(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 971 103 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.01.2000 Patentblatt 2000/02

(51) Int. Cl.[7]: **F01N 3/20**, F01N 3/08

(21) Anmeldenummer: **99112535.2**

(22) Anmeldetag: **01.07.1999**

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

(30) Priorität: **07.07.1998 DE 19830275**

(71) Anmelder: **ADAM OPEL AG**
65423 Rüsselsheim (DE)

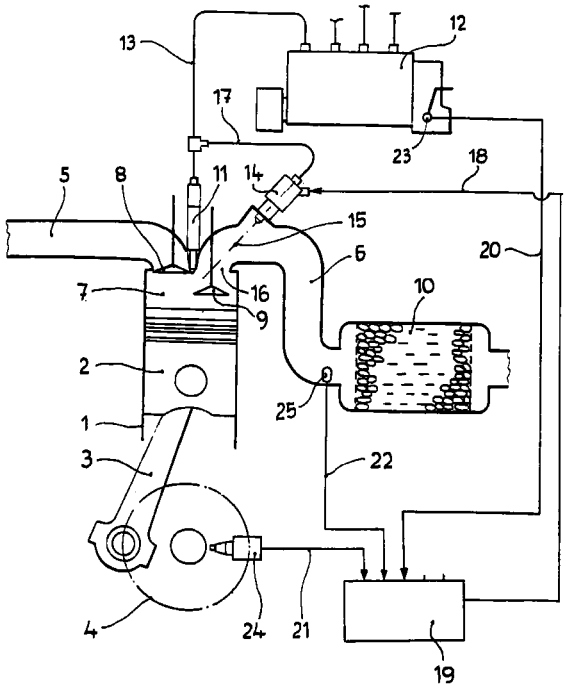
(72) Erfinder:
Von Brand, Heinz-Ewo, Dipl.-Ing.
55545 Bad Kreuznach (DE)

(74) Vertreter:
Kümpfel, Heinz, Dipl.-Ing. et al
Adam Opel AG,
Patentwesen / 80-34
65423 Rüsselsheim (DE)

Bemerkungen:
Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung der Beschreibung liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(54) Selbstzündende Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen

(57) Die Erfindung betrifft eine selbstzündende Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen. Zur Reduzierung der NOx-Bestandteile des Abgases ist ein Reduktionskatalysator (10) vorgesehen. Als Reduktionsmittel dient Dieselkraftstoff, der durch eine im Abgasrohr (6) angeordnete spezielle Einspritzdüse (14), dosiert durch eine Steuereinheit (19), so eingebracht wird, daß er in dünnem Strahl (15) auf die Öffnung (16) des sich nach einem Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine öffnenden Auslaßventils (9) gerichtet ist. Der so eingebrachte Kraftstoff wird durch Kracken und Verdampfen optimal als Reduktionsmittel für die Reduktion der im Reduktionskatalysator (10) gespeicherten NOx-Anteile des Abgases aufbereitet.



EP 0 971 103 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Eine derartige Brennkraftmaschine ist mit EP 0 488 386 beschrieben. Bei dieser bekannten Brennkraftmaschine ist zur Reduzierung der schädlichen Bestandteile des Abgases ein im Abgassystem auf ceolytischer Basis aufgebauter Katalysator vorgesehen, welcher unter bestimmten Bedingungen die im Abgasstrom befindlichen NOx-Anteile binden und bei Zuführung eines Reduktionsmittels zu weniger schädlichen Stoffen reduzieren kann. Dabei ist es bekannt, als Reduktionsmittel Kohlenwasserstoffe, z. B. auch den für den motorischen Betrieb eingesetzten Dieselkraftstoff zu verwenden.

