



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2004 Patentblatt 2004/01

(51) Int Cl.7: **F02D 41/20, H01L 41/04**

(21) Anmeldenummer: **03009204.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2003**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

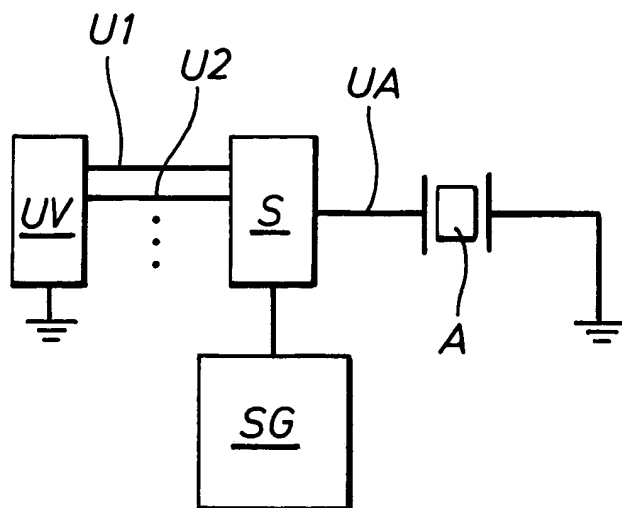
(72) Erfinder: **Liskow, Uwe
71679 Asperg (DE)**

(30) Priorität: **17.06.2002 DE 10228063**

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs**

(57) Es wird eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben, die mit einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum versehen ist. Weiterhin ist eine Düsennadel innerhalb des Einspritzventils vorgesehen sowie ein piezo-elektrischen Aktor (A) zum Verstellen der Düsennadel. Ein Steuergerät (SG) ist vorhanden, mittels dem der Aktor (A) zur Verstellung der Düsennadel und damit

zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist. Das Steuergerät (SG) ist derart ausgebildet, dass der Aktor (A) mit einer ersten Spannung beaufschlagt wird, die keine Verstellung der Düsennadel des Einspritzventils hervorruft, und dass der Aktor nach einer Zeitdauer mit einer zweiten Spannung beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einem Einspritzventil in einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem eine Düsennadel des Einspritzventils von einem piezo-elektrischen Aktor verstellt wird, und bei dem der Aktor zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagt wird. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine sowie ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine.

[0002] Ein derartiges Verfahren und eine derartige Brennkraftmaschine sind aus der DE 199 03 555 C2 bekannt.

[0003] Dabei ist ebenfalls bekannt, dass zwischen der Menge des eingespritzten Kraftstoffs und der an dem Aktor angelegten Spannung ein funktionaler Zusammenhang besteht. Insbesondere ist die eingespritzte Kraftstoffmenge abhängig von der Änderung der an dem Aktor anliegenden Spannung.

[0004] Nachdem der Kraftstoff von dem Einspritzventil in den Brennraum eingespritzt worden ist, wird die an den Aktor angelegte Spannung wieder abgeschaltet. Dies führt jedoch nicht dazu, dass die Spannung an dem Aktor sofort vollständig abfällt. Statt dessen verbleibt an dem Aktor ein Restpotential, dessen Größe unbekannt ist.

[0005] Dieses Restpotential ist auch vor der nächsten Ansteuerung des Aktors zum Zwecke der Einspritzung von Kraftstoff gegebenenfalls noch vorhanden. Dies hat zur Folge, dass bei dieser nächsten Ansteuerung des Aktors die Menge des eingespritzten Kraftstoffs auch von dem unbekanntem Restpotential abhängig ist.

[0006] Es wäre möglich, die Größe des Restpotentials vor der nächsten Einspritzung zu messen. Ebenfalls wäre es möglich, durch entsprechende schaltungstechnische Maßnahmen zu gewährleisten, dass das Restpotential bei der nächsten Einspritzung tatsächlich Null ist. Beide Maßnahmen wären jedoch ersichtlich mit zusätzlichem Aufwand verbunden.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die eine Verarbeitung des Restpotentials ohne zusätzlichen Aufwand ermöglichen.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Aktor mit einer ersten Spannung beaufschlagt wird, die keine Verstellung der Düsennadel des Einspritzventils hervorruft, und dass der Aktor nach einer Zeitdauer mit einer zweiten Spannung beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft.

