



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 607 589 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(51) Int Cl.7: **F01L 1/34**, F01L 1/344

(21) Anmeldenummer: **05012085.6**

(22) Anmeldetag: **04.06.2005**

(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: **LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG**
77815 Bühl (DE)

(30) Priorität: **09.06.2004 DE 102004028094**

(72) Erfinder:
• **Stork, Holger, Dr.**
77815 Bühl (DE)
• **Nguyen, Minh Nam**
77815 Bühl (DE)

(54) **Verstellvorrichtung zum Verstellen der relativen Drehvinkellage einer Nockenwelle gegen der einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine**

(57) Eine Verstellvorrichtung (1) für die Drehwinkel-
lage der Nockenwelle (3) einer Hubkolben-Verbren-
nungsmaschine relativ zur Kurbelwelle weist ein Ver-
stellgetriebe auf, das als Dreiwellengetriebe mit einer
kurbelwellenfesten Antriebswelle, einer nockenwellenfe-
sten Abtriebswelle und einer Verstellwelle ausgebildet
ist. Die Verstellwelle ist drehfest mit dem Rotor eines

Verstellmotors verbunden. Zum Begrenzen des Ver-
drehwinkels zwischen der Nockenwelle und der Kurbel-
welle weist die Verstellvorrichtung Anschläge (4,5) auf.
Der Verstellmotor ist in einen Regelkreis (6) geschaltet,
der zur Regelung der Phasengeschwindigkeit des Ver-
drehwinkels ausgebildet ist.

EP 1 607 589 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung für die Drehwinkellage der Nockenwelle einer Hubkolben-Verbrennungsmaschine relativ zur Kurbelwelle, mit einem Verstellgetriebe, das als Dreiwellengetriebe mit einer kurbelwellenfesten Antriebswelle, einer nockenwellenfesten Abtriebswelle und einer Verstellwelle ausgebildet ist, die drehfest mit dem Rotor eines Verstellmotors verbunden ist, wobei die Verstellvorrichtung Anschläge zum Begrenzen des Verdrehwinkels zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle aufweist.

[0002] Eine Verstellvorrichtung der eingangs genannten Art mit einem Umlaufgetriebe als Verstellgetriebe und einem EC-Motor als Verstellmotor ist aus der Praxis bekannt. Die Vorrichtung weist ein Nockenwellenzahnrad auf, das über eine Antriebskette mit einem drehfest auf der Kurbelwelle der Verbrennungsmaschine angeordneten Zahnrad in Antriebsverbindung steht. Dabei ist das Nockenwellenzahnrad verdrehbar auf der Nockenwelle gelagert und drehfest mit der Antriebswelle des Verstellgetriebes verbunden. Die Abtriebswelle des Verstellgetriebes ist drehfest auf der Nockenwelle angeordnet und die Verstellwelle steht mit dem Rotor des Verstellmotors in Antriebsverbindung. Der Stator des Verstellmotors ist fest mit dem Motorblock der Hubkolben-Verbrennungsmaschine verschraubt. Bei stillstehender Antriebswelle liegt zwischen der Verstellwelle und der Abtriebswelle eine durch das Verstellgetriebe vorgegebene Getriebeübersetzung vor, die so genannte Standgetriebeübersetzung. Wenn sich die Verstellwelle dreht, vergrößert bzw. verkleinert sich je nach Drehrichtung der Verstellwelle relativ zum Nockenwellenzahnrad die Getriebeübersetzung zwischen der Antriebs- und der Abtriebswelle. Dadurch ergibt sich eine Veränderung der Drehwinkellage der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle. Die Nockenwellenverstellvorrichtung ermöglicht im Vergleich zu einer entsprechenden Hubkolben-Verbrennungsmaschine ohne eine Nockenwellenverstellvorrichtung eine bessere Zylinderfüllung der Verbrennungsmaschine, wodurch Kraftstoff eingespart, der Schadstoffausstoß reduziert und/oder die Ausgangsleistung der Verbrennungsmaschine erhöht werden kann.

[0003] Damit auch beim Auftreten eines eventuellen Störfalles in der Verstellvorrichtung die Motorfunktion des Verbrennungsmotors aufrechterhalten werden kann, ist mit der kurbelwellenfesten Antriebswelle ein Anschlagelement verbunden, das in Gebrauchstellung mit nockenwellendrehfesten Gegenanschlagelementen zusammenwirkt. Durch die Anschläge wird der Verdrehwinkel der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle auf einen in der Praxis sinnvollen Wertebereich begrenzt. Die Anschlag- und Gegenanschlagelemente sind derart angeordnet, dass sich eine definierte Phasenlage ergibt, wenn ein Gegenanschlagelement gegen das Anschlagelement positioniert ist. Der Verstellmotor ist mit einer Ansteuerungseinrichtung verbunden, welche in bestimmten Situationen, wie zum Beispiel nach dem Starten des

Verbrennungsmotors, das Anschlagelement gegen ein Gegenanschlagelement positioniert, um einen Phasenabgleich durchzuführen. Dabei wird der Verstellmotor über eine Endstufe pulsweitenmoduliert mit einem vorgegebenen Puls-Pausen-Verhältnis angesteuert. Dies hat jedoch den Nachteil, dass der Verstellmotor je nach vorliegender Batteriespannung und Motortemperatur unterschiedlich bestromt wird und deshalb unterschiedliche Drehmomente und Drehzahlen erreicht. Beim Positionieren des Anschlagelements gegen das Gegenanschlagelement kann es deshalb zu einem Verschleiß oder sogar einer Beschädigung des Anschlagelements und/oder Gegenanschlagelements kommen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verstellvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Standzeit bzw. Lebensdauer ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Verstellmotor in einen Regelkreis geschaltet ist, der zur Regelung der Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels ausgebildet ist.

