



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14, F02P 5/152**

(21) Anmeldenummer: **05012638.2**

(22) Anmeldetag: **13.06.2005**

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

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Attard, Patrick, Dr.**
Naxxar NXR 05 (MT)
• **Herweg, Rüdiger, Dr.**
73734 Esslingen (DE)

(30) Priorität: **16.06.2004 DE 102004029006**

(54) **Signalauswerteverfahren für Ionenstrommessung in Dieselmotoren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Signalauswerteverfahren für eine Ionenstrommessung in einem Dieselmotor mit einer Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK). Erfindungsgemäß wird ein aktuelles Ausgabesignal (I_s)

der Ionenstrommessung mit einer Übertragungsfunktion einer Rußcharakteristik der Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK) gefiltert, falls eine verrußte Glüh- und Ionenstromkerze (GK) erkannt wird.

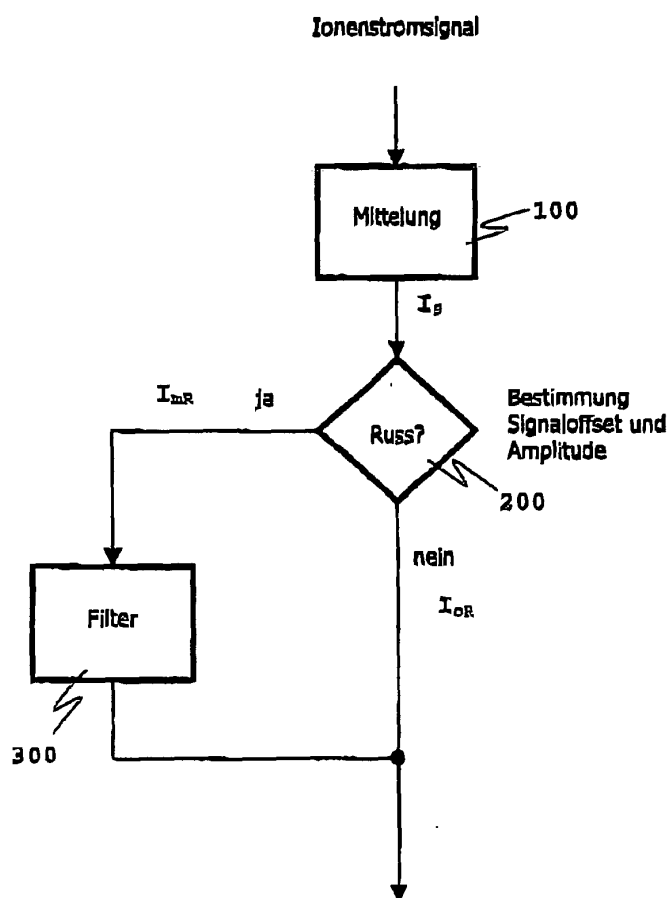


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Signalauswerteverfahren für Ionenstrommessungen im Dieselmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] In der EP 1 329 630 A2 wird eine Glüh- und Ionenstrommessvorrichtung für einen Dieselmotor beschrieben, bei der im Glühbetrieb eine Glühspannung und im Messbetrieb eine Messspannung an einer Glühkerze anliegt. Im Messbetrieb wird ein Ionenstrom gemessen, über den Verbrennungsverhältnisse in den Zylindern des Dieselmotors ermittelt werden können.

[0003] Durch Rußablagerungen auf oder an der Glühkerze mit einem integrierten Ionenstromsensor, die nachfolgend auch als Glüh- und Ionenstrommesskerze bezeichnet wird, kann es zu einer Verschlechterung des Messsignals und damit zu Problemen bei der Signalauswertung kommen. Die Rußablagerungen bestehen aus Kohlenstoffmolekülen, die sich auch im Brennraum und auf der Glühkerze absetzen. Da Kohlenstoff ein guter elektrischer Leiter ist, wird das Ausgabesignal teilweise kurzgeschlossen. Die Rußpartikel können durch eine genügend große Temperatur abgebrannt werden. Da sich das Heizelement in der Regel an der Spitze der Glühkerze befindet, können die für den Kurzschluss verantwortlichen Rußpartikel durch einen Glühvorgang der Glühkerze nicht immer vollständig verbrannt werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Signalauswerteverfahren für Ionenstrommessungen im Dieselmotor anzugeben, welches auch bei einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze gute Ergebnisse liefert.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch Bereitstellung eines Signalauswerteverfahrens für Ionenstrommessungen mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0006] Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Erfindungsgemäß wird ein aktuelles Ausgabesignal einer Ionenstrommessung mit einer Übertragungsfunktion einer Rußcharakteristik der Glüh- und Ionenstrommesskerze gefiltert, wenn eine verrußte Glüh- und Ionenstromkerze erkannt wird. Durch die Filterung wird in vorteilhafter Weise ein durch die Verrußung der Glüh- und Ionenstrommesskerze verursachter Signaloffset herausgefiltert. Dadurch können die gemessenen Ionenstromsignale auch bei einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze zur Ermittlung der Verbrennungsverhältnisse in Brennräumen von Zylindern eines Dieselmotors ausgewertet werden.

