

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Dezember 2005 (15.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/119041 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/24,
G01D 18/00, F02D 41/34, G01R 29/02, F02D 41/06,
F01L 1/344

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/006686

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2004 (21.06.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
PCT/EP2004/005747 27. Mai 2004 (27.05.2004) EP
PCT/EP2004/006554 17. Juni 2004 (17.06.2004) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Wernerstrasse
1, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STEINRUECKEN,
Heinrich [DE/DE]; Fellbacher Strasse 10, 71640 Ludwigs-
burg (DE). WALTER, Klaus [DE/DE]; Ziegelbergstrasse
16, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). RETTIG, Rasmus
[DE/DE]; Schillerstrasse 3/1, 70839 Gerlingen (DE).
GINTNER, Klemens [DE/DE]; Matthias-Hess-Weg 16,
76275 Ettlingen (DE).

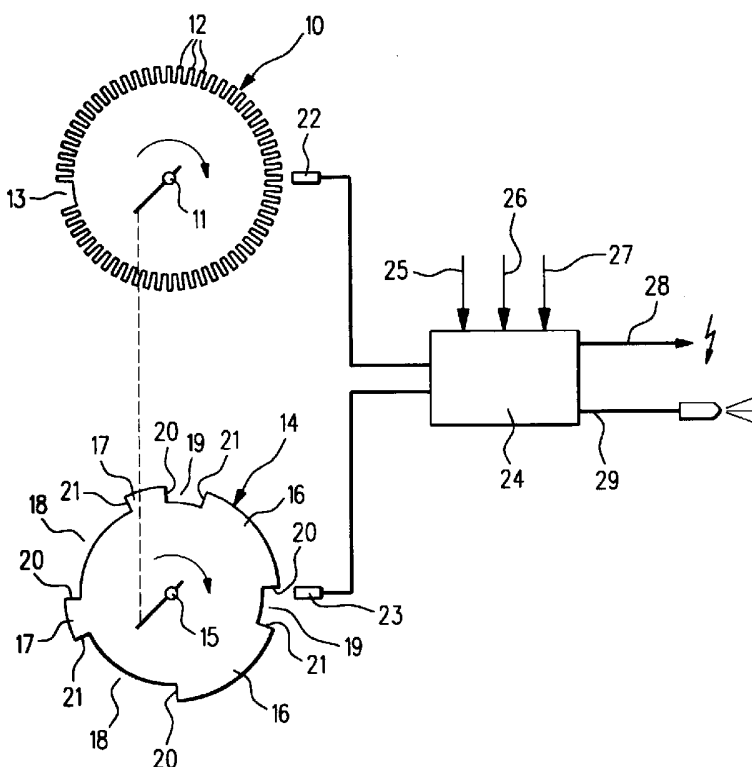
(74) Anwalt: BULLING, Alexander; Dreiss, Fuhlendorf,
Steimle & Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING AN IMPROVED PHASE SIGNAL OF A PHASE SENSOR THAT IS LOCATED ON A CAMSHAFT OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUR BEREITSTELLUNG EINES VERBESSERTEN PHASENSIGNALS EINES PHASENSENSORS AN EINER NOCKENWELLE EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method and system for providing an improved phase signal of a phase sensor that is located on the camshaft of an internal combustion engine.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und System zur Bereitstellung eines verbesserten Phasensignals eines Phasensensors an einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine.

WO 2005/119041 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Verfahren und System zur Bereitstellung eines verbesserten
Phasensignals eines Phasensensors an einer Nockenwelle
einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitstellung
eines verbesserten Phasensignals eines Phasensensors an
einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine unmittelbar nach
dem Einschalten des Phasensensors und/oder der
20 Brennkraftmaschine. Der Phasensensor tastet dabei
Winkelmarken eines drehfest mit der Nockenwelle verbundenen
Geberrads ab. Außerdem tastet ein Kurbelwellensensor
Winkelmarken eines drehfest mit der Kurbelwelle verbundenen
Geberrads ab.

25

Bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen mit elektronischer
Einspritzung wird üblicherweise in der Motorsteuerung
berechnet, wann und wie viel Kraftstoff pro Zylinder
eingespritzt werden soll und wann der optimale
30 Zündzeitpunkt ist. Damit diese Berechnungen in korrekter
Weise durchgeführt werden können, muss die jeweilige
Stellung der Kurbel- beziehungsweise Nockenwelle der
Brennkraftmaschine bekannt sein. Aus der EP-PS-0017933 ist
beispielsweise bekannt, dass die Kurbel- und Nockenwelle
35 mit je einer Scheibe verbunden sind, auf deren Oberfläche

BESTÄTIGUNGSKOPIE

wenigstens eine Bezugsmarke angebracht ist, wobei auf der Kurbelwellenscheibe zusätzlich eine Vielzahl gleichartiger Markierungen, auch Inkremente genannt, angebracht sind.

