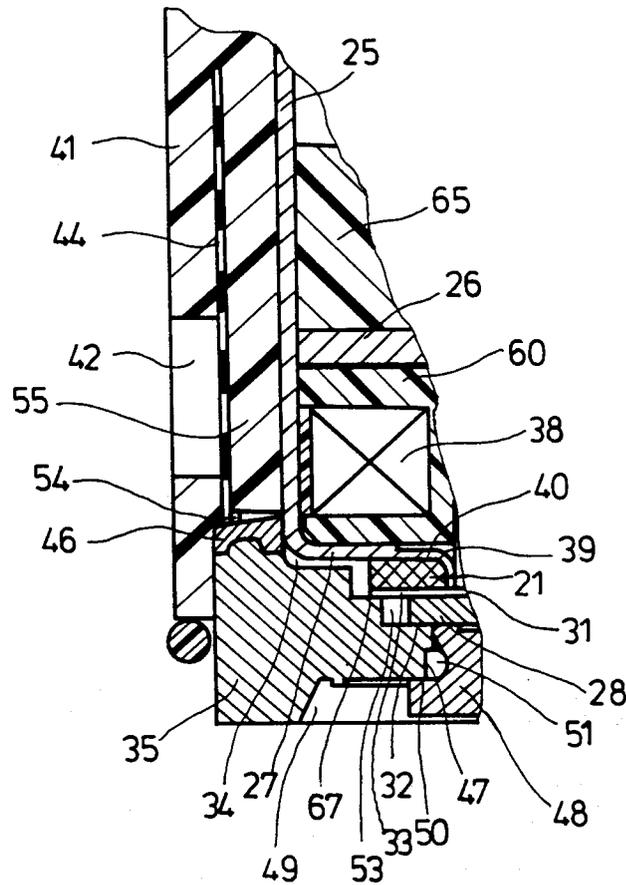


Fig. 5

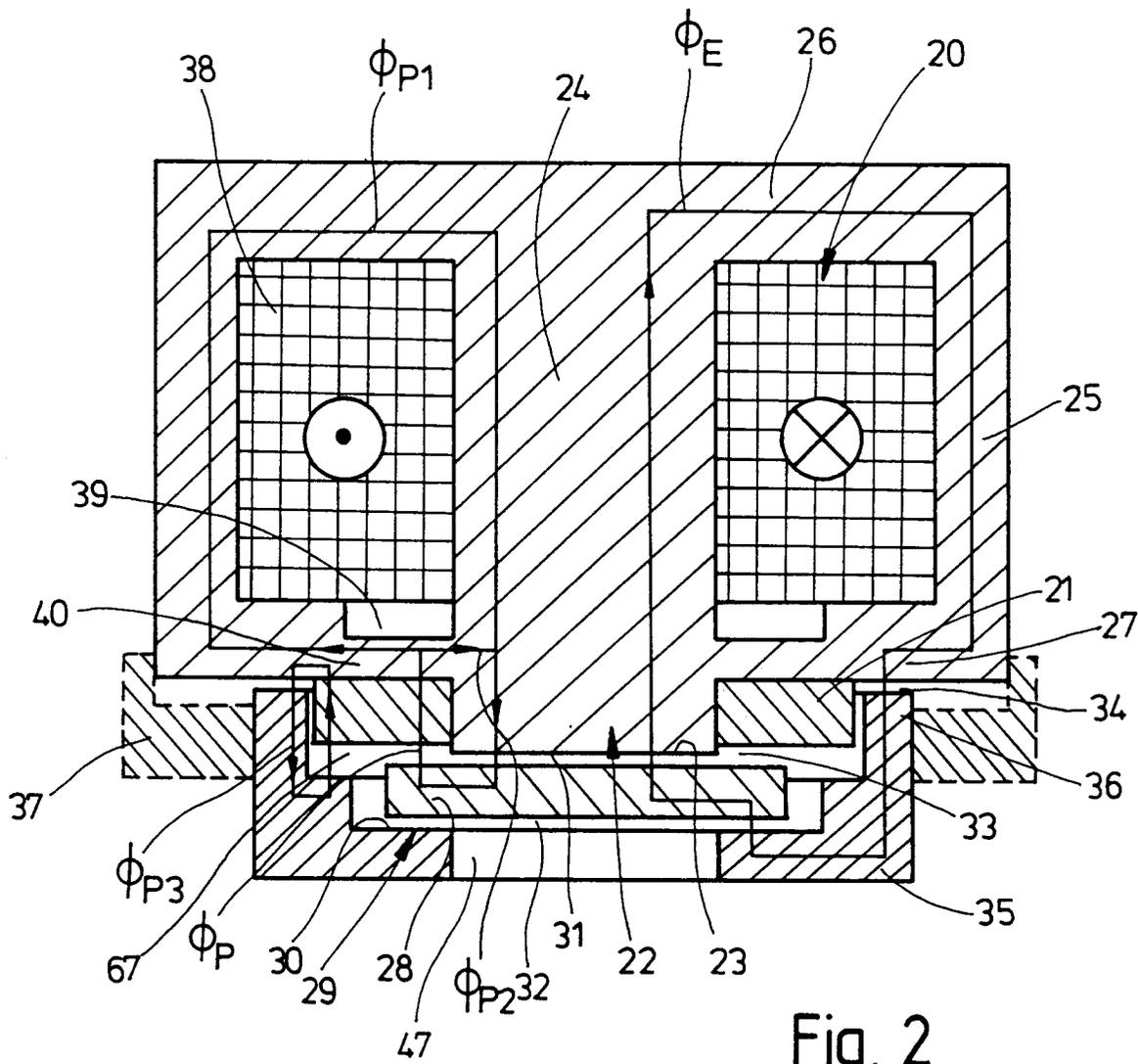


Fig. 2

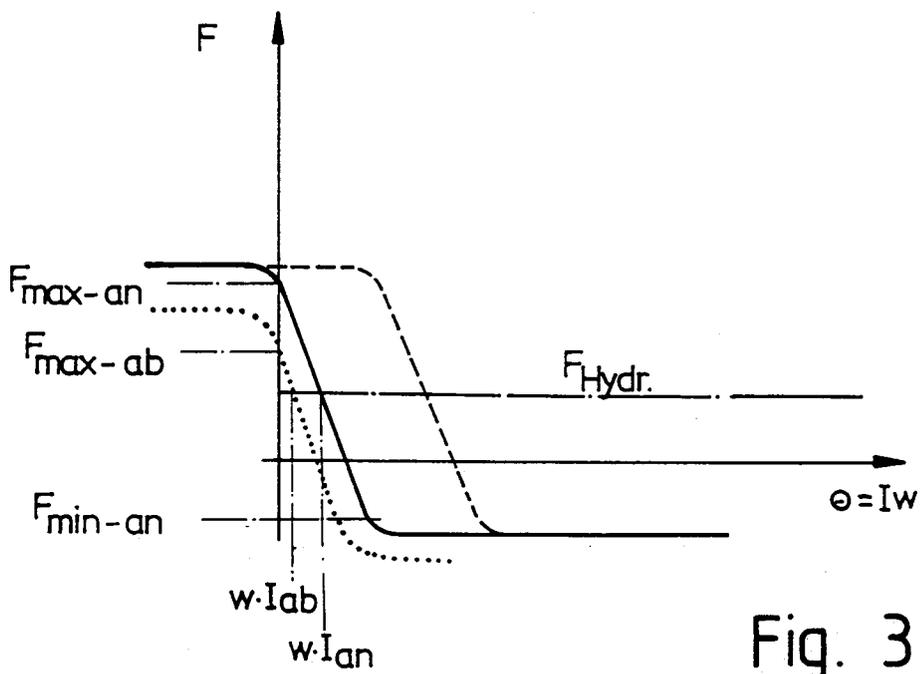
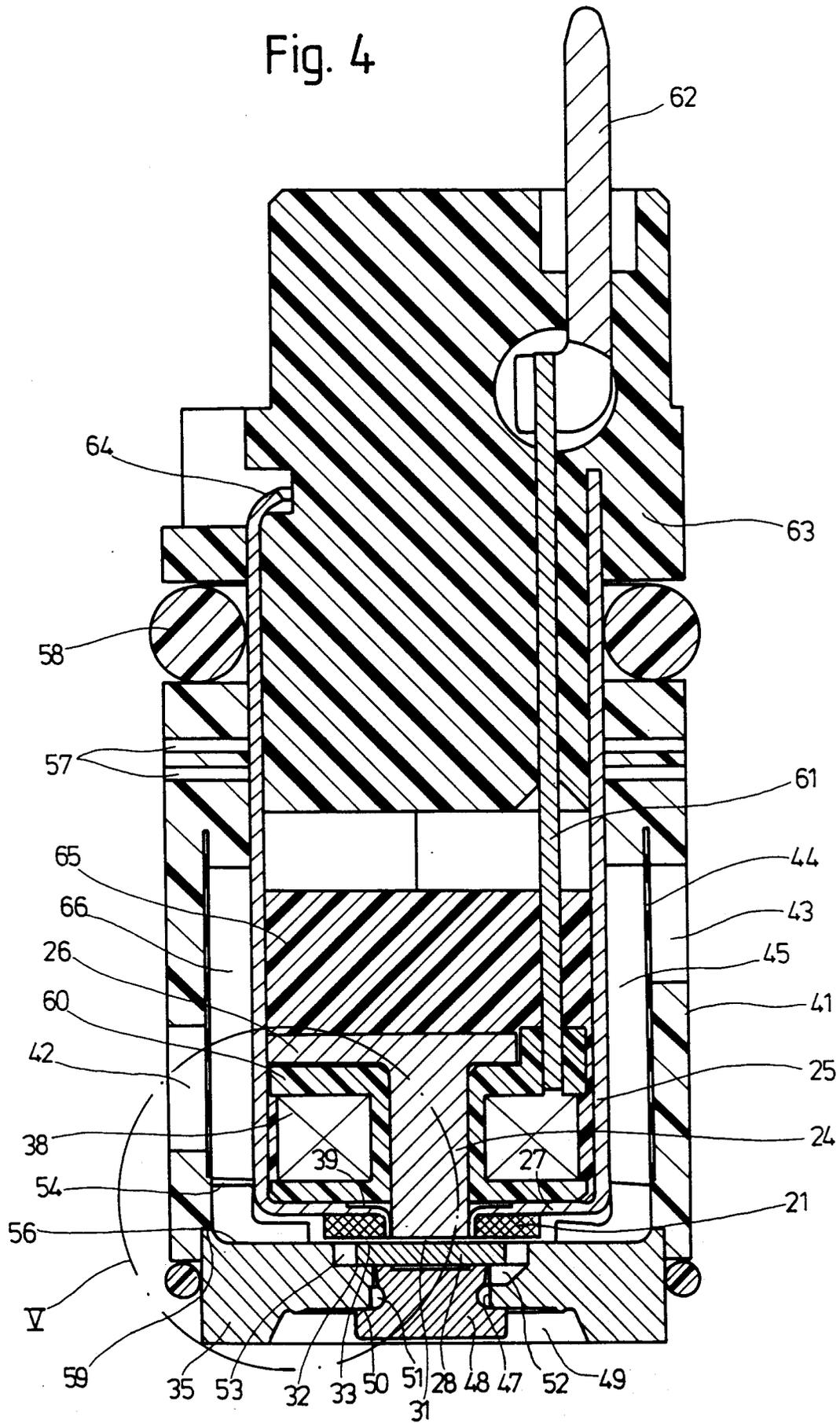


Fig. 3

Fig. 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 9111897.4
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.')
A	<u>DE - A1 - 3 237 532</u> (BOSCH) * Zusammenfassung; Patentansprüche 1-9; Fig. 1 *	1-12	H 01 F 7/16
A	<u>DE - A1 - 3 239 153</u> (BOSCH) * Zusammenfassung; Patentansprüche 1-8; Fig. 1 *	1-12	
A	<u>DE - A1 - 3 230 162</u> (MESSERSCHMITT-BÖLKOW) * Zusammenfassung; Fig. 1 *	1-12	
D, A	<u>DE - A1 - 3 921 151</u> (BOSCH) * Zusammenfassung; Patentansprüche 1-11; Fig. 1-3 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.')
			H 01 F 7/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 15-10-1991	Prüfer VAKIL
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b></p> <p>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</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			