[0009] Durch die erste Spannung wird die Spannung an dem Aktor auf einen definierten Wert gesetzt. Die vor der nächsten Ansteuerung an dem Aktor anliegende Spannung ist damit bekannt und kann berücksichtigt werden. Dies wird dann dadurch erreicht, dass diejenige Spannung, mit der der Aktor angesteuert werden soll, additiv zu der ersten Spannung hinzugefügt wird. Damit ergibt sich eine Änderung der Spannung an dem Aktor genau um denjenigen Wert, der vorgesehen ist. Dies gewährleistet insgesamt, dass durch die Ansteuerung mit der addierten, zweiten Spannung die erwünschte Menge an Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Ein zusätzlicher Aufwand ist hierzu nicht erforderlich.

[0010] Die erste Spannung ist dabei derart klein gewählt, dass die Düsennadel des Einspritzventils in jedem Fall nicht bewegt oder verstellt wird. Die erste Spannung ist andererseits derart groß gewählt, dass ein Restpotential, das in dem Aktor von seiner letzten Ansteuerung gegebenenfalls noch vorhanden ist, in jedem Fall überschritten wird.

[0011] Die Erfindung kann auch in der Form eines Computerprogramms realisiert werden, das auf einem digitalen, elektronischen Speichermedium abgespeichert ist, und dessen Programmbefehle auf einem Computer ablauffähig sind.

[0012] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0013]

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, und

Figur 2 zeigt zwei schematische Zeitdiagramme von Signalen und Zuständen der Vorrichtung nach Figur 1.

[0014] In der Figur 1 ist eine Vorrichtung dargestellt, die für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Die Brennkraftmaschine ist mit wenigstens einem Einspritzventil versehen, mit dem Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Auf den Kraftstoff wird ein Druck ausgeübt, der dazu geeignet ist, den Kraftstoff auch während der Verdichtungsphase der Brennkraft-

maschine in den Brennraum einzuspritzen.

[0015] Das Einspritzventil weist eine Düsennadel auf, die in dem Einspritzventil hin- und herbewegt werden kann. In einem geöffneten Zustand der Düsennadel wird der Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt, in einem geschlossenen Zustand wird kein Kraftstoff eingespritzt. Die Menge des eingespritzten Kraftstoffs hängt von der Stellung der Düsennadel in dem geöffneten Zustand ab.

[0016] Das Einspritzventil weist einen piezo-elektrischen Aktor auf, der zur Verstellung der Düsennadel vorgesehen ist. Zum Zwecke der Kopplung ist zwischen dem Aktor und der Düsennadel beispielsweise ein hydraulischer Koppler vorgesehen. Der Aktor kann mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt werden, die eine Änderung der Ausdehnung des Aktors zur Folge hat. Diese Änderung der Ausdehnung wird auf die Düsennadel übertragen, so dass die Düsennadel in ihren geöffneten Zustand übergeht.

[0017] Wie erwähnt wurde, ist die Menge des eingespritzten Kraftstoffs abhängig von der Stellung der Düsennadel. Diese Stellung ist wiederum abhängig von der Änderung der Ausdehnung des Aktors. Die Änderung der Ausdehnung ist schließlich abhängig von der Änderung derjenigen Spannung, die an dem Aktor anliegt. Die Menge des eingespritzten Kraftstoffs ist somit eine Funktion der Änderung der an dem Aktor anliegenden Spannung.

[0018] Gemäß der Figur 1 ist eine Spannungsversorgung UV vorgesehen, die mindestens zwei Spannungen zur Verfügung stellt, und zwar eine erste Spannung U1 und eine zweite Spannung U2. Ein Steuergerät SG steuert einen Schalter S an, mit dem eine der beiden Spannungen U1, U2 als Aktorspannung UA weitergeschaltet wird. Die Aktorspannung UA liegt an dem piezo-elektrischen Aktor A des beschriebenen Einspritzventils an. Die Spannungsversorgung UV und der Aktor A sind in der Figur 1 beispielhaft gegen Masse geschaltet.

[0019] In dem oberen Diagramm der Figur 2 ist die Aktorspannung UA über der Zeit t aufgetragen. Vor einem Zeitpunkt t1 ist die Größe der Aktorspannung UA nicht bekannt. Nach dem Zeitpunkt t1 weist die Aktorspannung UA den Wert der ersten Spannung U1 auf. Nach einem Zeitpunkt t2 weist die Aktorspannung UA den Wert der zweiten Spannung U2 auf. Die Differenz zwischen der ersten Spannung U1 und der zweiten Spannung U2 entspricht einer Spannung US.

[0020] Die erste Spannung U1 ist einerseits derart klein gewählt, dass die Düsennadel des Einspritzventils in jedem Fall nicht bewegt oder verstellt wird. Die erste Spannung U1 führt also nur zu einer Änderung der Ausdehnung des Aktors A, die gegebenenfalls eine Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers zur Folge hat. Weder die Änderung der Ausdehnung des Aktors A selbst, noch die Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers haben jedoch eine Veränderung der Stellung der Düsennadel innerhalb des Ein-

spritzventils zur Folge.