[0006] In vorteilhafter Weise ist die Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels dadurch unabhängig von den jeweiligen Betriebsbedingungen des Verstellmotors, so dass das mit der kurbelwellenfesten Antriebswelle verbundene Anschlagelement stets etwa mit derselben Geschwindigkeit gegen das mit der nockenwellenfesten Abtriebswelle des Verstellgetriebes verbundene Gegenanschlagelement positioniert wird. Dabei entspricht die Phasengeschwindigkeit vorzugsweise der maximalen Verdrehgeschwindigkeit, bei welcher der Anschlag sicher nicht beschädigt wird.

[0007] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt zwischen der Verstellwelle und der Abtriebswelle bei stillstehender Antriebswelle eine Standgetriebeübersetzung vor, wobei die Verstellvorrichtung eine Einrichtung zur Ausgabe eines Kurbelwellen-Drehzahlsignals und eine Einrichtung zur Ausgabe eines Drehzahlsignals für die Rotordrehzahl ω_{Em} des Verstellmotors aufweist, wobei diese Einrichtungen mit einer Signalverarbeitungseinrichtung verbunden sind, die zur Bildung eines Sollwert-Signals für die Rotordrehzahl aus dem Kurbelwellen-Drehzahlsignal, der Standgetriebeübersetzung und einem Sollwert für die Phasengeschwindigkeit ausgebildet ist, und wobei das Sollwert-Signals mit einem Rotordrehzahl-Sollwerteingang des Regelkreises verbunden ist. Die Phasengeschwindigkeit v kann nach der Formel

$$v = (\omega_{Cnk} - 2 \cdot \omega_{Em}) / i_g$$

bestimmt werden, wobei ω_{Cnk} die Drehzahl der Kurbelwelle, ω_{Em} die Rotordrehzahl des Verstellmotorrotors und i_g die Standgetriebeübersetzung bedeuten. Aus der gewünschten Phasengeschwindigkeit v_{Tgt} wird zu jedem Zeitpunkt die dafür notwendige Zielgeschwindigkeit

$$\omega_{Em,Tgt} = (\omega_{Cnk} - i_g \cdot v_{Tgt}) / 2$$

berechnet. Somit können die bei einer Hubkolben-Verbrennungsmaschine mit einer Verstellvorrichtung für die Drehwinkellage der Nockenwelle meist sowieso vorhandenen Sensoren zum Messen der Kurbelwelldrehzahl und der Rotordrehzahl des Verstellmotors für die Regelung der Phasengeschwindigkeit mitgenutzt werden.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Regelkreis mit Hilfe eines Betriebsartenumschalters zumindest zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart umschaltbar, wobei in der ersten Betriebsart die Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels und in der zweiten Betriebsart die Rotordrehzahl des Verstellmotors geregelt wird. Dabei kann die zweite Betriebsart bei einem Verbrennungsmotor, bei dem die Kurbelwelldrehzahl mit einem induktiven Sensor gemessen wird, der die Zähne eines auf der Kurbelwelle beispielsweise an einem Schwungrad angeordneten Zahnkranzes detektiert, beim Startvorgang des Verbrennungsmotors zur Anwendung kommen, solange der Sensor noch keinen Zahn des Zahnkranzes erkannt hat und/oder das Messsignal für die Kurbelwelldrehzahl aufgrund der geringen Drehzahl der Kurbelwelle noch relativ stark gestört ist.

[0009] Vorteilhaft ist, wenn der Regelkreis mit Hilfe des Betriebsartenumschalters in mindestens eine weitere Betriebsart umschaltbar ist, in welcher die Rotordrehzahl des Verstellmotors mit mindestens einem, von einem Regelparameter der zweiten Betriebsart abweichenden Regelparameter, geregelt wird. Die Regelparameter für die Regelung der Rotordrehzahl des Verstellmotors können dadurch an den jeweiligen Betriebszustand des Verstellmotors angepasst werden, so dass die Rotordrehzahl weitgehend unabhängig von den Betriebsbedingungen des Verstellmotors und insbesondere weitgehend unabhängig von der Temperatur des Getriebeöls des Verstellgetriebes geregelt werden kann.

[0010] Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist der Verstellmotor ein Elektromotor und der Regelkreis ist mit Hilfe des Betriebsartenumschalters in mindestens eine Betriebsart umschaltbar ist, in der die Betriebsspannung und/oder der Betriebsstrom des Verstellmotors geregelt wird. Die Regelung kann dann noch besser an die jeweiligen Betriebsbedingungen des Verstellmotors angepasst werden.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Betriebsartenumschalter mindestens einen Eingang für ein vom Betriebszustand der Hubkolben-Verbrennungsmaschine abhängiges Betriebszustandssignal auf, wobei dieser Eingang mit einer Einrichtung zur Feststellung des Betriebszustands der Hubkolben-Verbrennungsmaschine verbunden ist, und wobei der Betriebsartenumschalter derart ausgebildet ist, dass die Betriebsart des Regelkreises in Abhän-

gigkeit von dem mindestens einen Betriebszustandssignal einstellt wird. Dabei kann die Betriebsart des Regelkreises beispielsweise in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur der Verbrennungsmaschine eingestellt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass die Betriebstemperatur des Verstellmotors und somit der elektrische Widerstand der Motorwicklung und die Getriebeöltemperatur des Verstellgetriebes von der Betriebstemperatur der Verbrennungsmaschine abhängig ist.