[0008] In Ausgestaltung des Signalauswerteverfahrens wird die Übertragungsfunktion durch einen Vergleich eines ersten Ausgabesignals der Ionenstrommessung, das mit einer nicht verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze gemessen wird, mit einem zweiten Ausgabesignal der Ionenstrommessung, das mit einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze gemessen

wird, ermittelt.

[0009] Die Übertragungsfunktion wird beispielsweise im Frequenzbereich durch eine Division des ersten Ausgabesignals durch das zweite Ausgabesignal bestimmt.

[0010] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Signalauswerteverfahrens wird das aktuell gemessene Ionenstromsignal mittels einer Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert, dort mit der ermittelten Übertragungsfunktion multipliziert und anschließend wieder in den Zeitbereich zurück transformiert.

[0011] In Ausgestaltung des Signalauswerteverfahrens wird eine verrußte Glüh- und Ionenstrommesskerze durch eine Auswertung der Amplitude des aktuell gemessenen Ionenstromsignals erkannt, wenn ein Signaloffset einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

[0012] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

[0013] Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm für einen Teil eines Signalauswerteverfahrens

Fig. 2 ein Ersatzschaltbild einer Glüh- und Ionenstrommesskerze,

Fig. 3 eine schematische Darstellung von Signalverläufen einer Ionenstrommessung mit entsprechendem Druckverlauf, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung von Signalverläufen einer Ionenstrommessung mit Filterung.

[0014] Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, wird ein gemessener Ionenstrom im Schritt 100 gemittelt und durch eine Auswertung der Amplitude wird im Schritt 200 überprüft, ob eine für die Ionenstrommessung benutzte Glüh- und Ionenstrommesskerze GK verrußt ist oder nicht. Übersteigt ein Signaloffset beispielsweise einen vorgegebenen Schwellwert, dann wird auf eine verrußte Glüh- und Ionenstrommesskerze GK geschlossen und der gemessene Ionenstrom mit Ruß I_{mR} wird im Schritt 300 mit einer Übertragungsfunktion gefiltert und zur weiteren Auswertung zur Ermittlung der Verbrennungsverhältnisse in Brennräumen eines Dieselmotors ausgegeben. Wird festgestellt, dass die Glüh- und Ionenstrommesskerze nicht verrußt ist, dann wird der gemessene Ionenstrom ohne Ruß I_{oR} zur weiteren Auswertung zur Ermittlung der Verbrennungsverhältnisse in Brennräumen eines Dieselmotors ausgegeben.

[0015] Die Übertragungsfunktion wird durch einen Vergleich eines ersten Ausgabesignals I_{oR} der Ionenstrommessung, das mit einer nicht verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze GK gemessen wird, mit einem zweiten Ausgabesignal I_{mR} der Ionenstrommessung ermittelt, das mit einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze GK gemessen wird. Die Übertragungsfunktion wird beispielsweise durch eine Division des ersten Ausgabesignals I_{oR} durch das zweite Ausgabesignal

I_{mR} im Frequenzbereich bestimmt und repräsentiert die Rußcharakteristik der Glüh- und Ionenstrommesskerze GK im Frequenzbereich. Mit Hilfe dieser Übertragungsfunktion kann der durch die Verrußung der Glüh- und Ionenstrommesskerze verursachte Signaloffset herausgefiltert werden, so dass auch die Ionenstromsignale I_{mR} , die mit der verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze GK gemessen werden, ausgewertet werden können.

[0016] Zur Aufbereitung wird das aktuell gemessene Ionenstromsignal I_S mittels einer Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert, dort mit der ermittelten Übertragungsfunktion multipliziert und anschließend wieder in den Zeitbereich zurück transformiert.

