



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.10.2004 Patentblatt 2004/41**

(51) Int Cl.7: **F02P 15/12**, F02D 41/06,  
F02N 17/00, F02P 3/045

(21) Anmeldenummer: **04100978.8**

(22) Anmeldetag: **10.03.2004**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Galtier, Frédéric, Dr.**  
**34070 Montpellier (FR)**  
• **Zhang, Hong**  
**93105 Tegernheim (DE)**

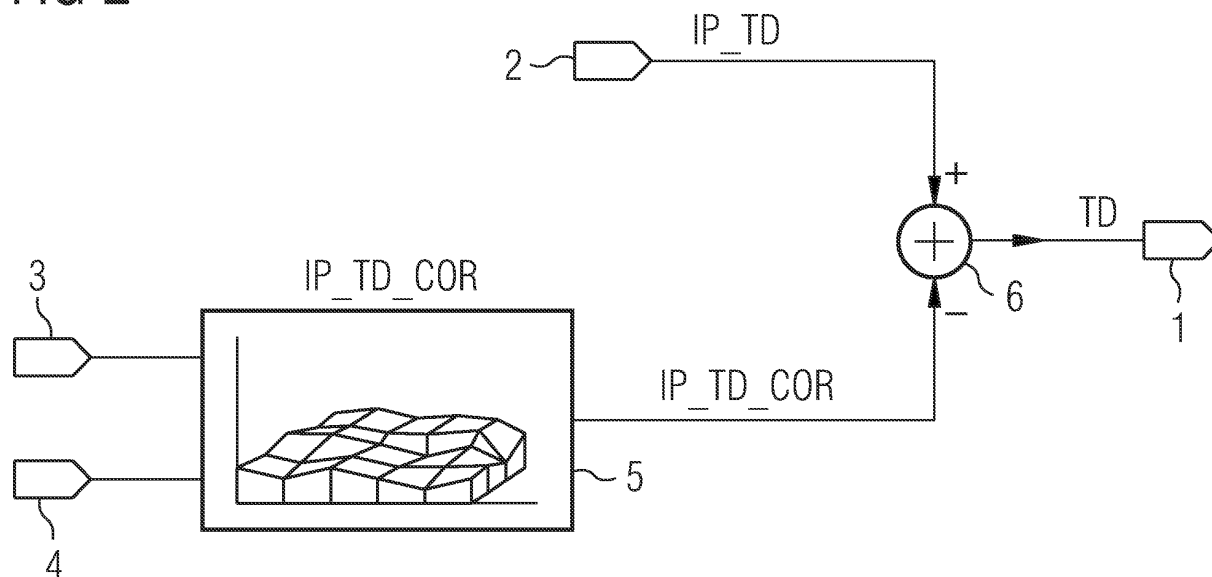
(30) Priorität: **03.04.2003 DE 10315283**

(54) **Verfahren zum Optimieren der Zündung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches für Direktstarts einer Brennkraftmaschine**

(57) Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird für jeden Direktstart (Instant-Start) aus einem Standardwert (IP\_TD) für die Zündenergie mittels einer vorgege-

benen Korrekturfunktion (5) ein korrigierter Wert (IP\_TD\_COR) für die Zündenergie ermittelt und die Zündung des Gemisches mit einer Zündenergie entsprechend diesem korrigierten Wert durchgeführt.

**FIG 2**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Optimieren der Zündung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches für Direktstarts einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung.

**[0002]** Unter einem Direktstart, im englischen als "Instant-Start" oder "Fast-Start" bezeichnet, versteht man den Startvorgang einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung ohne Benutzung eines herkömmlichen elektrischen Anlassers. Nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine erfolgt der Wiederstart dadurch, dass in einen Zylinder eine bestimmte Kraftstoffmenge unter Druck eingespritzt wird, der Kraftstoff mit der im Zylinder befindlichen Luft ein zündfähiges Gemisch bildet, dieses Gemisch durch einen Zündvorgang (üblicherweise den Funken einer Zündkerze) zur Explosion gebracht und die Brennkraftmaschine durch das dabei entstehende Drehmoment in Gang gesetzt wird.