[0012] Vorteilhaft ist, wenn der Regelkreis eine Begrenzungseinrichtung für das Drehmoment des Verstellmotors aufweist, und wenn die Begrenzungseinrichtung vorzugsweise derart auf die beim Verstellen der Verstellwelle auftretenden Drehmomentwerte abgestimmt ist, dass eine Begrenzung des Drehmoments nur beim Positionieren gegen einen Anschlag auftritt. Durch diese Maßnahme wird die Leistungsaufnahme und somit die Erwärmung des Verstellmotors begrenzt, wenn die Verstellwelle gegen den Anschlag positioniert ist. Bei einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Verbrennungsmotor wird dabei außerdem auch die Batterie des Kraftfahrzeugs geschont. Die Begrenzung des Drehmoments kann beispielsweise in der Weise erfolgen, dass der Betriebsstrom und/oder die Betriebsspannung des Verstellmotors auf einen vorgegebenen Maximalwert begrenzt wird (werden).

[0013] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Verstellvorrichtung eine Anschlagerkennungseinrichtung auf, die einen ersten Eingang für das Phasengeschwindigkeitssignal und einen mit der Begrenzungseinrichtung verbundenen zweiten Eingang für ein Drehmoment-Begrenzungssignal aufweist, wobei die Anschlagerkennungseinrichtung derart ausgebildet ist, dass bei einem Begrenzen des Drehmoments des Verstellmotors und einer gleichzeitigen Abnahme der Phasengeschwindigkeit ein Positionieren der Nockenwelle gegen einen Anschlag detektiert wird. Die Anschlagerkennungseinrichtung ermöglicht es, auf einfache Weise das Positionieren der Verstellwelle gegen den Anschlag zu detektieren und mit Hilfe einer bekannten, dem Anschlag zugeordneten Referenzposition einen Phasenabgleich durchzuführen.

[0014] Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Verstellvorrichtung zum Verstellen der Drehwinkellage der Nockenwelle einer Hubkolben-Verbrennungsmaschine relativ zu deren Kurbelwelle,

Fig. 2 einen Regelkreis zur Regelung der Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle sowie zur Regelung der Drehzahl eines elektrischen Verstellmotors der Verstellvorrichtung,

Fig. 3 eine graphische Darstellung des Verlaufs des Phasenwinkels, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate der

- Phasenwinkel in Grad Kurbelwelle aufgetragen ist,
- Fig. 4 eine graphische Darstellung des Verlaufs eines Sollwertsignals und eines Istwertsignals für die Drehzahl des Verstellmotors, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate die Drehzahl in Umdrehungen pro Minute aufgetragen ist,
- Fig. 5 eine graphische Darstellung des Verlaufs der Drehzahl der Eingangswelle (durchgezogene Linie) und des Verlaufs der Nockenwellendrehzahl (strichlinierte Linie) eines Verstellgetriebes der Verstellvorrichtung, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate die Drehzahl in Umdrehungen pro Minute aufgetragen ist,
- Fig. 6 eine graphische Darstellung des Wicklungsstroms des Verstellmotors, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate die Stromstärke in Ampère aufgetragen ist, und
- Fig. 7 eine graphische Darstellung der Wicklungsspannung des Verstellmotors, wobei auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate die Spannung in Volt aufgetragen ist.

[0015] Eine im Ganzen mit 1 bezeichnete Verstellvorrichtung für die Drehwinkelage der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle einer in der Zeichnung nicht näher dargestellten Hubkolben-Verbrennungsmaschine weist ein Verstellgetriebe auf, das als Dreiwellegentriebe mit einer kurbelwellenfesten Antriebswelle, einer nockenwellenfesten Abtriebswelle und einer Verstellwelle ausgebildet ist. Das Verstellgetriebe kann ein Umlaufgetriebe sein, vorzugsweise ein Planetengetriebe.

[0016] Die Antriebswelle ist drehfest mit einem Nockenwellenzahnrad 2 verbunden, das in an sich bekannter Weise über eine Kette oder einen Zahnriemen mit einem auf der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors drehfest angeordneten Kurbelwellenzahnrad in Antriebsverbindung steht. Die Abtriebswelle ist drehfest mit der Nockenwelle 3 verbunden, die in Fig. 1 nur teilweise dargestellt ist. Die Verstellwelle ist drehfest mit dem Rotor eines Verstellmotors verbunden, der in Fig. 1 an der Rückseite der Verstellvorrichtung 1 angeordnet ist. Das Verstellgetriebe ist in der Nabe des Nockenwellenzahnrad 2 integriert.

[0017] Zum Begrenzen des Verdrehwinkels zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle weist die Verstellvorrichtung Anschläge auf, die durch ein fest mit der Antriebswelle verbundenes Anschlagelement 4 und Gegenanschlagelemente 5 gebildet sind. Die Gegenanschlagelemente 5 sind fest mit der Nockenwelle 3 verbunden und wirken in Gebrauchstellung mit dem Anschlagelement 4 zusammen.