5 Die beiden sich drehenden Scheiben werden von feststehenden Sensoren abgetastet. Aus der zeitlichen Abfolge der von den Sensoren gelieferten Signalen in Form von Impulsen lässt sich eine eindeutige Aussage über die Stellung von Kurbel- und Nockenwelle gewinnen und es können in der
10 Motorsteuerung entsprechende Ansteuersignale für die Einspritzung oder Zündung gebildet werden.

Aus der DE 41 41 713 A1 ist bekannt geworden, neben einem Geberrad der Kurbelwelle, das eine Scheibe mit einer
15 Vielzahl von Markierungen und einer durch zwei fehlende Markierungen gebildete Referenz- beziehungsweise Bezugsmarke aufweist, ein Geberrad an der Nockenwelle vorzusehen. Dieses nockenwellenseitige Geberrad weist unterschiedlich lange, auf die Zylinderzahl abgestimmte,
20 Markierungen auf, die das Phasensignal des Phasensensors abbildet. Das Phasensignal des Phasensensors wird zur Zylinderidentifikation herangezogen.

Aus der DE 43 10 460 A1 ist ferner bekannt geworden, die
25 Synchronisation des Motorsteuergerätes über speziell ausgebildete Nockenwellengeberräder auszuführen, die mittels eines Auszählen der Segmentlängen auf Basis des Kurbelwellensignals eine schnelle Synchronisation zulassen.

30 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass nach einem erneuten Einschalten des Phasensensors beziehungsweise nach einem
35 erneuten Start der Brennkraftmaschine ein verbessertes

Phasensignal des Phasensensors zur Verfügung steht. Dies wird folgendermaßen erreicht:

- a) Nach dem ersten Einschalten des Phasensensors beziehungsweise des Verbrennungsmotors wird wie folgt vorgegangen:
 - a.1) Ermitteln der Anlauf-Signallage des Phasensignals während eines Kalibriervorgangs des Phasensensors auf der Basis des Kurbelwellensignals über mehrere Winkelmarken des Geberrads der Nockenwelle hinweg, wobei während des Kalibriervorgangs das Phasensignals schrittweise um Adaptionswerte korrigiert wird, bis eine vorgegebene Soll-Signallage bzw. Normal-Signallage erreicht ist,
 - a.2) Ermitteln der Normal-Signallage des Phasensignals auf der Basis des Kurbelwellensignals nach dem Anlaufen der Brennkraftmaschine und des abgeschlossenen Kalibriervorgangs im Phasengeber,
 - a.3) Bestimmen von Winkelfehlern aus der Differenz zwischen der Anlauf-Signallage und der Normal-Signallage;
 - a.4) Ablegen von auf den Winkelfehlern basierenden Korrekturwerten in einem nicht flüchtigen Speicher insbesondere in der Motorsteuerung;
- b) Beim erneuten Einschalten des Phasensensors bzw. Brennkraftmaschine:
 - b.1) Korrigieren des von der Motorsteuerung erfassten Phasensignals während des Kalibriervorgangs des Phasengebers um die insbesondere in der Motorsteuerung abgelegten Korrekturwerte, so dass nach dem erneuten Einschalten ein verbessertes Phasensignal zur Verfügung steht.

Aufgrund des nicht flüchtigen Speicherns der Korrekturwerte stehen die Korrekturwerte bei einem erneuten Starten der Brennkraftmaschine sofort zur Verfügung. Grundsätzlich

steigen die Anforderungen an ein genaues Signal des Phasensensors, insbesondere beim Starten der Brennkraftmaschine. Eine genaue Winkellage des Phasensignals zum Kurbelwellensignal gleich nach dem Starten der Brennkraftmaschine führt zu einer besseren und optimierten Steuerung der Einspritzung, Zündung und Nockenwellenverstellsystemen, was letztendlich zu einem besseren Abgasverhalten der Brennkraftmaschine im Anlaufbetrieb führt.

10

Es hat sich herausgestellt, dass die Abweichung der Anlauf-Signallage des auf dem Kurbelwellensignal basierenden Phasensignals zur Normal-Signallage insbesondere auf folgenden Parametern beruht: Luftspalt zwischen dem Geberrad an der Nockenwelle und dem Phasensensor, Temperatur und Drehzahl der Nockenwelle/Kurbelwelle. Einen besonders großen Einfluss trägt dabei der Luftspalt, der von den Einbauverhältnissen abhängt und von Brennkraftmaschine zu Brennkraftmaschine verschieden sein kann. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann bei einem erneuten Einschalten des Phasensensors, beziehungsweise der Brennkraftmaschine, insbesondere der Einfluss des Luftspalts korrigiert werden.