[0003] Dabei hat sich jedoch herausgestellt, daß bei einer direkten Zuführung von Kohlenwasserstoffen in den Abgasstrom vor dem Katalysator - wie z. B. in WO 98/07 497 A1 beschrieben - eine nur unzureichende Reduktion der NOx-Anteile des Abgases erfolgt. Ein besserer Effekt tritt ein, wenn der als Reduktionsmittel eingesetzte Dieselkraftstoff durch Erhitzen gekrackt wird. Um dies mit einer üblichen Einspritzanlage zu erreichen, wird gemäß EP 0 488 386 eine bestimmte Menge Dieselkraftstoff in dem Moment dem Ansaugrohr zugeführt, bei dem eine Überschneidung der Ventilöffnung von Einlaß- und Auslaßventil auftritt. Während dieser Zeit soll der in das Ansaugrohr eingebrachte Kraftstoff mit den heißen Abgasen im Brennraum in Kontakt kommen, gekrackt werden und dann zusammen mit den Abgasen dem Katalysator zugeführt werden. Ein ausreichender Gasstrom vom Einlaßkanal durch den Brennraum in den Abgaskanal bei der Überschneidung der Ventilöffnungszeiten stellt sich bei einer Hubkolbenbrennkraftmaschine aber nur bei relativ hohen Drehzahlen ein. Somit kann eine solche Abgasreinigungsanlage auch nur bei solchen Drehzahlen wirksam sein.

[0004] Nach EP 0 708 230 ist es bekannt, einem Reduktionskatalysator Kraftstoff in dosierter Menge über einen fremd geheizten Verdampfer direkt als Reduktionsmittel zuzuführen. Durch die Erhitzung des Kraftstoffes im Verdampfer kann eine gute Reaktion im Katalysator erreicht werden. Allerdings ist der Aufwand und der Energieverbrauch für einen fremd geheizten Verdampfer erheblich. Da als Verdampfer ein poröser Hohlkörper vorgeschlagen wird, besteht auch die Gefahr des Zusetzens der Poren nach längerem Betrieb. Außerdem ist ein als Sinterkörper ausgebildeter poröser Hohlkörper den ständig wechselnden Temperaturen auf Dauer nicht gewachsen. Er wird vorzeitig zerstört. Um eine unzureichende Verdampfung des Kraftstoffs in einem porösen Hohlkörper zu vermeiden, wird mit DE 196 25 447 vorgeschlagen, als Verdampfer eine Hülse aus Metall zu verwenden. Nachteilig ist bei einer solchen Einrichtung der weiterhin bestehende hohe Energieverbrauch für den Verdampfungsvorgang.

[0005] Nach EP 0 621 400 ist es auch bekannt, eine zugemessene Menge Dieselkraftstoff als Reduktionsmittel für eine Abgasnachbehandlungseinrichtung durch eine Nacheinspritzung mittels der für die motorische Verbrennung vorgesehenen Einspritzdüse in den Brennraum einzubringen, und zwar zu einem Zeitpunkt, bei dem die Verbrennung des durch die primäre Einspritzung eingebrachten Kraftstoffes nahezu oder vollständig abgeschlossen ist. Eine derartige Maßnahme ist technisch aber nur mit einer aufwendigen Steuerung der Einspritzcharakteristik, z. B. mittels einer Common Rail Einspritzanlage - wie auch durch EP 0 784 738 vorgeschlagen - realisierbar.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Art zu schaffen, bei der mit relativ einfacher Technik eine Aufkrackung des als Reduktionsmittel zur NOx-Reduktion zugeführten Kraftstoffes in allen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine möglich ist.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Durch das Einspritzen einer zugemessenen Dieselkraftstoffmenge als Reduktionsmittel zur Reduktion von NOx-Anteilen des Abgases in einem im Abgasstrang angeordneten Reduktionskatalysator über eine begrenzte Zeit in die von einem Auslaßventil nach einem Arbeitsspiel des betreffenden Zylinders der Brennkraftmaschine freigegebene Öffnung wird der Kraftstoff mit dem sauerstoffarmen und im Bereich der Ventilöffnung stark bewegten Abgas gründlich vermischt. Die dem Abgas innewohnende Wärme verdampft den Kraftstoff nicht nur, sondern krackt ihn auch auf, so daß ein sehr reaktionsfreudiges Reduktionsmittel im Katalysator zur Verfügung steht.