**[0003]** Derartige Startverfahren sind bekannt und beispielsweise in der DE 197 41 294 A1 und DE 197 43 492 A1 beschrieben. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil einer Start-Stopp-Strategie für die Brennkraftmaschine und kommen vor allem im Stadtbetrieb zum Einsatz (Stop and Go). Sie dienen der Kraftstoffersparnis und der Vermeidung bzw. Verminderung von Schadstoffemissionen.

**[0004]** Es versteht sich, dass zum Herbeiführen eines Direktstarts ganz bestimmte Bedingungen erfüllt sein müssen. Eine dieser Bedingungen ist, für eine einwandfreie Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches zu sorgen. Es ist bekannt, dass die zum Erzeugen eines zufriedenstellenden Zündfunkens erforderliche Zündenergie von dem Druck und der Turbulenz im Brennraum ab hängt. Während eines Direktstarts sind jedoch Druck und Turbulenz im Brennraum deutlich verschieden von denen während eines normalen Betriebs der Brennkraftmaschine. Die bei normalem Betrieb der Brennkraftmaschine eingesetzte Zündenergie führt daher bei einem Direktstart möglicherweise nur zu unbefriedigenden Ergebnissen.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Optimieren der Zündenergie für Direktstarts einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung anzugeben.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 definierte Verfahren gemäß der Erfindung gelöst.

**[0007]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird für jeden Direktstart aus einem im Normalbetrieb verwendeten Standardwert für die Zündenergie mittels einer vorgegebenen Korrekturfunktion ein korrigierter Wert für die Zündenergie ermittelt und die Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches mit einer Zündenergie entsprechend diesem korrigierten Wert durchgeführt.

**[0008]** Während Direktstarts ist der Druck im Brennraum des als ersten in Betrieb genommenen Zylinders vergleichsweise niedrig. Dieser gegenüber normalen Betriebszuständen verringerte Druck im Brennraum

führt zu anderen Verbrennungseigenschaften und/oder Betriebszuständen der Brennkraftmaschine. Um die Verbrennung und Zündfähigkeit des Luft-Kraftstoff-Gemisches zu verbessern, muss daher normalerweise eine größere Zündenergie als bei normalem Betrieb der Brennkraftmaschine aufgebracht werden. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Korrekturfunktion wird sichergestellt, dass für jeden Direktstart die optimale Zündenergie bereitgestellt wird, was besonders wichtig ist für die erste Verbrennung im ersten in Betrieb genommenen Zylinder.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist für jede Art von Zündsystemen einschließlich Flammstrahl-, Plasma- und Laser-Zündsystemen geeignet. Vorzugsweise wird es jedoch in Verbindung mit Spulenzündsystemen mit elektrischer Zündspule und Zündkerze verwendet. Bei Spulenzündsystemen wird die von der Zündspule an die Zündkerze abzugebende Energie durch die Eigenschaften und Ladezeit der Zündspule bestimmt. Da die Spuleneigenschaften unveränderlich sind, wird daher üblicherweise die Ladezeit der Zündspule zum Ändern der Zündenergie verwendet. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden daher als Standardwert und korrigierter Wert für die Zündenergie ein Standardwert und korrigierter Wert der Ladezeit der Zündspule verwendet.

**[0010]** Die vorgegebene Korrekturfunktion kann irgendeine Korrekturfunktion sein, wie sie zum Korrigieren und Anpassen anderer Betriebsparameter von Brennkraftmaschinen grundsätzlich bekannt ist. So kann die Korrekturfunktion beispielsweise aus einem mit dem Standardwert additiv oder multiplikativ verknüpften Korrekturwert oder auch aus einer Interpolation zweier beim Kalibrieren gewonnener Kennfelder bestehen. Im einfachsten Fall wird eine von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine unabhängige Korrekturfunktion, z. B. ein fester multiplikativer oder additiver Korrekturwert, verwendet. Zwecks Verfeinerung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Korrekturfunktion von Druck und/oder Temperatur des Luft-Kraftstoff-Gemisches im Brennraum der Brennkraftmaschine abhängig ist.