15

20

Das Verfahren wird insbesondere dann durchgeführt, wenn die Kurbelwelle und der Nockenwelle synchronisiert laufen. Idealerweise erfolgt das Korrigieren des Phasensignals gemäß Schritt b.1) derart, dass das korrigierte Phasensignal während des Kalibriervorgangs auf der Basis des Kurbelwellensignals eine korrigierte Anlauf-Signallage ergibt, die im wesentlichen der Normal-Signallage entspricht.

25

30

35

Der Kalibriervorgang bzw. die Adaption während des Kalibriervorgangs ist dabei keine von der Motorsteuerung

ausgehende aktive Aktion. Die Motorsteuerung kann diese „Adaption“ nicht beeinflussen. Die Veränderung der Signallage des Phasensignals ist ausschließlich von dem im Phasensensor ablaufenden Kalibriervorgang abhängig.

5

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Soll-Signallage bzw. Normal-Signallage gemäß Schritt a.1) dann erreicht ist, wenn das Phasensignal auf einer Schaltschwelle des Phasensensors beruht, die im Bereich eines bestimmten Prozentsatzes des maximalen vom Phasensensor erfassten Signals liegt. Der verwendete Phasensensor hat dabei eine Einschalt-Schaltschwelle, die bei einem vergleichsweise geringen Eingangssignal des Sensors liegt. Dies ist deshalb erforderlich, um auch ein sofortiges Schalten von Sensoren nach dem Einschalten zu ermöglichen, bei denen ein vergleichsweise großer Luftspalt zwischen dem Sensor und der Winkelmarke des Gebirrades vorhanden ist. Da der Luftspalt je nach Einbau unterschiedlich sein kann, ist vorgesehen, dass der Phasensensor sich selbst kalibriert. Dabei wird die Schaltschwelle in einen vom maximalen Eingangssignalhub des Sensors abhängigen Bereich schrittweise verschoben. Es hat sich gezeigt, dass bei ca. 70% des maximalen vom Sensor erfassten analogen Signalhubs eine günstige Schaltschwelle liegt. Während des Kalibriervorgangs wird folglich die voreingestellte Schaltschwelle des Sensors auf einen Wert von insbesondere ca. 70% des maximalen detektierten Werts schrittweise verschoben. Erreicht die Schaltschwelle den vorgegebenen Wert, ist die Soll-Signallage bzw. die Normal-Signallage erreicht. Der Kalibriervorgang ist dann abgeschlossen. Die Dauer des Kalibriervorganges hängt dabei von der Größe des Luftspalts ab.

Der Kalibriervorgang erfolgt während des Anlaufens der Brennkraftmaschine. Das Anlaufen der Brennkraftmaschine ist

35

vorteilhafterweise nach acht Arbeitsspielen abgeschlossen. Der Kalibriervorgang ist vorteilhafterweise dann spätestens ebenfalls nach acht Arbeitsspielen abgeschlossen; er kann jedoch auch schon vorher, je nach Größe des Luftspalts, abgeschlossen sein. Dadurch wird erreicht, dass die Anlauf-Signallage in kleinen Schritten an die Normal-Signallage herangeführt wird, wodurch ungewollte, zu große Signalabweichungen vermieden werden. Es ergibt sich hierdurch ein stabiles und systematisches Verhalten.

10

Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann sich dadurch auszeichnen, dass die Korrekturwerte aus einem maximalen Winkelfehler bei der ersten abgetasteten Winkelmarke und aus um die Adaptionswerte korrigierte weitere Winkelfehler bei weiteren abgetasteten Winkelmarken gebildet werden. Die Korrekturwerte können dabei den jeweiligen Winkelfehlern entsprechen. Die Korrekturwerte können allerdings auch von den Winkelfehlern abhängige Werte sein, beispielsweise um Temperatur oder Drehzahl korrigierte Werte. Anstelle von den Winkelfehlern können auch für die Winkelfehler charakteristische Werte Verwendung finden, beispielsweise ist es denkbar, eine auf den Winkelfehlern basierende oder an die Winkelfehler angenäherte Geraden zu verwenden.

20

Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann sich dadurch auszeichnen, dass beim mehrfach erneuten Einschalten des Phasensensors bzw. der Brennkraftmaschine nach Schritt b.1) die korrigierte Anlauf-Signallage mit der auf den bereits gespeicherten Korrekturwerten beruhenden zu erwartenden Anlauf-Signallage verglichen wird und bei mehrfachem Wiederholen eine Mittelwertbildung, insbesondere eine gleitende Mittelwertbildung, der gemäß Schritt a.4) abzulegenden Korrekturwerte erfolgt. Bei jedem erneuten Einschalten des Phasensensors, beziehungsweise der Brennkraftmaschine, werden folglich die Korrekturwerte

30

35

abgespeichert, angepasst und gelernt. Die beim wiederum erneuten Einschalten des Phasensensors, beziehungsweise der Brennkraftmaschine, zu verwendenden Korrekturwerte werden folglich durch die jeweilige Mittelwertbildung optimiert.