[0021] Die erste Spannung U1 kann insbesondere in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine bestimmt werden, beispielsweise in Abhängigkeit von dem auf den Kraftstoff einwirkenden Druck. Die erste Spannung U1 kann sich damit über der Zeit auch ändern.

[0022] Die erste Spannung U1 ist andererseits derart groß gewählt, dass ein Restpotential, das in dem Aktor A von seiner letzten Ansteuerung gegebenenfalls noch vorhanden ist, in jedem Fall überschritten wird. Ein derartiges Restpotential kann dadurch entstehen, dass der Aktor A nach einer Beaufschlagung mit einer Spannung nicht vollständig entladen wird.

[0023] Wird der Aktor A vor dem Zeitpunkt t1 beispielsweise dadurch abgeschaltet, dass er auf Masse gelegt wird, so ist es möglich, dass die Spannung an dem Aktor A im Zeitpunkt t1 noch nicht vollständig abgefallen ist. Daraus resultiert dann das vorgenannte Restpotential. Die Größe dieses Restpotentials ist - wie bereits erwähnt wurde - nicht bekannt, was in der Figur 1 durch die punktierte Linie vor dem Zeitpunkt t1 angedeutet ist.

[0024] Die zweite Spannung U2 wird wie folgt gewählt:

[0025] Wie erwähnt wurde, ist die Menge des eingespritzten Kraftstoffs eine Funktion der Änderung der an dem Aktor A anliegenden Spannung. Bei der Änderung der an dem Aktor A anliegenden Spannung handelt es sich um die Spannung US. Es wird damit in einem ersten Schritt bestimmt, welche Spannung US erforderlich ist, um die erwünschte Menge an einzuspritzendem Kraftstoff zu erhalten. In einem zweiten Schritt wird dann diese Spannung US zu dem ersten Spannung U1 hinzuaddiert. Es ergibt sich die zweite Spannung U2, die dann an den Aktor A angelegt wird.

[0026] Wesentlich ist, dass die für die erwünschte Kraftstoffmenge erforderliche Spannung US nicht alleine den Aktor A beaufschlagt, sondern dass die Summe aus der Spannung US und der ersten Spannung U1 an den Aktor A angelegt wird. Damit wird erreicht, dass an dem Aktor A in jedem Fall - also unabhängig von jeglichem, möglicherweise vorhandenen Restpotential - eine Änderung der Spannung erfolgt, und zwar um diejenige Spannung US, die für die erwünschte Kraftstoffmenge erforderlich ist.

[0027] In dem unteren Diagramm der Figur 2 ist die Stellung E der Düsennadel des Einspritzventils über der Zeit t aufgetragen. Mit dem Bezugszeichen O ist der geöffnete Zustand der Düsennadel bzw. des Einspritzventils und mit dem Bezugszeichen Z der geschlossene Zustand gekennzeichnet. Dabei hängt, wie bereits erwähnt wurde, die exakte Stellung der Düsennadel innerhalb des Einspritzventils in dem geöffneten Zustand von der an dem Aktor A angelegten Spannung ab.

[0028] Wie aus der Figur 2 zu entnehmen ist, befindet sich die Düsennadel vor dem Zeitpunkt t2 in ihrem geschlossenen Zustand. Insbesondere während der Zeit-

dauer dt_1 von dem Zeitpunkt t_1 bis zu dem Zeitpunkt t_2 ändert sich die Stellung der Düsennadel nicht aus ihrem geschlossenen Zustand.

[0029] Die Zeitdauer dt_1 ist derart gewählt, dass Einschwingvorgänge, die aufgrund der ersten Spannung U_1 der daraus resultierenden Änderung der Ausdehnung des Aktors A und der daraus gegebenenfalls sich ergebenden Änderung des Zustands des hydraulischen Kopplers in irgend einer Weise innerhalb des Einspritzventils entstanden sind, in jedem Fall weitgehend abgeklungen sind.

[0030] Wie erläutert wurde, hat die in dem Zeitpunkt t_2 an den Aktor A zusätzlich angelegte Spannung U_S zur Folge, dass sich die Düsennadel des Einspritzventils in ihren geöffneten Zustand bewegt, und zwar entsprechend der erwünschten, einzuspritzenden Kraftstoffmenge. Diese Bewegung bzw. Verstellung der Düsennadel erfolgt aufgrund von Trägheiten des gesamten Systems verzögert, und zwar gemäß der Figur 2 etwa nach einer Zeitdauer dt_2 nach dem Zeitpunkt t_2 .