[0018] Als Verstellmotor ist ein EC-Motor vorgesehen, der zur Regelung der Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels in einen in Fig. 2 schematisch darge-

stellten Regelkreis 6 geschaltet ist. Der Regelkreis 6 ist derart ausgelegt, dass im normalen Betrieb des Hubkolben-Verbrennungsmotors die Phasengeschwindigkeit beim Positionieren des Anschlagelements 4 gegen eines der Gegenanschlagelemente 5 jeweils derart eingestellt wird, dass der Anschlag sicher nicht beschädigt wird.

[0019] Zur Regelung der Phasengeschwindigkeit werden die Drehzahl ω_{Cnk} der Kurbelwelle und die Rotordrehzahl ω_{Em} des Verstellmotors mit Hilfe von Sensoren gemessen. Aus den so ermittelten Messsignalen und der bekannten Standgetriebeübersetzung i_g des Verstellgetriebes wird mit Hilfe einer Signalverarbeitungseinrichtung 7 ein Sollwert für die Rotordrehzahl $\omega_{Em,Tgt}$ des Verstellmotors berechnet:

$$\omega_{Em,Tgt} = (\omega_{Cnk} - i_g \cdot v_{Tgt}) / 2$$

[0020] Die Drehzahl ω_{Cnk} der Kurbelwelle wird zweckmäßigerweise mit Hilfe eines induktiven Sensors gemessen, der das Vorbeilaufen der Zähne eines auf der Kurbelwelle beispielsweise an einem Schwungrad angeordneten Zahnkranzes detektiert. Die Rotor-Drehzahl ω_{Em} des Verstellmotors wird vorzugsweise mit Hilfe von am Stator des EC-Motors angeordneten Magnetfeldsensoren gemessen, die das Vorbeilaufen von Magnetsegmenten detektiert, die am Umfang des permanentmagnetischen Rotors des EC-Motors angeordnet sind.

[0021] In Fig. 2 ist erkennbar, dass die Signalverarbeitungseinrichtung 7 einen Ausgang 8 für das Rotordrehzahl-Sollwertsignal $\omega_{Em,Tgt}$ aufweist, der mit einem Rotordrehzahl-Sollwerteingang 9 eines Reglers 10 verbunden ist. Der Regler 10 hat außerdem einen mit den Magnetfeldsensoren des EC-Motors verbundenen Istwert-Eingang 11, an dem ein Drehzahlmesssignal $\omega_{Em,Act}$ des Verstellmotors anliegt. In dem Regler 10 wird Rotordrehzahl-Sollwertsignal $\omega_{Em,Tgt}$ und dem Drehzahlmesssignal $\omega_{Em,Act}$ eine Regelabweichung gebildet. In Abhängigkeit von der Regelabweichung wird ein Signal I_{Ctrl} für den Wicklungsstrom des Verstellmotors derart gebildet, dass sich bei Ausgabe des entsprechenden Wicklungsstroms an den Verstellmotor die Regelabweichung reduziert. Das Signal I_{Ctrl} für den Wicklungsstrom wird mit Hilfe einer Strom-Begrenzungseinrichtung 12 auf einen zulässigen Wertebereich begrenzt.

[0022] Ein Ausgang der Strom-Begrenzungseinrichtung 12 ist mit einem Eingang eines I/U-Konverters 13 verbunden, welcher das begrenzte Wicklungsstromsignal in ein entsprechendes Signal für eine an die Wicklung des Verstellmotors anzulegende elektrische Spannung umformt. Diese wird mit Hilfe einer Spannungs-Begrenzungseinrichtung 14 auf einen zulässigen Wertebereich begrenzt und danach über eine in der Zeichnung nicht näher dargestellte Endstufe an die Wicklung des Verstellmotors angelegt.

[0023] Der Regelkreis ist mit Hilfe eines Betriebsartenumschalters 15 zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart umschaltbar. In der ersten Betriebsart wird die Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels und in der zweiten Betriebsart die Rotordrehzahl des Verstellmotors geregelt. Der Betriebsartenumschalter 15 hat einen Eingang 16 für ein vom Betriebszustand der Hubkolben-Verbrennungsmaschine abhängiges Betriebszustandssignal. Der Betriebsartenumschalter 15 ist derart ausgebildet, dass die Betriebsart des Regelkreises in Abhängigkeit von dem Betriebszustandssignal eingestellt wird. Die zweite Betriebsart, bei der die Rotordrehzahl des Verstellmotors geregelt wird, kommt während der Startphase des Verbrennungsmotors zur Anwendung, wenn das Messsignal für Kurbelwelldrehzahl noch nicht vorliegt oder noch mit relativ großen Störungen behaftet ist. Sobald die Drehzahl des Verbrennungsmotors einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, wird auf die erste Betriebsart umgeschaltet, um die Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels zu regeln.

[0024] In Fig. 3 bis 7 sind ein Istwertsignal für den Phasenwinkel (Fig. 3), die Signale für die Drehzahlen der drei Wellen des Verstellgetriebes (Fig. 4 und 5), die Signale für den Wicklungsstrom (Fig. 6) und die Wicklungsspannung (Fig. 7) anhand eines Beispiels für eine Anschlagfahrt graphisch dargestellt. Wie in Fig. 3 erkennbar ist, beträgt der Phasenwinkel vor Beginn der Anschlagfahrt ($t \leq 0,7s$) etwa 280 Grad Kurbelwelle (Fig. 3). Dabei liegen die Rotor-Drehzahl des Verstellmotors und die Drehzahlen der Nockenwelle und der Antriebswelle des Verstellmotors etwa bei 2500 U/Min.