5

Insbesondere können die Winkelmarken am Geberrad der Nockenwelle als Flanken von Segmenten zur Erzeugung von High- und Low-Phasen-Signalen ausgebildet sein.

Insbesondere sind vier Segmente vorgesehen, die jeweils eine positive und eine negative Flanke aufweisen. Dadurch wird eine eindeutige Zuordnung der Drehstellung des Geberrads der Nockenwelle innerhalb eines Arbeitsspiels möglich. Dann ist es vorteilhafterweise möglich, die Winkelfehler aufgrund der Abweichung der Anlauf-Flankenlage zur Normal-Flankenlage zu bestimmen. Dabei können lediglich die negativen oder positiven Flanken berücksichtigt werden. Mit Kenntnis der absoluten Lage dieser Flanken, z.B. im Abstand von 90° NW, können an jeder Flanke die Ist-Phasenlage bestimmt werden.

20

Wie bereits angesprochen, kann es vorteilhaft sein, die Adaption während des Kalibriervorgangs in mehreren kleinen Schritten durchzuführen. Die Adaption zwischen zwei Flanken kann dabei auf einen maximalen Wert begrenzt sein, wobei dieser maximale Wert insbesondere im Bereich von $\pm 2^\circ$ und $\pm 0,1^\circ$, und insbesondere im Bereich von $\pm 0,2^\circ$ bis $\pm 0,75^\circ$, und insbesondere im Bereich von $\pm 0,25^\circ$, liegt. Gerade der Bereich von $\pm 0,25^\circ$ hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt. Soll eine Differenz der Anlauf-Flankenlage zu der Normal-Flankenlage von beispielsweise $2,5^\circ$ an der Nockenwelle korrigiert werden, erfolgt dies vorzugsweise über zehn bis vierzehn negative oder positive Flankenwechsel bei einer maximalen Adaption von $0,25^\circ$ zwischen zwei Flankenwechseln. Typischerweise sind pro

Arbeitsspiel insgesamt vier negative Flankenwechsel vorgesehen; eine Adaption erfolgt dann über drei bis vier Arbeitsspiele.

5 Das Ablegen der Korrekturwerte in einem nicht flüchtigen Speicher kann insbesondere in der Motorsteuerung erfolgen. Der nicht flüchtige Speicher kann beispielsweise ein Dauerram-Speicher, insbesondere ein EEPROM oder ein Flash Speicher, sein.

10

Eine weitere, bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Korrekturwerte durch eine an die Winkelfehler angenäherte Gerade abgebildet werden. Hierdurch wird Speicherplatz eingespart, da nicht für jeden Flankenwechsel ein jeweiliger Korrekturwert in dem nicht flüchtigen Speicher abzulegen ist. Die Gerade kann beispielsweise über eine lineare Regression oder über zwei ausgewählte Wertepaare definiert sein. Insofern genügt es, lediglich die beiden definierten Werte im nicht flüchtigen Speicher zu halten. Zur Plausibilisierung der jeweiligen Werte können noch zusätzliche Mechanismen eingesetzt werden, die beispielsweise zulässige Bereiche der Werte prüfen.

25 Vorteilhafterweise erfolgt die Adaption und Korrektur unter definierten Bedingungen der Nockenwelle. Bei einer Nockenwellenverstellung wird diese Verstellung berücksichtigt. Ferner erfolgt die Adaption nur dann, wenn keine detektierbaren Systemstörungen vorliegen.

30

Eine andere Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass über einen Vergleich der ermittelten Winkelfehlern bzw. Korrekturwerten mit für den für den Phasengeber typischen Verhalten für die verschiedenen Luftspalte verglichen wird. Über eine Korrelation der

35

beiden Werte lässt sich der am jeweiligen Motorexemplar anzutreffende Luftspalt ermitteln. Darüber können weitere Luftspaltabhängigkeiten kompensiert werden. Weiterhin werden daraus entsprechende Diagnose- und/oder

5 Korrekturfunktionen aufgesetzt oder unterstützt. Hierdurch kann aufgrund der Winkelfehlern bzw. der Korrekturwerte beispielsweise auf einen zu großen Luftspalt rückgeschlossen werden und entsprechende Hinweise z.B. am Bandende oder in der Werkstatt über nicht ordnungsgemäßen

10 Einbau gegeben werden.

Die Erfindung betrifft außerdem ein System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, eine Motorsteuerung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie ein

15 Computerprogramm für eine derartige Motorsteuerung.

Zeichnung

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in

20 der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine grobe Übersicht über die Anordnung von Kurbel- und Nockenwelle samt den zugehörigen

25 Sensoren und Motorsteuerung, in der die Berechnungen zur Steuerung der Einspritzung und Zündung das erfindungsgemäße Verfahren ablaufen;