**[0011]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird sichergestellt, dass bei Direktstarts jeweils die richtige Zündenergie für eine sichere Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches bereitgestellt wird, um eine selbsterhaltende Verbrennung auszulösen. Dies wird im Fall eines Spulenzündsystems durch die erfindungsgemäß vorgesehene Korrektur der Ladezeit der Zündspule erreicht. Zusätzlich zu einer einwandfreien Zündung und Verbrennung des Gemisches wird durch das erfindungsgemäße Verfahren auch ein Schutz der Zündspule gegen Überhitzung erreicht. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass es in extrem einfacher Weise von dem elektronischen Betriebssteuergerät (EMS) durchgeführt werden kann. Selbst bei Anpassung der Korrekturfunktion an Druck

und/oder Temperatur des Gemisches im Brennraum ist nur ein relativ geringer Rechenaufwand des elektronischen Betriebssteuergerätes erforderlich.

**[0012]** Anhand der Zeichnungen werden weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm, in dem die Spannung  $V$  bzw. Energie  $E$  einer Zündspule über der Zeit  $t$  aufgetragen ist und das zur Erläuterung von mit der Ladezeit einer Zündspule zusammenhängenden Parametern dient, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0013]** In dem Diagramm der Fig. 1 stellt die Kurve  $a$  ein Spannungssignal dar, das eine bestimmte Aufladung einer Zündspule (nicht gezeigt) einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung anfordert. Die Aufladung der Zündspule beginnt somit im Zeitpunkt  $t_1$  und endet im Zeitpunkt  $t_2$ . Die Kurve  $b$  gibt hierbei die in der Zündspule erzeugte Energie wieder, welche gemäß der Kurve  $c$  in einem Energiestoß an die Zündkerze (nicht gezeigt) abgegeben wird, um einen entsprechenden Zündfunken zu erzeugen.

**[0014]** Die Zeitspanne  $t_2 - t_1$  stellt somit die Ladezeit  $TD$  (dwell time) der Zündspule dar, welche die Größe der in der Zündspule gespeicherten Energie bestimmt.

**[0015]** Es sei angenommen, dass die Zeitspanne  $t_2 - t_1$  den Standardwert für die Ladezeit  $IP\_TD$  im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine darstellt. Für einen Direktstart (Instant-Start) wird dieser Standardwert erfindungsgemäß korrigiert (normalerweise erhöht), um trotz des vergleichsweise niederen Drucks im Brennraum für eine einwandfreie Zündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches zu sorgen.

**[0016]** Die hierzu verwendete Korrekturfunktion besteht beispielsweise aus einem festen Korrekturfaktor. Beträgt z. B. der Standardwert für die Ladezeit 3 Millisekunden und der Korrekturfaktor 1,5, so beträgt die korrigierte Ladezeit 4,5 Millisekunden. Dem Diagramm der Fig. 1 lässt sich entnehmen, dass die korrigierte (erhöhte) Ladezeit zu einer entsprechenden Erhöhung der in der Zündspule erzeugten Energie führt.

**[0017]** Wie bereits eingangs erwähnt, kann die für den erfindungsgemäßen Zweck eingesetzte Korrekturfunktion irgendeine beliebige Korrekturfunktion sein, wie sie zur Korrektur anderer Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in großer Vielfalt bekannt sind. Insbesondere können statt eines multiplikativen Korrekturwertes auch ein additiver Korrekturwert, eine Interpolation zweier beim Kalibrieren gewonnener Kennfelder usw. verwendet werden.

**[0018]** Zur weiteren Verfeinerung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, eine Korrekturfunktion zu verwenden, die von bestimmten Betriebsparametern

der Brennkraftmaschine, insbesondere von Druck und Temperatur im Brennraum der Brennkraftmaschine während eines Direktstarts, abhängt. Fig. 2 veranschaulicht hierfür ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein additiver Korrekturfaktor von der Temperatur und dem Druck im Brennraum abhängt.