[0025] Bei der Anschlagfahrt wird eine Sollphasengeschwindigkeit von 300 Grad Kurbelwelle gefordert. Aus dieser gewünschten Phasengeschwindigkeit wird der Sollwert für die Rotordrehzahl $\omega_{Em,Tgt}$ des Verstellmotors ermittelt und der Verstellmotor wird entsprechend bestromt. An der strichlinierten Linie in Fig. 4 ist deutlich erkennbar, dass die Rotordrehzahl des Verstellmotors ab $t=0,7s$ ansteigt. Dadurch dreht sich die Nockenwelle 3 nicht mehr mit der Drehzahl des Nockenwellenzahnrads 2 sondern mit einer geringeren Drehzahl, die in Fig. 5 strichliniert dargestellt ist. Dies führt zu einer Erhöhung des aktuellen Phasenwinkels von 280 Grad Kurbelwelle bei $t=0,7s$ auf etwa 290 Grad Kurbelwelle bei $t \geq 0,747s$.

[0026] Beim Erreichen des Anschlags kann der Phasenwinkel nicht mehr weiter reduziert werden. Deswegen geht die Rotordrehzahl (in Fig. 4 strichliniert dargestellt) des Verstellmotors zurück auf etwa 2500 U/Min bei $t \geq 0,753s$. Dabei werden die Stromaufnahme und somit das Drehmoment des Verstellmotors begrenzt.

[0027] Um dies zu ermöglichen, weist die Verstellvorrichtung 1 eine Anslagerkennungseinrichtung 17 auf, die einen ersten Eingang für das Phasengeschwindigkeitssignal und einen mit der Spannungs-Begrenzungseinrichtung 14 verbundenen zweiten Eingang für ein Drehmoment-Begrenzungssignal hat. Die Anslager-

kennungseinrichtung ist derart ausgebildet, dass bei einem Begrenzen des Drehmoments bzw. der Wicklungsspannung des Verstellmotors und einer gleichzeitigen Abnahme der Phasengeschwindigkeit ein Positionieren der Nockenwelle 3 gegen einen Anschlag detektiert wird.

[0028] In Fig. 2 ist erkennbar, dass die Anslagerkennungseinrichtung 17 zum Reduzieren der Stromaufnahme des Verstellmotors während Positionierung des Anslagelements 4 gegen das Gegenanschlageelement 5 mit der Strom-Begrenzungseinrichtung 12 verbunden ist.

[0029] Erwähnt werden soll noch, dass der Regelkreis 6, der Betriebsartenumschalter 15 und die Anslagerkennungseinrichtung 17 auch in Form eines Computerprogramms in einen Mikrocontroller implementiert sein können.

Bezugszeichenliste

[0030]

- | | |
|----|---|
| 1 | Verstellvorrichtung |
| 2 | Nockenwellenzahnrad |
| 3 | Nockenwelle |
| 4 | Anslageelement |
| 5 | Gegenanschlageelement |
| 6 | Regelkreis |
| 7 | Signalverarbeitungseinrichtung |
| 8 | Ausgang für das Winkelgeschwindigkeits-Sollwertsignal |
| 9 | Rotordrehzahl-Sollwerteingang |
| 10 | Regler |
| 11 | Istwert-Eingang |
| 12 | Strom-Begrenzungseinrichtung |
| 13 | I/U-Konverter |
| 14 | Spannungs-Begrenzungseinrichtung |
| 15 | Betriebsartenumschalter |
| 16 | Eingang |
| 17 | Anslagerkennungseinrichtung |

Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung (1) für die Drehwinkellage der Nockenwelle (3) einer Hubkolben-Verbrennungsmaschine relativ zur Kurbelwelle, mit einem Verstellgetriebe, das als Dreiwellegentriebe mit einer kurbelwellenfesten Antriebswelle, einer nockenwellenfesten Abtriebswelle und einer Verstellwelle ausgebildet ist, die drehfest mit dem Rotor eines Verstellmotors verbunden ist, wobei die Verstellvorrichtung Anschläge zum Begrenzen des Verdrehwinkels zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellmotor in einen Regelkreis (6) geschaltet ist, der zur Regelung der Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels ausgebildet ist.

2. Verstellvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Verstellwelle und der Abtriebswelle bei stillstehender Antriebswelle eine Standgetriebeübersetzung vorliegt, dass die Verstellvorrichtung (1) eine Einrichtung zur Ausgabe eines Kurbelwellen-Drehzahlsignals und eine Einrichtung zur Ausgabe eines Drehzahlsignals für die Rotordrehzahl ω_{Em} des Verstellmotors aufweist, dass diese Einrichtungen mit einer Signalverarbeitungseinrichtung (7) verbunden sind, die zur Bildung eines Sollwert-Signals für die Rotordrehzahl aus dem Kurbelwellen-Drehzahlsignal, der Standgetriebeübersetzung und einem Sollwert für die Phasengeschwindigkeit ausgebildet ist, und dass das Sollwert-Signals mit einem Rotordrehzahl-Sollwerteingang (9) des Regelkreises (7) verbunden ist.