Figur 2 Steuersignale, beziehungsweise von Sensoren registrierte Signale, während der Startphase der Brennkraftmaschine über die Zeit aufgetragen;

30

Figur 3 Adaption der Differenz der Anlauf-Signallage zu der Normal-Signallage über mehrere Flankenwechsel

35 aufgetragen beim ersten Einschalten des

Phasensensors beziehungsweise der Brennkraftmaschine, abhängig vom Luftspalt zwischen Geberrad und Phasensensor;

- 5 Figur 4 Korrigieren des Phasensignals um die Korrekturwerte beim erneuten Einschalten des Phasensensors beziehungsweise der Brennkraftmaschine;
- 10 Figur 5 das analoge Eingangssignal eines Phasensensors;
- Figur 6 die schrittweise Adaption des Nockenwellensignals über mehrere Flankenwechsel; und
- 15 Figur 7 den Adaptions-, Speicher- und Korrekturvorgang.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- In Figur 1 sind in einer groben Übersicht die wesentlichsten Elemente der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit einer Brennkraftmaschine samt einer Motorsteuerung dargestellt. Eine solche Anordnung ist prinzipiell bereits bekannt (DE 43 10 460 A1).
- 20 In Figur 1 ist mit 10 ein Geberrad bezeichnet, das starr mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an seinem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Bezugsmarke 13 vorgesehen, die
- 25 beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken gebildet wird. Üblicherweise sind insgesamt 60-2 Winkelmarken über den gesamten Umfang von 360° vorgesehen.
- 30 Ein zweites Geberrad 14 ist mit der Nockenwelle 15 der Brennkraftmaschine verbunden und weist an seinem Umfang
- 35

unterschiedlich lange Segmente auf, wobei die kürzeren Segmente mit 17 und die längeren Segmente mit 16 bezeichnet sind. Zwischen den Winkelmarken beziehungsweise Segmenten sind Zwischenräume vorgesehen, die längeren tragen das Bezugszeichen 18, die kürzeren das Bezugszeichen 19. Jedes Segment 16, 17 wird begrenzt von einer positiven Flanke 20 und einer negativen Flanke 21.

Das in der Figur 1 dargestellte Geberrad 14 ist für eine Brennkraftmaschine geeignet, die Anzahl der Segmente 16, 17 ist so gewählt, dass eine eindeutige Synchronisation innerhalb jeden Segmentes zusammen mit dem Referenzsignal auf der Kurbelwelle erlaubt. Diese Anordnung wird für Brennkraftmaschinen mit 4, 5, 6, 8 oder mehr Zylindern eingesetzt. Die genaue Anordnung der Winkelmarken sowie die Zuordnung der Segmente 16, 17 zu den Marken des Geberrads 10 der Kurbelwelle 11 ist so vorzunehmen, dass die in Figur 2 dargestellten Signalabläufe erhalten werden.

Das Geberrad 10 der Kurbelwelle 11 wird von einem Kurbelwellensensor 22 erfasst; das Geberrad 14 der Nockenwelle 15 von einem Phasensensor 23. Der Sensor 22 ist beispielsweise ein induktiver Aufnehmer oder Hallsensoren, die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken in den Sensoren Signale erzeugen. Der Sensor 23 ist ein aktiver Sensor, z.B. ein Hallsensor, der das oben beschriebene Kalibrierverhalten aufweist. Die erzeugten Signale werden der Motorsteuerung 24 zugeführt und dort weiterverarbeitet.

Die Motorsteuerung 24 erhält über die Eingänge 25, 26 und 27 weitere, für die Steuerung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von geeigneten Sensoren geliefert werden. Ausgangsseitig stellt die Motorsteuerung 24 Signale für die Zündung, Einspritzung und Nockenwellensteuerung für nicht näher bezeichnete

Komponenten der Brennkraftmaschine zur Verfügung; die Ausgänge der Motorsteuerung 24 sind mit 28 und 29 bezeichnet.

5 In Figur 2 sind die von den Sensoren 22 und 23 gelieferten und bereits zu Rechtecksignalen aufbereiteten Signale, die in der Motorsteuerung 24 ausgewertet werden, über dem Kurbelwellenwinkel (Figur 2b) beziehungsweise dem Nockenwellenwinkel (Figur 2c) beziehungsweise über der Zeit
10 t (Figur 2f) aufgetragen. Die Nockenwelle wird dabei mit halber Kurbelwellendrehzahl von der Kurbelwelle angetrieben.

Im Einzelnen ist in Figur 2a das vom Kurbelwellensensor 22
15 gelieferte und aufbereitete Kurbelwellensignal S_{KW} aufgetragen. Die Zahl der Winkelmarken beträgt 60-2; die fehlenden beiden Winkelmarken bilden die Referenz - oder Bezugsmarke 13. Da sich ein Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine über zwei Kurbelwellenumdrehungen
20 erstreckt, müssen mit der gewählten Anordnung zwei Mal 60-2 Impulse vom Kurbelwellengeber über ein Arbeitsspiel erzeugt werden.