[0009] Es kann zwar an der Auslaßseite jedes Zylinders der Brennkraftmaschine eine Einspritzdüse zum Einspritzen von Kraftstoff als Reduktionsmittel vorgesehen sein; im allgemeinen wird es für die Bereitstellung von Reduktionsmittel ausreichend sein, nur an einem Zylinder oder an einigen Zylindern solche zusätzlichen Einspritzdüsen vorzusehen, so daß der technische Aufwand für die Bereitstellung eines optimal aufbereitenden Reduktionsmittels gering bleibt.

[0010] Eine besonders innige Vermischung von heißem Abgas und eingespritztem sowie wirkungsvoll aufgekracktem Dieselkraftstoff wird erzielt, wenn der Kraftstoff als dünner Strahl direkt in die vom Auslaßventil freigegebene Öffnung entgegen dem ausströmenden Abgas in Richtung des Brennraumes des jeweiligen Zylinders gespritzt wird.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

[0012] Die einzige Figur der Zeichnung zeigt in sche-

matisierter Form eine selbstzündende Brennkraftmaschine. In einem Zylinder 1 ist ein Kolben 2 geführt, der über eine Pleuelstange 3 mit einer Kurbelwelle 4 verbunden ist. Der Zylinder 1 ist nach oben mit einem Zylinderkopf verschlossene, in welchem ein Einlaßkanal 5 und ein Auslaßkanal 6 angeordnet sind, die mit einem über dem Kolben 2 befindlichen Brennraum 7 in Verbindung stehen. Der Einlaßkanal 5 ist mittels eines Einlaßventils 8 und der Auslaßkanal 6 mittels eines Auslaßventils 9 steuerbar. Einlaßventil 8 und Auslaßventil 9 werden in bekannter Weise mit einer Nockenwelle (nicht dargestellt) betätigt. An den Auslaßkanal 6 schließt sich ein Abgassystem mit einem Reduktionskatalysator 10 an. Im Zylinderkopf ist mittig eine Kraftstoffeinspritzdüse 11 angeordnet. Eine Kraftstoffeinspritzpumpe 12 liefert durch eine Einspritzleitung 13 Kraftstoff unter Druck an die Kraftstoffeinspritzdüse 11. Im Auslaßkanal 6 ist eine Einspritzdüse 14 so angeordnet, daß ihr Strahl 15 auf die vom Auslaßventil 9 zum Brennraum 7 hin freigegebene Öffnung 16 gerichtet ist. Die Einspritzdüse 14 wird über eine Druckleitung 17 mit unter Druck stehendem Kraftstoff versorgt. Die Einspritzdüse 14 ist mittels einer Steuerleitung 18 verbunden mit einer elektronischen Steuereinheit 19. Die Steuereinheit 19 wird über Leitungen 20, 21, 22 von Sensoren 23, 24, 25 mit Signalen von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine versorgt, wie z. B. die Betriebslast, die Drehzahl und den Katalysatorzustand. Dem Reduktionskatalysator 10 ist im Verlauf des Abgassystems stromab ein weiterer Katalysator (nicht gezeichnet) nachgeschaltet.

[0013] Die beim Betrieb einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, insbesondere einer solchen mit Direkteinspritzung, entstehenden NOx-Anteile des Abgases lagern sich am Reduktionskatalysator 10 an und werden solange gespeichert, bis von der Steuereinheit 19 erkannt wird, daß eine Reduktion der gespeicherten NOx-Anteile erforderlich ist. Dazu wird von der Steuereinheit 19 veranlaßt, daß von der Einspritzdüse 14 über eine kurze Dauer Kraftstoff in bemessener Menge als Reduktionsmittel in den heißen Abgasstrom an der gerade vom Auslaßventil 9 freigegebenen Öffnung 16 des Auslaßkanals 6 in dünnem Strahl 15 entgegen der Richtung des Abgasstromes eingespritzt wird. Dieser Kraftstoff wird in dem sauerstoffarmen Abgas nicht verbrennen, sondern durch Wärme und im Abgas befindliche Radikale zumindest teilweise gekrackt und vollständig verdampft.