[0031] Es wird darauf hingewiesen, dass die in der Figur 2 im oberen Diagramm dargestellten Spannungen, wie auch die im unteren Diagramm dargestellten Zustände bzw. Stellungen der Düsennadel des Einspritzventils stark schematisiert sind. Tatsächlich verändern sich die gezeigten Größen nicht sprunghaft, sondern kurvenförmig, insbesondere in der Form von Exponentialfunktionen.

[0032] Weiterhin wird allgemein auf folgendes verwiesen:

[0033] Piezoaktoren können mit Spannungsregelung, Ladungsregelung oder Energieregulierung betrieben werden. Unabhängig davon sind bestimmte Spannungen U_1 , U_2 nötig, um mit einem vorgegebenen Strom und einer vorhandenen elektrischen Kapazität des Aktors einen Hub zu stellen. Der Hub wird dann in weiteren Einspritzimpulsen auf einen Sollwert geregelt. Dabei wird ein bestimmter Strom aufgeprägt und es wird eine bestimmte Deltaspannung U_2-U_1 und die Kenntnis über die Spannung U_1 benötigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einem Einspritzventil in einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem eine Düsennadel des Einspritzventils von einem piezo-elektrischen Aktor (A) verstellt wird, und bei dem der Aktor (A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U_1) beaufschlagt wird, die keine Verstellung der Düsennadel des Einspritzventils hervorruft, und dass der Aktor (A) nach einer Zeitdauer (dt_1) mit einer zweiten Spannung (U_2) beaufschlagt wird, die die Verstellung

der Düsennadel hervorruft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spannung (U_2) derart gewählt wird, dass die Differenz zwischen der zweiten und der ersten Spannung (U_2, U_1) etwa derjenigen Spannung (U_S) entspricht, mit der der Aktor (A) für eine erwünschte Verstellung der Düsennadel angesteuert werden muss.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Spannung (U_1 in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine eingestellt wird, insbesondere in Abhängigkeit von dem auf den Kraftstoff einwirkenden Druck.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitdauer (dt_1) derart gewählt wird, dass Einschwingvorgänge innerhalb des Einspritzventils ausreichend abgeklungen sind.
5. Computerprogramm mit Programmbefehlen, die dazu geeignet sind, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 durchzuführen, wenn sie auf einem Computer ausgeführt werden.
6. Computerprogramm nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf einem digitalen, elektronischen Speichermedium, insbesondere einem Flash-Memory abgespeichert ist.
7. Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum, mit einer Düsennadel innerhalb des Einspritzventils, mit einem piezo-elektrischen Aktor (A) zum Verstellen der Düsennadel, und mit einem Steuergerät (SG), mittels dem der Aktor (A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät (SG) derart ausgebildet ist, dass der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U_1) beaufschlagt wird, die keine Verstellung der Düsennadel des Einspritzventils hervorruft, und dass der Aktor (A) nach einer Zeitdauer (dt_1) mit einer zweiten Spannung (U_2) beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft.
8. Steuergerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum versehen ist, sowie mit einer Düsennadel innerhalb des Einspritzventils, sowie mit einem piezo-elektrischen Aktor (A) zum Verstellen der Düsennadel, und wobei mittels dem Steuergerät (SG) der Aktor

(A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät (SG) derart ausgebildet ist, dass der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U1) beaufschlagt wird, die keine Verstellung der Düsennadel des Einspritzventils hervorruft, und dass der Aktor (A) nach einer Zeitdauer (dt1) mit einer zweiten Spannung (U2) beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft.