[0017] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, umfasst die Schaltung zur Ionenstrommessung einen Meaawiderstand R_M , der in Reihe mit der Glüh- und Ionenstrommesskerze GK geschaltet ist und mit einer Gleichspannung V_S versorgt wird. Die Glüh- und Ionenstrommesskerze GK wird durch die dargestellte Ersatzschaltung repräsentiert, die einen Ionenstromwiderstand R_{IC} , einen Rußwiderstand R_S und eine Kapazität C_P umfasst, wobei der Ionenstromwiderstand R_{IC} und der Rußwiderstand R_S variable Widerstände sind. Der Rußwiderstand R_S verändert sich mit dem Druck, während der Ionenstromwiderstand R_{IC} sich mit dem Flammentyp innerhalb des Brennraums und mit der Nähe der Flamme zur Glüh- und Ionenstrommesskerze GK selbst verändert. Die Kapazität C_P ist wegen des großen Abstandes zwischen der Glühkerzenspitze und dem Zylinderkopf sehr klein und kann bei den niedrigen Messfrequenzen vernachlässigt werden.

[0018] Fig. 3 zeigt eine Messung des Ionenstroms I_{mR} mit einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze GK und den dazugehörigen Druckverlauf innerhalb der Brennkammer eines zylinders. Im dargestellten Meesbeispiel wurden 127 Perioden gemessen und gemittelt. Ein Offset ist aus der Fig. 3 deutlich ersichtlich und erklärt die Auswirkungen des Rußbelags auf den Ionenstrom. Diese Vorgänge können durch die in Fig. 2 dargestellte Ersatzschaltung modelliert werden. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, steigt die Signalamplitude des Ionenstroms I_{mR} im Bereich eines Kurbelwellenwinkels von 0° an, nimmt im Bereich von 10° etwas ab und steigt dann wieder an. Da Ruß aus Kohlenstoffpartikeln besteht, nimmt die Dichte der Kohlenstoffpartikel mit steigendem Umgebungsdruck zu und mit der Zunahme der Dichte nimmt auch die Leitfähigkeit der Rußpartikel, wie beispielsweise auch bei einem Kohlenstoffmikrophon zu. Der Anfangsteil der Stromkurve korreliert daher mit der Druckkurve im Brennraum des zugehörigen Zylinders.

[0019] Fig. 4 zeigt ein erstes normiertes Stromsignal I_{oR} , welches mit einer Glüh- und Ionenstrommesskerze GK ohne Rußablagerungen aufgenommen ist und ein gefiltertes Stromsignal I_{mR} , welches mit einer Glüh- und Ionenstrommesskerze GK mit Rußablagerungen aufge-

nommen ist. Zur Filterung des Stromsignals I_{mR} wird die beschriebene Übertragungsfunktion angewendet und die Rußcharakteristik der Glüh- und Ionenstrommesskerze GK aus dem Ionenstromsignal I_{mR} entfernt. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, zeigt das resultierende gefilterte Ionenstromsignal I_{mR} eine gute Korrelation mit dem Ionenstromsignal I_{oR} ohne Ruß,

10 Patentansprüche

1. Signalauswerteverfahren für eine Ionenstrommessung in einem Dieselmotor mit einer Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK),
dadurch gekennzeichnet,
dass ein aktuelles Ausgabesignal (I_S) der Ionenstrommessung mit einer Übertragungsfunktion einer Rußcharakteristik der Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK) gefiltert wird, falls eine verrußte Glüh- und Ionenstromkerze (GK) erkannt wird.
2. Signalauswerteverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Übertragungsfunktion durch einen Vergleich eines ersten Ausgabesignals (I_{oR}) der Ionenstrommessung, das mit einer nicht verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK) gemessen wird, mit einem zweiten Ausgabesignal (I_{mR}) der Ionenstrommessung ermittelt wird, das mit einer verrußten Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK) gemessen wird.
3. Signalauswerteverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Übertragungsfunktion durch eine Division im Frequenzbereich des ersten Ausgabesignals (I_{oR}) durch das zweite Ausgabesignal (I_{mR}) bestimmt wird.
4. Signalauswerteverfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das aktuell gemessene Ionenstromsignal (I_S) mittels einer Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert, dort mit der ermittelten Übertragungsfunktion multipliziert und anschließend wieder in den Zeitbereich zurück transformiert wird.
5. Signalauswerteverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine verrußte Glüh- und Ionenstrommesskerze (GK) durch eine Amplitudenauswertung des aktuell gemessenen Ionenstromsignals (I_S) erkannt wird, wenn ein Signaloffset einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