In Figur 2b ist der Drehwinkel der Kurbelwelle über ein
25 Arbeitsspiel, das heißt von 0° bis 720° , dargestellt.

In Figur 2c ist der Drehwinkel der Nockenwelle dargestellt, der innerhalb eines Arbeitsspiels im Bereich von 0° bis
30 360° liegt.

In Figur 2d ist der Signalverlauf der Nockenwelle S_{NW} für eine 4-Zylinder Brennkraftmaschine dargestellt. Das Geberrad 14 der Nockenwelle 15 sieht zwei unterschiedliche Segmente 17, 18 vor, die im Signal zu unterschiedlichen
35 Low- und High-Phasen führen. Da sowohl das

Kurbelwellensignal als auch das Nockenwellensignal ausgewertet werden, können gleiche Segmente durch die vorhandene beziehungsweise nicht vorhandene Bezugsmarke 13 im Geberrad 10 der Kurbelwelle 11 unterschieden werden.

5

In Figur 2e sind die aus den negativen Flanken 21 resultierenden Flankenwechsel nFW am Geberrad 14 der Nockenwelle 15 über ein Arbeitsspiel dargestellt. Insgesamt ergeben sich pro Arbeitsspiel vier Flankenwechsel, die einen äquidistanten Winkelabstand von jeweils 90° zueinander aufweisen.

10

Beim erstmaligen Starten der Brennkraftmaschine ist insbesondere aufgrund eines variierenden, einbaubedingten Luftspalts zwischen dem Phasensensor 23 und den Segmenten 16, 17 zunächst ein ungenaues Signal S_{NW} an der Nockenwelle gegeben. Während des Anlaufens der Brennkraftmaschine wird über einen Kalibriervorgang von maximal vierundsechzig Flanken des Phasengeberrads 14, also insgesamt über maximal acht Arbeitsspiele bei einem 4-Zylindermotor, die Anlauf-Signallage des Phasensignals zum Kurbelwellensignal in eine Normal-Signallage adaptiert. Die Adaption erfolgt insbesondere durch Veränderung der Schaltschwelle des Phasensensors beim Erfassen der Flankenwechsel.

25

Eine derartige Veränderung der Schaltschwelle ist beispielhaft in der Figur 5 dargestellt. Über der Zeitachse ist das analoge Eingangssignal des Phasensensors in Tesla aufgetragen. Beim Passieren der Winkelmarke des Phasensensors ergibt sich je nach Größe des Luftspalts zwischen dem Phasensensor und der Winkelmarke ein unterschiedliches Winkelmarkensignal WM. In der Figur 5 sind beispielhaft drei verschieden große Winkelmarkensignale WM_1 , WM_2 und WM_3 gezeigt. Das vergleichsweise starke Signal WM_1 resultiert aus einem

30

35

vergleichsweise geringem Luftspalt. Bei dem Signal WM₂ ist der Luftspalt größer. Bei dem Signal WM₃ ist der Luftspalt noch größer; dieses Signal ist folglich am schwächsten. Um auf jeden Fall ein Schalten des Sensors aufgrund des erfassten Signals zu gewährleisten, ist die Schaltschwelle SSW des Phasensensors vergleichsweise niedriger eingestellt, ein typischer Wert liegt bei ca. 5 mTesar oberhalb des Signaloffsets.

Um einen optimalen und repräsentativen Schaltzeitpunkt zu erhalten wird die voreingestellte Schaltschwelle SSW vom Phasensensor auf einen Wert von ca. 70% des maximal detektierten Signals schrittweise verschoben. Gemäß Figur 5 erfolgt bei einem Signal WM₁ eine Verschiebung der voreingestellten Schaltschwelle SSW auf die für dieses Signal MW₁ optimale Schaltschwelle SSW₁. Bei einem Eingangssignal WM₂ erfolgt ein Verschieben der voreingestellten Schaltschwelle SSW auf den Wert der Nenn-Schaltschwelle SSW₂.

Das Adaptieren des voreingestellten Wertes SSW auf den jeweiligen insbesondere luftspaltabhängigen Wert SSW_{1, 2, ...} erfolgt abhängig vom Kalibrierverhalten des Phasensensors in kleinen Schritten um Winkelwerte (Adaptionswerte) χ , so lange bis die vorgesehene Schaltschwelle erreicht ist. Dann liegt die Normal-Signallage des Nockenwellensignals zum Kurbelwellensignal vor. Die Vorgabe der Adaptionsschrittweite ist dabei insbesondere durch die zulässige Schaltpegelverschiebung definiert. Daraus ergibt sich dann abhängig vom jeweiligen LS eine Adaptionsschrittweite auf Winkelbasis.