5
10
3. Verstellvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regelkreis (6) mit Hilfe eines Betriebsartenumschalters (15) zumindest zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart umschaltbar ist, dass in der ersten Betriebsart die Phasengeschwindigkeit des Verdrehwinkels und in der zweiten Betriebsart die Rotordrehzahl des Verstellmotors geregelt wird.

20
25
4. Verstellvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regelkreis (6) mit Hilfe des Betriebsartenumschalters (15) in mindestens eine weitere Betriebsart umschaltbar ist, in welcher die Rotordrehzahl des Verstellmotors mit mindestens einem von einem Regelparameter der zweiten Betriebsart abweichenden Regelparameter geregelt wird.

30
35
5. Verstellvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellmotor ein Elektromotor ist, und dass der Regelkreis mit Hilfe des Betriebsartenumschalters (15) in mindestens eine Betriebsart umschaltbar ist, in der die Betriebsspannung und/oder der Betriebsstrom des Verstellmotors geregelt wird.

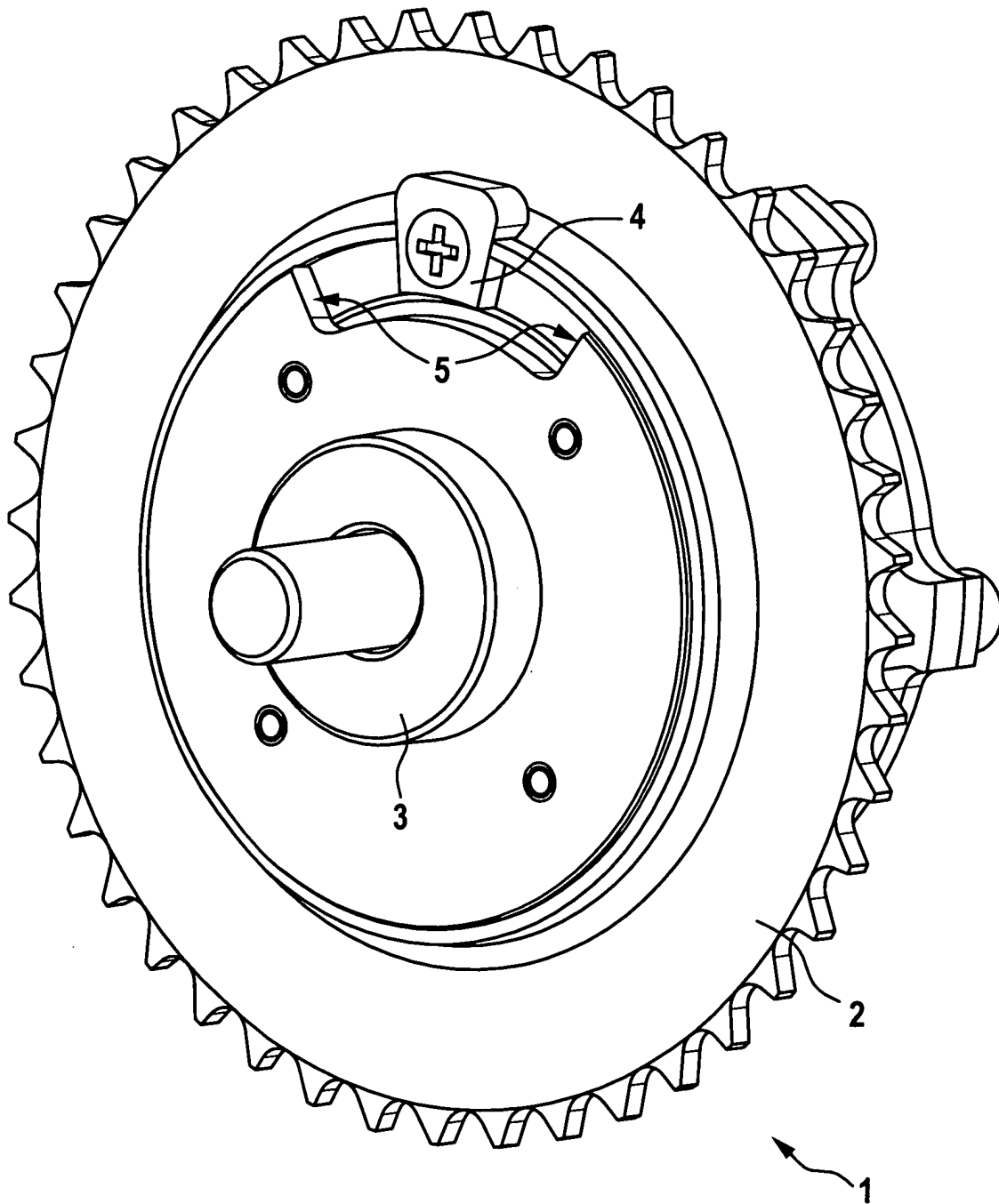
40
6. Verstellvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Betriebsartenumschalter (15) mindestens einen Eingang (16) für ein vom Betriebszustand der Hubkolben-Verbrennungsmaschine abhängiges Betriebszustandssignal aufweist, dass dieser Eingang mit einer Einrichtung zur Feststellung des Betriebszustands der Hubkolben-Verbrennungsmaschine verbunden ist, und dass der Betriebsartenumschalter (15) derart ausgebildet ist, dass die Betriebsart des Regelkreises in Abhängigkeit von dem mindestens einen Betriebszustandssignal einstellt wird.