[0014] Der so vorbehandelte Kraftstoff gelangt zusammen mit dem Abgas in den Reduktionskatalysator 10 und wirkt in diesem als Reduktionsmittel für die angelagerten NOx-Anteile. Im Reduktionskatalysator 10 bilden sich Reaktionen zwischen den NOx-Molekülen und den hoch reaktiven Kohlenwasserstoffbruchstücken des gekrackten Kraftstoffes, was zur Reduktion der NOx-Moleküle in Stickstoff und Sauerstoff führt. Verbleibende Anteile von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid werden im nachgeschalteten weiteren Katalysator zu unschädlichen Bestandteilen umgewandelt.

[0015] Der besondere Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß mit relativ einfachen technischen Mitteln, die auch an eine bisher ohne Reduktionskatalysator und mit üblicher Einspritzung arbeitende Dieselbrennkraftmaschine nachrüstbar sind, eine hochwirksame Aufbereitung von Dieselkraftstoff zu einem Reduktionsmittel ermöglicht wird.

Patentansprüche

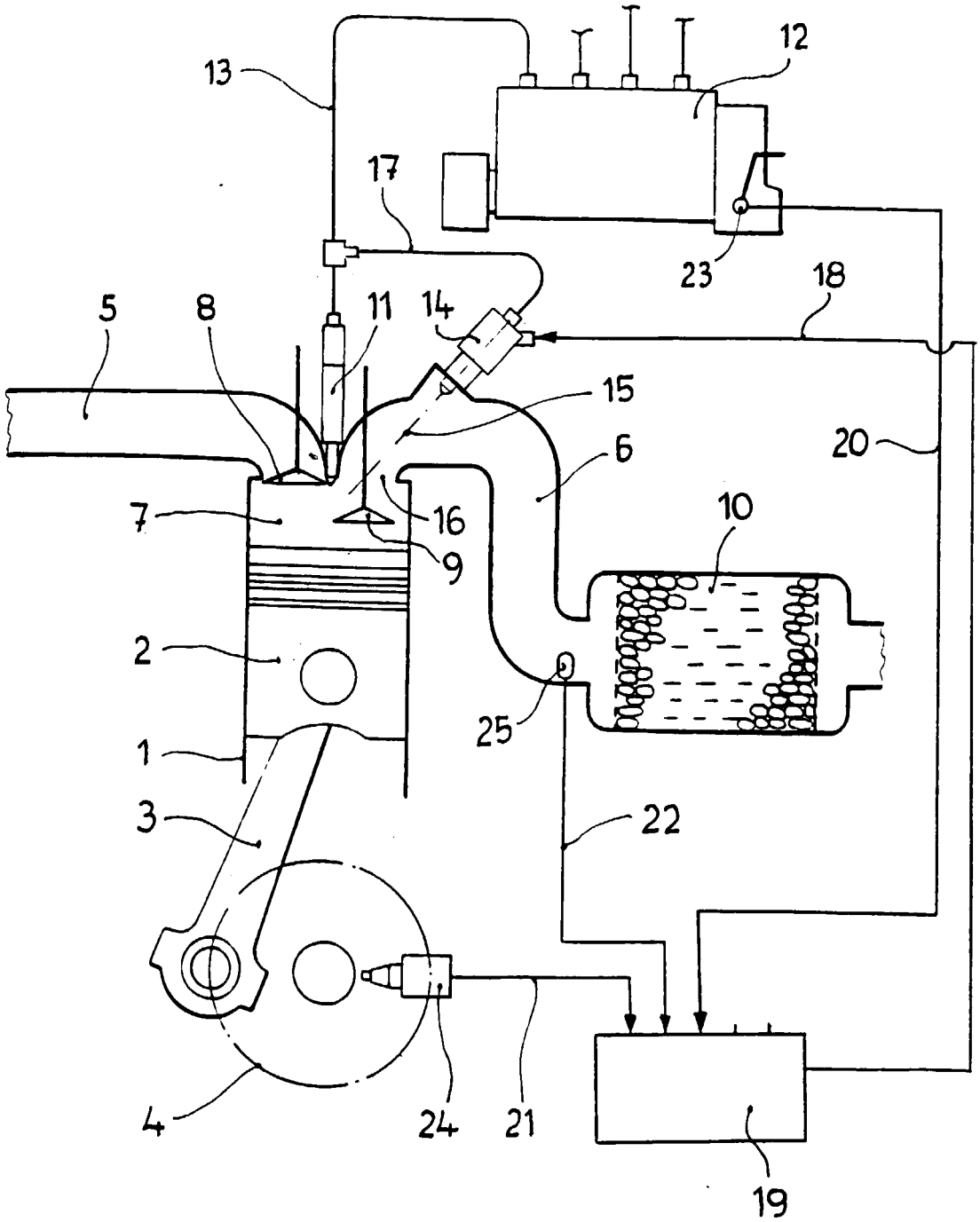
1. Selbstzündende Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung zum Nachbehandeln von Abgasen, mit mindestens einem Zylinder und einem darin beweglich geführten Kolben, einem über dem Kolben befindlichen Verbrennungsraum mit mindestens einem Einlaßventil und einem Auslaßventil, einen zum Einlaßventil führenden Einlaßkanal und einen vom Auslaßventil zu einem Abgassystem führenden Auslaßkanal, einem im Abgassystem angeordneten Reduktionskatalysator zur Reduktion von NOx-Bestandteilen des Abgases, mit einer ersten Einrichtung zum dosierten Einspritzen von Kraftstoff in den Verbrennungsraum sowie einer zweiten von einer Einspritzdüse und einem Zumeßsystem gebildeten Einrichtung zum dosierten Einbringen von Kraftstoff als Reduktionsmittel in den Strom des dem Reduktionskatalysator zugeführten Abgases in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und des Reduktionskatalysators, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einspritzdüse (14) der zweiten Einrichtung den zugemessenen Kraftstoff in den Bereich zumindest eines sich nach einem Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine öffnenden Auslaßventils (9) spritzt.