Die Adaption erfolgt unter bestimmten Randbedingungen, beispielsweise bei einer Nockenwellenverstellung in Spätposition. Vor der Adaption kann eine

Temperaturkorrektur aufgrund im Steuergerät abgelegter Kennlinien erfolgen.

In der Figur 2d ist die Normal-Signallage des Signals S_{NW} an der Nockenwelle als durchgezogene Linie dargestellt. 5 Punktirt dargestellt ist die Anlauf-Signallage, die von der Normal-Signallage aufgrund eines vorhandenen Luftspalts beispielsweise eine Winkelabweichung von $\Delta\alpha$ von $2,5^\circ$ an der Nockenwelle beim ersten Flankenwechsel $nFW = 1$ 10 aufweist. Das heißt die Flanke beim Flankenwechsel $nFW = 1$ weicht in der Anlauf-Signallage um $2,5^\circ$ von der Normal-Signallage ab.

Figur 2f stellt die Zeitachse t dar. Beispielsweise wird 15 die Brennkraftmaschine zum Zeitpunkt t_0 gestartet. Zum Zeitpunkt t_1' detektiert der Phasensensor einen negativen Flankenwechsel unter Berücksichtigung eines Winkelfehlers $\Delta\alpha$.

In der Figur 6 ist die Adaption des Nockenwellensignals in der Kalibrierphase über mehrere negative Flankenwechsel dargestellt. Bei jedem Flankenwechsel wird das 20 Nockenwellensignal S_{NW} um den Wert χ verschoben, bis die optimale Schaltschwelle des Phasensensors, und damit die Normal-Signallage, erreicht ist. 25

In Figur 3 ist das Kalibrierungsverhalten des Phasensensors um den Winkelfehler $\Delta\alpha$ von der Normal-Signallage abweichenden Anlauf-Signallage über die Anzahl der 30 Flankenwechsel nFW in der Kalibrierphase aufgetragen. Die Anlauf-Signallage wird aufgrund der Sensorkalibrierung bei jedem Flankenwechsel schrittweise um einen Wert χ adaptiert, bis letztendlich die Normal-Signallage erreicht ist.

Wie bereits erwähnt, hängt die Differenz der Anlauf-Signallage zu der Normal-Signallage, und damit der zu adaptierende Winkelfehler $\Delta\alpha$, von der Größe des Luftspalts zwischen dem Phasengeberrad und dem Phasensensor der Nockenwelle ab. In Figur 3 sind insgesamt sechs Adaptionenverläufe der Winkelfehler $\Delta\alpha$ für verschieden große Luftspalte beispielhaft aufgetragen. Der Verlauf entlang der Linie 40 ergibt sich bei einem Luftspalt von 0,1 mm; der Verlauf der Linie 41 bei einem Luftspalt von 0,8 mm; der Verlauf der Linie 42 bei einem Luftspalt von 1,5 mm; der Verlauf der Linie 43 bei einem Luftspalt von 2,2 mm; der Verlauf der Linie 44 bei einem Luftspalt von 2,0 mm und der Verlauf der Linie 45 bei einem Luftspalt von 1,8 mm.

Beträgt der insgesamt zu adaptierende Winkelfehler $\Delta\alpha_1$ an der Nockenwelle beispielsweise $2,5^\circ$ ($=5^\circ$ an der Kurbelwelle) bei $n_{FW}=1$, so ergibt sich eine Adaption des Winkelfehlers über insgesamt ca. 13 Flankenwechsel entlang der Linie 41.

In der Figur 4 sind die Winkelfehler $\Delta\alpha_1$ bei $n_{FW}=1$, $\Delta\alpha_5$ bei $n_{FW}=5$ und $\Delta\alpha_{10}$ bei $n_{FW}=10$ für den Verlauf entlang der Linie 41 aus der Figur 3 beispielhaft dargestellt. Um einen sich aus einem Luftspalt von 0,8 mm ergebenden Winkelfehler von $2,5^\circ$ an der Nockenwelle gemäß der Linie 41 auszugleichen, sind insgesamt dreizehn Flankenwechsel erforderlich. Zwischen jedem Flankenwechsel wird aufgrund der Kalibrierung das Phasensignal um den maximalen Adaptionwert $\chi=0,25^\circ$ adaptiert, bis letztlich die Normal-Signallage des Phasensignals nach dreizehn Flankenwechseln erreicht ist. Die Werte der einzelnen Winkelfehler $\Delta\alpha$ sind der Figur 7 entnehmbar.

Die Adaptionenverlauf entlang der Linie 41 gemäß Figur 3 und 4 gilt für das erste Einschalten des Phasensensors beziehungsweise der Brennkraftmaschine. Ein erstes
5 Einschalten kann dann vorliegen: Bei erstmaligem Starten der Brennkraftmaschine, bei gelöschtem nicht flüchtigen Speicher, beim Einbau oder Austausch des Phasensensors, bei ausgetauschter Motorsteuerung, bei Rücksetzen sämtlicher Funktionen in der Motorsteuerung.