5

10

15

20

25

30

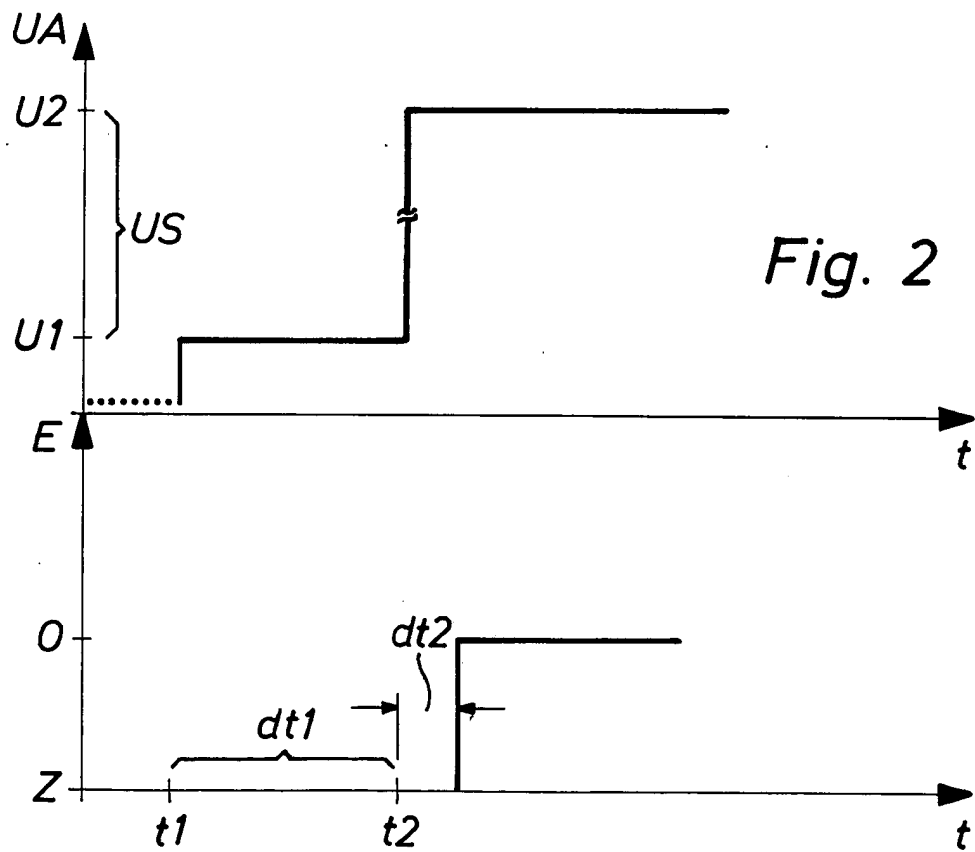
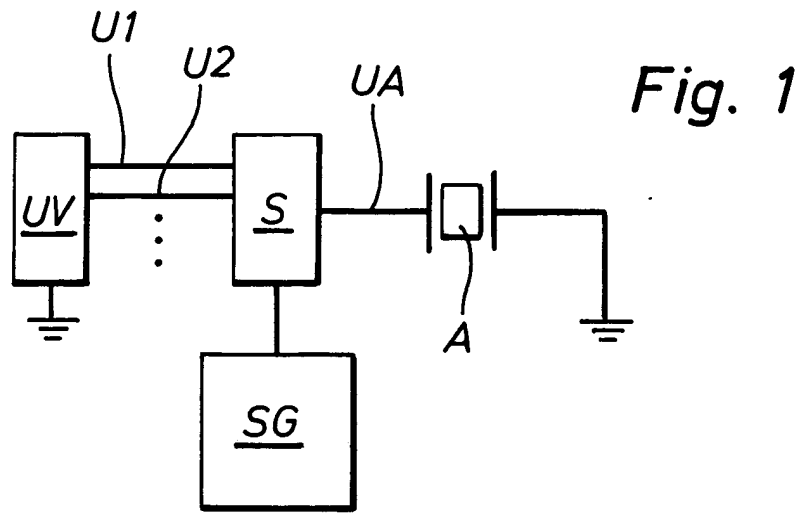
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 9204

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 2002/011762 A1 (STEFANI ALEXANDER ET AL) 31. Januar 2002 (2002-01-31) * Absatz [0023] * * Absatz [0027] * ---	1,7	F02D41/20 H01L41/04
A	WO 01 63121 A (DELPHI TECH INC) 30. August 2001 (2001-08-30) * Seite 13, Zeile 16 - Zeile 28 * ---	1,7	
A	US 4 732 129 A (SAKAKIBARA YASUYUKI ET AL) 22. März 1988 (1988-03-22) * Spalte 12, Zeile 59 - Spalte 13, Zeile 20 * * Spalte 15, Zeile 61 - Spalte 16, Zeile 62 * -----	1,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02D H01L F02M
Recherchenort MÜNCHEN	Abschlußdatum der Recherche 22. Oktober 2003	Prüfer Pileri, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 00 9204

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-10-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002011762 A1	31-01-2002	DE 19903555 A1	10-08-2000
		WO 0045046 A1	03-08-2000
		EP 1147307 A1	24-10-2001
		JP 2002535559 T	22-10-2002

WO 0163121 A	30-08-2001	US 6420817 B1	16-07-2002
		EP 1169568 A1	09-01-2002
		WO 0163121 A1	30-08-2001

US 4732129 A	22-03-1988	JP 61237861 A	23-10-1986
		JP 1982425 C	25-10-1995
		JP 6105062 B	21-12-1994
		JP 61241438 A	27-10-1986
		JP 61271881 A	02-12-1986

EPO FORM P0461

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