**[0019]** An einem Eingang 2 wird ein Standardwert  $IP\_TD$  der Ladezeit der Zündspule bei normalem Betrieb der Brennkraftmaschine eingegeben. Wird die Brennkraftmaschine in üblicher Weise mit Hilfe eines elektrischen Anlassers gestartet, so wird als Ladezeit  $TD$  der Zündspule der Standardwert  $IP\_TD$  verwendet.

**[0020]** Bei einem Direktstart wird dagegen der Standardwert  $IP\_TD$  der Ladezeit mit einem additiven Korrekturwert  $IP\_TD\_COR$  korrigiert. Dieser additive Korrekturwert wird einem beim Kalibrieren gewonnenen Kennfeld 5 entnommen, in dem der Korrekturwert über der Temperatur und dem Druck (Eingänge 3 und 4) aufgetragen ist. Die im Schritt 6 durch Addition gewonnene korrigierte Ladezeit  $TD$  steht dann am Ausgang 1 zwecks weiterer Verarbeitung zur Verfügung.

**[0021]** Auf diese Weise lässt sich für jeden Direktstart die Ladezeit und damit die Zündenergie für den Zündvorgang optimieren, um für eine einwandfreie Zündung des Gemisches, insbesondere bei der ersten Verbrennung zu sorgen, ohne unnötig viel Zündenergie zu verbrauchen. Die sich hieraus ergebenden Vorteile wie einwandfreie Verbrennung, Reduzierung von Schadstoffemissionen, Schutz der Zündspule usw. wurden bereits eingangs erläutert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren der Zündung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches für Direktstarts einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, bei dem für jeden Direktstart aus einem im Normalbetrieb verwendeten Standardwert für die Zündenergie mittels einer vorgegebenen Korrekturfunktion ein korrigierter Wert für die Zündenergie ermittelt und die Zündung des Gemisches mit einer Zündenergie entsprechend diesem korrigierten Wert durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfunktion unabhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfunktion abhängig von Druck und/oder Temperatur des Luft-Kraftstoff-Gemisches im Brennraum der Brennkraftmaschine bei dem jeweiligen Direktstart ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene

Korrekturfunktion aus einem mit dem Standardwert additiv oder multiplikativ verknüpften Korrekturwert besteht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene Korrekturfunktion aus einer Interpolation zweier beim Kalibrieren gewonnener Kennfelder besteht. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche für ein Spulenzündsystem mit Zündspule und Zündkerze, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Standardwert und korrigierter Wert für die Zündenergie ein Standardwert und ein korrigierter Wert der Ladezeit der Zündspule verwendet werden. 10  
15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