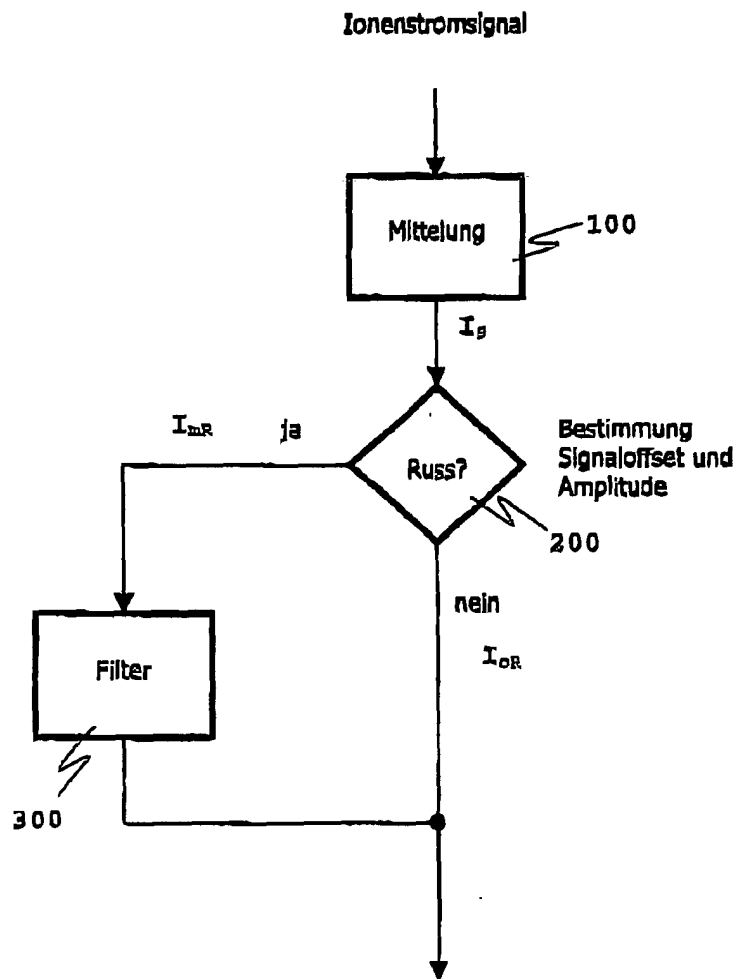


Fig. 1

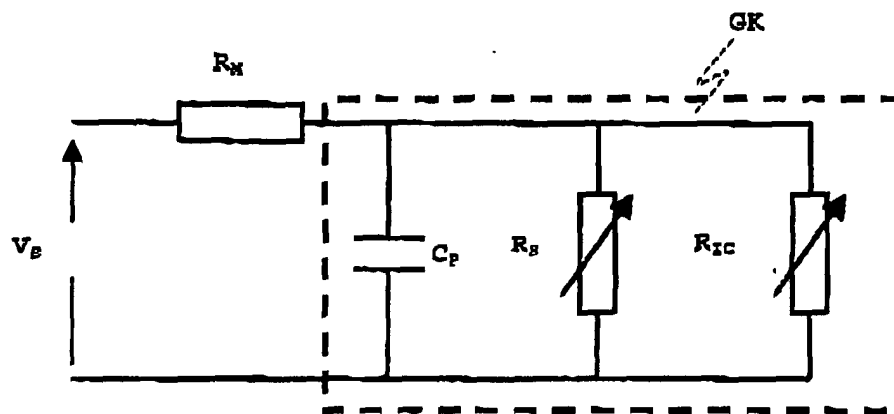


Fig. 2

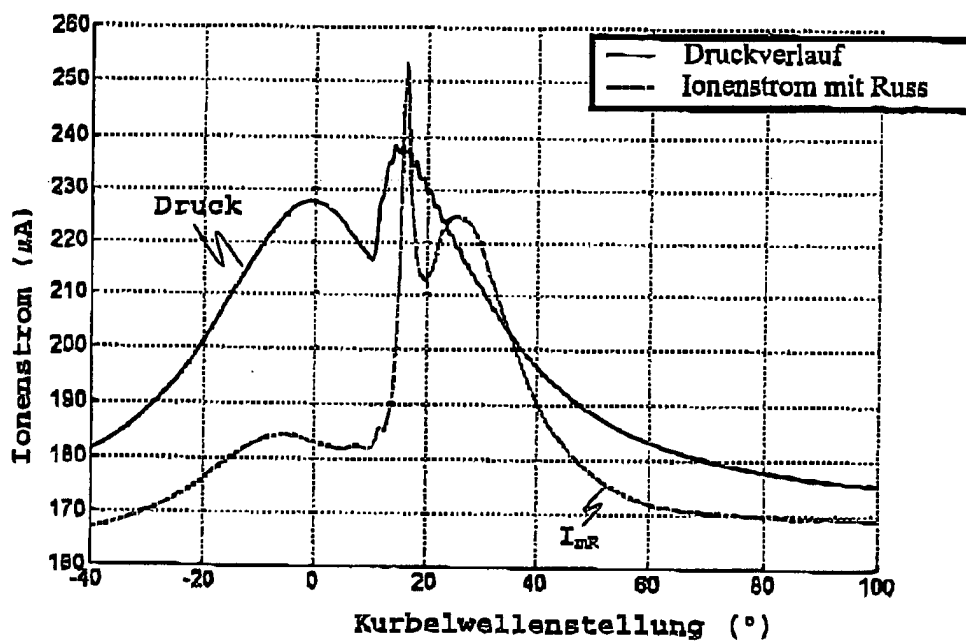


Fig. 3

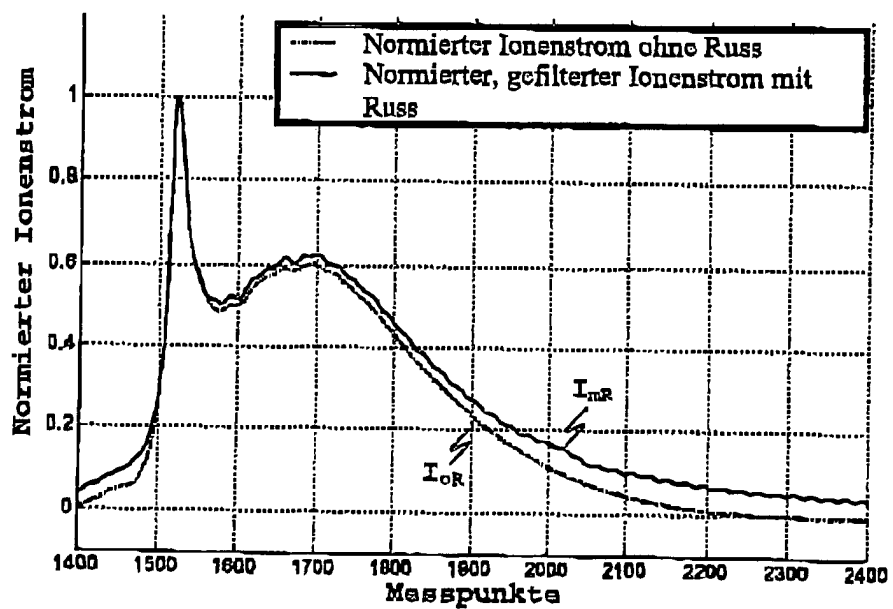


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 2638

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 132 596 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 12. September 2001 (2001-09-12) * Absätze [0010], [0022], [0031], [0032]; Abbildung 1 *	1,2,5	F02D41/14 F02P5/152
X	DE 100 28 884 A1 (VOLKSWAGEN AG) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) * Absätze [0017] - [0021]; Abbildung 1 *	1,2,5	
A	US 6 328 016 B1 (TAKAHASHI YASUHIRO ET AL) 11. Dezember 2001 (2001-12-11) * Spalte 13, Zeile 67 - Spalte 14, Zeile 4; Abbildung 1 *	1-5	
A	US 2002/069696 A1 (HATAZAWA YASUYOSHI ET AL) 13. Juni 2002 (2002-06-13) * Absätze [0014], [0015], [0055], [0056]; Abbildungen 4,11 *	1,5	
A	WO 99/61771 A (MECEL AB; DELCO ELECTRONICS CORPORATION; GLAVMO, MAGNUS; SPADAFORA, PE) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) * Seite 3, Zeilen 16,27-29; Abbildungen 1,2 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02D F02P
A	DE 199 24 680 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 7. Dezember 2000 (2000-12-07) * Seite 2, Zeilen 48-51; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2005	Prüfer Ulivieri, E
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 Patentedokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 05 01 2638

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.

20-07-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1132596 A	12-09-2001	DE 10011619 A1 EP 1132596 A2	13-09-2001 12-09-2001
DE 10028884 A1	13-12-2001	KEINE	
US 6328016 B1	11-12-2001	JP 2001082304 A DE 10013826 A1	27-03-2001 29-03-2001
US 2002069696 A1	13-06-2002	JP 3523542 B2 JP 2001090647 A DE 10021569 A1 FR 2798960 A1	26-04-2004 03-04-2001 05-04-2001 30-03-2001
WO 9961771 A	02-12-1999	WO 9961771 A1 DE 69807532 D1 DE 69807532 T2 EP 1082533 A1	02-12-1999 02-10-2002 16-01-2003 14-03-2001
DE 19924680 A1	07-12-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

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