2. Selbstzündende Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß an jedem Zylinder (1) der Brennkraftmaschine eine Einspritzdüse (14) zum Einspritzen von Kraftstoff in dem Bereich eines sich nach einem Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine öffnenden Auslaßventils (16) vorgesehen ist.

3. Selbstzündende Brennkraftmaschinen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils für eine Gruppe von Zylindern (1) eine Einspritzdüse (14) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Bereich eines sich nach einem Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine öffnenden Auslaßventils (9) vorgesehen ist.

4. Selbstzündende Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einspritzdüse (14) der zweiten Einrichtung den zugemessenen Kraftstoff durch die von einem Auslaßventil (9) nach einem Arbeitsspiel der Brenn-

kraftmaschine freigegebene Öffnung (16) entgegen dem ausströmenden Abgas in den Brennraum (7) des jeweiligen Zylinders (1) spritzt.


13
12
17
23
18
5
8
11
14
15
6
20
7
16
9
10
2
25
1
3
22
4
24
21
19

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 2535

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 323 (M-1624), 20. Juni 1994 (1994-06-20) & JP 06 074022 A (ISUZU MOTORS LTD), 15. März 1994 (1994-03-15) * Zusammenfassung * ---	1,3	F01N3/20 F01N3/08
X	DE 196 46 643 C (DAIMLER BENZ AG) 12. Februar 1998 (1998-02-12) * Spalte 4, Zeile 48 - Zeile 56; Abbildungen 1-3 * * Spalte 5, Zeile 40 - Zeile 45 * ---	1,2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 304 (M-526), 16. Oktober 1986 (1986-10-16) & JP 61 116013 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 3. Juni 1986 (1986-06-03) * Zusammenfassung * -----	4	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
F01N

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	13. Oktober 1999	Torle, 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 : nichtschriftliche 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 99 11 2535

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.

13-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 06074022 A	15-03-1994	KEINE	
DE 19646643 C	12-02-1998	FR 2755624 A	15-05-1998
		GB 2319192 A,B	20-05-1998
		IT 1295857 B	28-05-1999
		US 5907950 A	01-06-1999
JP 61116013 A	03-06-1986	EP 0158887 A	23-10-1985
		EP 0321451 A	21-06-1989
		US 4835964 A	06-06-1989
		US 4719751 A	19-01-1988

EPO FORM P0461

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