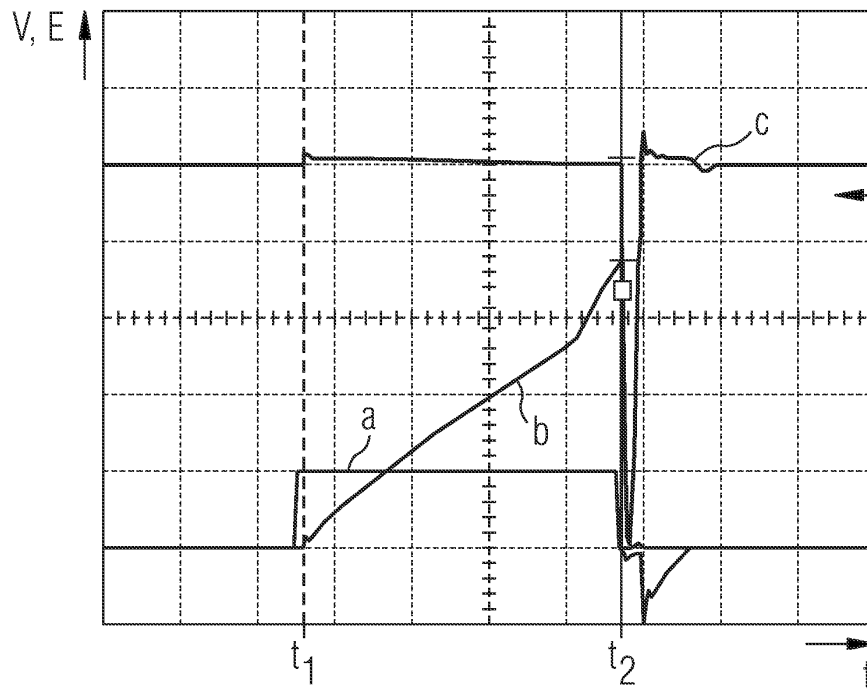
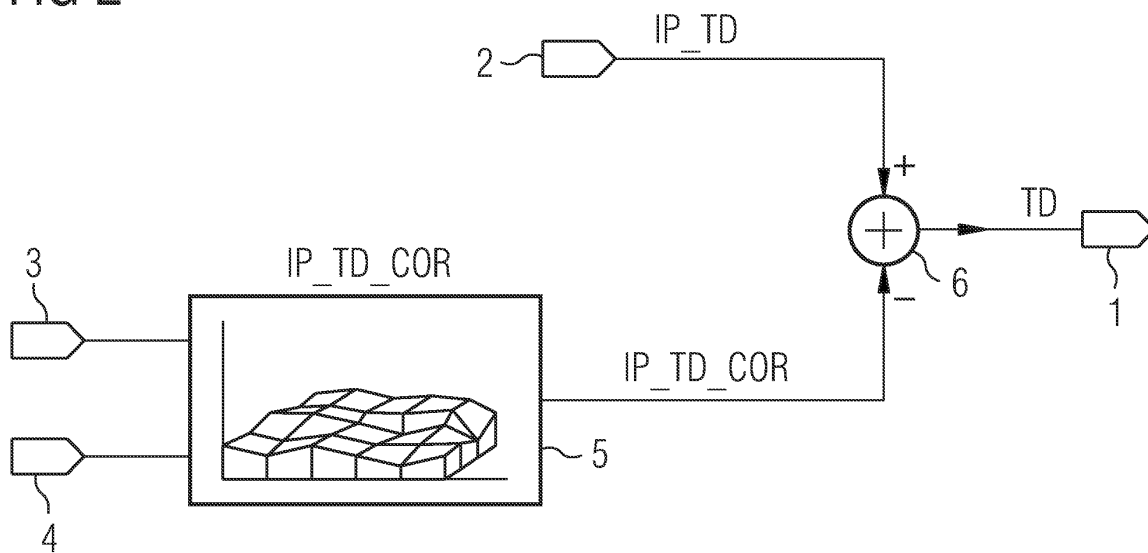


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 04 10 0978

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 48 051 A (SCHUBERT MARIO) 6. Mai 1999 (1999-05-06)	1-6	F02P15/12 F02D41/06
Y	* Spalte 1, Zeile 22-46 * * Spalte 3, Zeile 1-3 * * Spalte 3, Zeile 43-58 * * Ansprüche 1,2 *	6	F02N17/00 F02P3/045
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 257 (M-256), 16. November 1983 (1983-11-16) & JP 58 140475 A (NIPPON DENSO KK), 20. August 1983 (1983-08-20) * Zusammenfassung *	1-6	
Y	--- EP 1 284 363 A (NISSAN MOTOR) 19. Februar 2003 (2003-02-19) * Ansprüche 1,2; Abbildungen 7,8,10 *	1-6	
D,Y	--- DE 197 43 492 A (BOSCH GMBH ROBERT) 15. April 1999 (1999-04-15) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02D F02P F02N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Juli 2004</b>	Prüfer <b>Ulivieri, E</b>
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 04 10 0978

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.

06-07-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19748051	A	06-05-1999	DE	19748051 A1	06-05-1999
-----					
JP 58140475	A	20-08-1983	KEINE		
-----					
EP 1284363	A	19-02-2003	JP	2003056439 A	26-02-2003
			EP	1284363 A2	19-02-2003
			US	2003034008 A1	20-02-2003
-----					
DE 19743492	A	15-04-1999	DE	19743492 A1	15-04-1999
			FR	2769048 A1	02-04-1999
			GB	2329937 A ,B	07-04-1999
			JP	11159374 A	15-06-1999
			US	6050232 A	18-04-2000
-----					

EPO FORM P0461

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