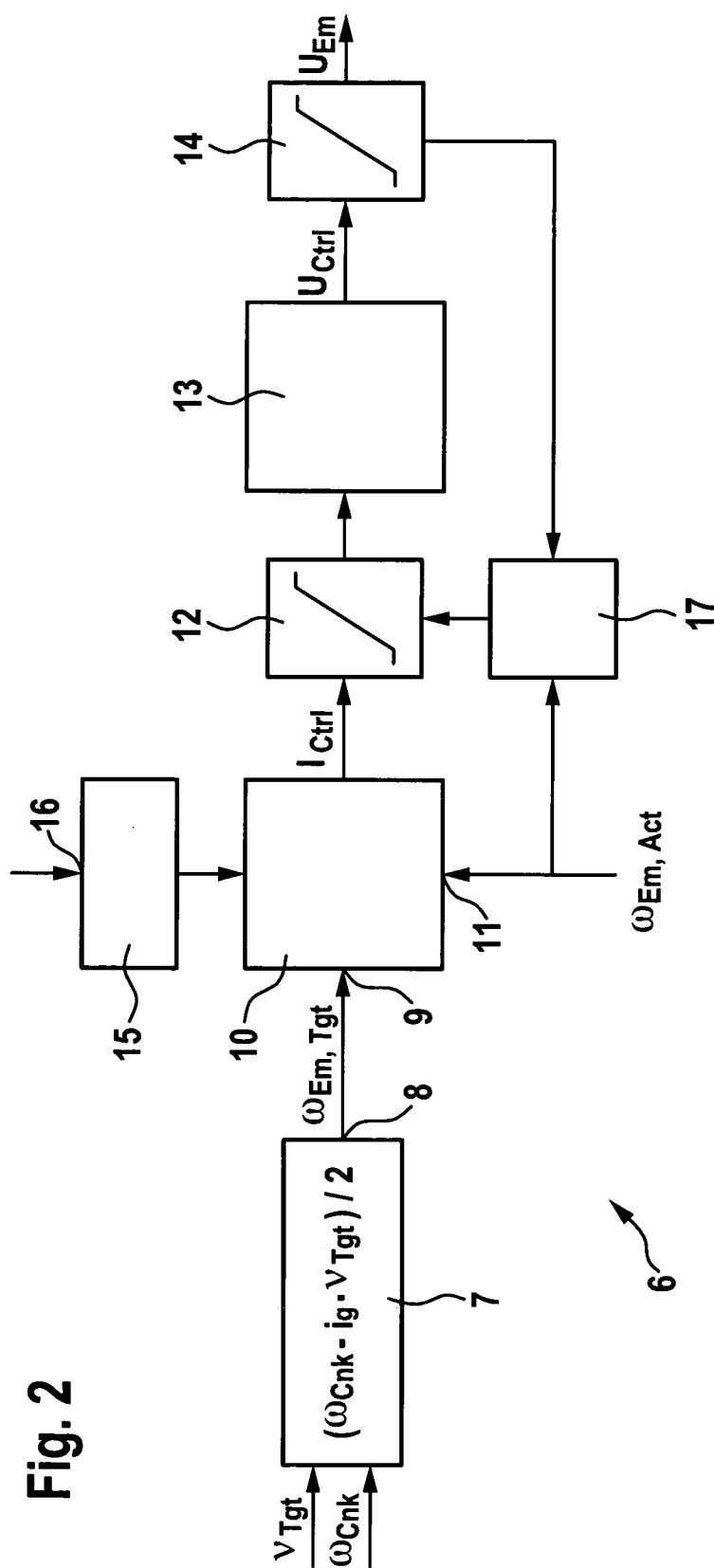
45
50
55
7. Verstellvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regelkreis (6) eine Begrenzungseinrichtung (12, 14) für das Drehmoment des Verstellmotors aufweist, und dass die Begrenzungseinrichtung (12, 14) vorzugsweise derart auf die beim Verstellen der Verstellwelle auftretenden Drehmomentwerte abgestimmt ist, dass eine Begrenzung des Drehmoments nur beim Positionieren gegen einen Anschlag auftritt.

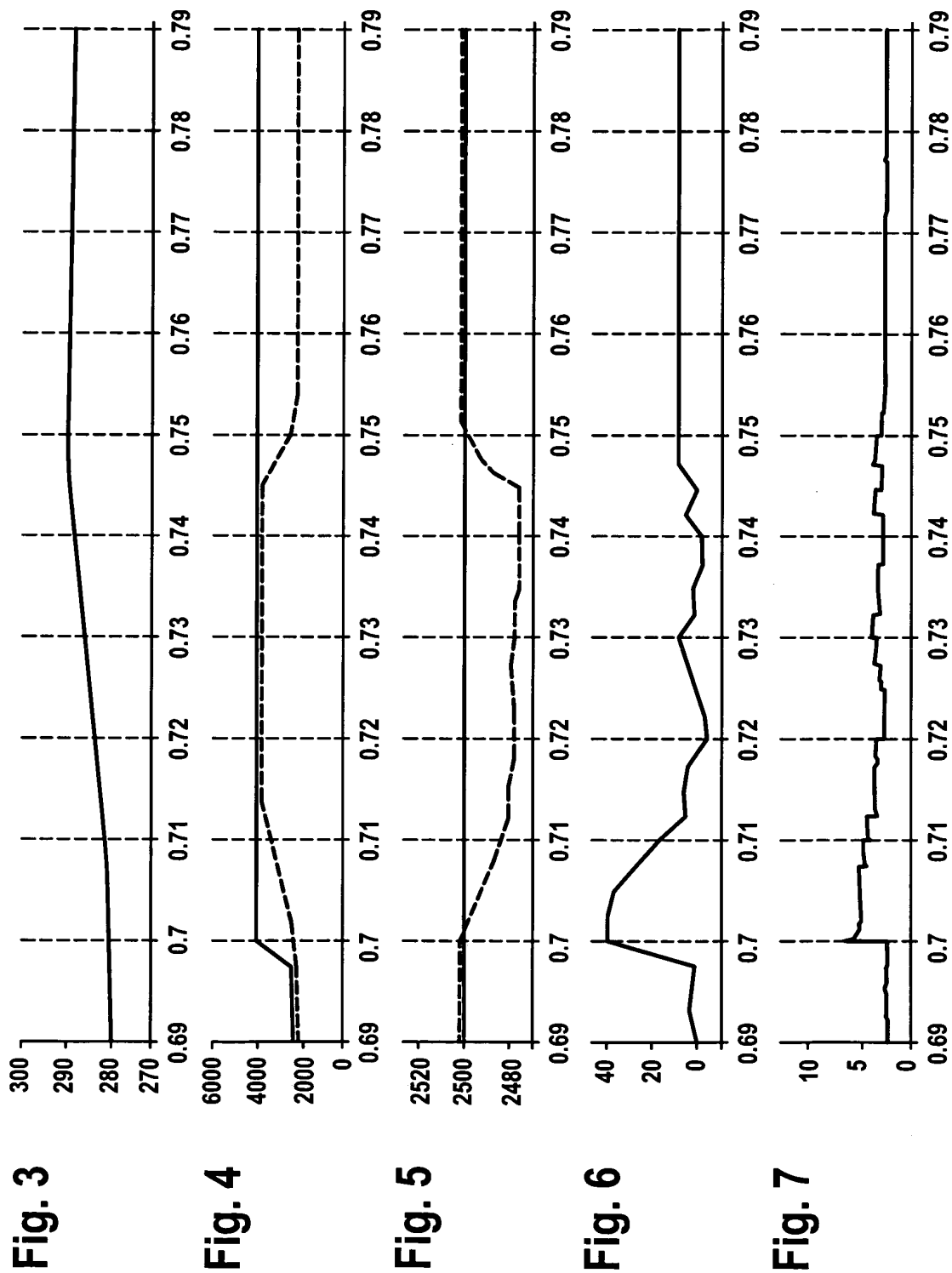
5
8. Verstellvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Anschlagerkennungseinrichtung (17) aufweist, die einen ersten Eingang für das Phasengeschwindigkeitssignal und einen mit der Begrenzungseinrichtung (12, 14) verbundenen zweiten Eingang für ein Drehmoment-Begrenzungssignal aufweist, und dass die Anschlagerkennungseinrichtung (17) derart ausgebildet ist, dass bei einem Begrenzen des Drehmoments des Verstellmotors und einer gleichzeitigen Abnahme der Phasengeschwindigkeit ein Positionieren gegen einen Anschlag detektiert wird.

10

Fig. 1









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 2085

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 Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2004 156461 A (DENSO CORP), 3. Juni 2004 (2004-06-03) * Zusammenfassung *	1	F01L1/34 F01L1/344
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 11, 30. September 1999 (1999-09-30) & JP 11 153008 A (MAZDA MOTOR CORP), 8. Juni 1999 (1999-06-08) * Zusammenfassung *	1	
A	US 2003/226532 A1 (TAKENAKA AKIHIKO ET AL) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) * das ganze Dokument *	1-8	
A	US 6 138 622 A (HEER ET AL) 31. Oktober 2000 (2000-10-31) * das ganze Dokument *	1-8	
A	US 2002/100446 A1 (WATANABE MASAHIKO) 1. August 2002 (2002-08-01) * das ganze Dokument *	1-8	
A	US 6 499 452 B2 (MA JONATHAN AUSTIN) 31. Dezember 2002 (2002-12-31) * das ganze Dokument *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 2005	Prüfer Paulson, 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 : 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	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 01 2085

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.

21-07-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004156461 A	03-06-2004	WO 2004038200 A1	06-05-2004
JP 11153008 A	08-06-1999	DE 69818946 D1	20-11-2003
		DE 69818946 T2	13-05-2004
		EP 0918142 A2	26-05-1999
		US 6129061 A	10-10-2000
US 2003226532 A1	11-12-2003	JP 2004003419 A	08-01-2004
		DE 10317607 A1	13-11-2003
US 6138622 A	31-10-2000	AT 407282 B	26-02-2001
		AT 158697 A	15-06-2000
		AT 249573 T	15-09-2003
		AT 210243 T	15-12-2001
		DE 59802310 D1	17-01-2002
		DE 59809548 D1	16-10-2003
		EP 0903470 A1	24-03-1999
		EP 0903471 A1	24-03-1999
		ES 2167864 T3	16-05-2002
		US 5979382 A	09-11-1999
US 2002100446 A1	01-08-2002	JP 2002227623 A	14-08-2002
US 6499452 B2	29-08-2002	AU 7078801 A	30-01-2002
		CN 1388852 A	01-01-2003
		EP 1301692 A1	16-04-2003
		GB 2364745 A	06-02-2002
		WO 0206639 A1	24-01-2002
		US 2002117133 A1	29-08-2002

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