10

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass auf den Winkelfehlern beruhende Korrekturwerte, das heißt insbesondere die Werte der Winkelfehler $\Delta\alpha_1$ bei $nFW=1$, bzw. die korrigierten Winkelfehler $\Delta\alpha_2$ bei $nFW=2$; $\Delta\alpha_3$ bei $nFW=3$;
15 bis $\Delta\alpha_n$ bei $nFW=n$ als Korrekturwerte KOW in einem nicht flüchtigen Speicher abgelegt werden, was ebenfalls der Figur 7 zu entnehmen ist.

Gemäß der Figur 1 beträgt der nicht adaptierte Winkel im
20 Anlauf an der Nockenwelle $NW = 59,5^\circ$. In der Normal-Signallage nach der Kalibrierung beträgt der $NW = 57^\circ$. Die Adaption in der Kalibrierphase erfolgt also von einem Nockenwellenwinkel von $NW = 59,5^\circ$ bei $nFW = 1$ auf einen kalibrierten Nockenwellenwinkel $NW = 57^\circ$ bei $nFW = 13$.
25 Insgesamt ergibt sich einen Winkelfehler von $\Delta\alpha_1 = 2,5^\circ$ bei $nFW=1$ gemäß der Figur 4. Entsprechendes gibt Figur 7 wieder.

Nach Abschluss der Kalibrierphase und Erreichen der Normal-
30 Signallage können dann die Winkelfehler $\Delta\alpha_1$ bis $\Delta\alpha_{13}$ durch Vergleich der Anlauf-Signallage mit der Normal-Signallage an den jeweiligen Flankenwechseln nFW bestimmt werden. Entsprechende Werte sind der Fig. 7 zu entnehmen. Die zugehörigen Korrekturwerte KOW, die gemäß einer ersten

Ausführungsform der Erfindung den Winkelfehlern $\Delta\alpha_1$ bis $\Delta\alpha_{13}$ entsprechen, werden in dem nicht flüchtigen Speicher abgespeichert.

5 Bei einem erneuten Einschalten des Phasensensors, beziehungsweise der Brennkraftmaschine, werden dann die Phasensignale nicht nur um die Adaptionswerte χ adaptiert, sondern zusätzlich um die im Speicher abgelegten Korrekturwerte KOW derart korrigiert, dass nach dem
10 erneuten Einschalten des Phasensensors, beziehungsweise der Brennkraftmaschine, ein verbessertes Phasensignal zur Verfügung steht, und insbesondere nach dem erneuten Einschalten wenigstens weitgehend die Normal-Signallage erreicht wird.

15 Bei dem in der Figur 1, 4 und 7 gezeigten Beispiel beträgt der korrigierte Nockenwellenwinkel beim erneuten Einschalten der Brennkraftmaschine dann $NW_{KOR} = 57^\circ$, und zwar an sämtlichen Flankenwechseln vom Beginn der
20 Kalibrierphase bis zu deren Ende. Es ergibt sich dann der in Figur 4 gezeigte Winkelfehlerverlauf 41', bei dem ein Winkelfehler von idealerweise 0° vorliegt. Daraus ergibt sich nach dem Start der Brennkraftmaschine beziehungsweise nach dem Einschalten des Phasensensors eine sehr genaue
25 Lage der Nockenwelle. Insgesamt führt dies zu günstigen Abgaswerten beim Starten der Brennkraftmaschine.

Die derart adaptierte und korrigierte Anlauf-Signallage des Phasensignals zum Kurbelwellensignal wird beim wiederholt
30 erneutem Starten mit der Normal-Signallage verglichen. Bei Abweichungen von der korrigierten Anlauf-Signallage von der zu erwartenden Normal-Signallage kann eine erneute Korrektur durchgeführt werden. Die hieraus sich ergebenden neuen Korrekturwerte können bei einem wiederum erneuten
35 Starten der Brennkraftmaschine zur Korrektur der beim

vorherigen Starten ermittelten Korrekturwerte herangezogen werden. Hierdurch ergibt sich bei mehreren, erneuten Startvorgängen jeweils ein verbessertes, korrigiertes Anlauf-Phasensignal. Die Korrektur des Phasensignals wird
5 folglich durch mehrfaches Wiederholen der Adaption und Korrektur bei erneutem Einschalten verbessert und gelernt; insbesondere wird eine gleitende Mittelwertbildung durchgeführt.

10 Insgesamt können durch die nicht flüchtige Speicherung der Korrekturwerte die systematischen Winkelfehler beim erneuten Starten ausgeschlossen werden.

Um Speicherplatz im nicht flüchtigen Speicher zu sparen,
15 kann gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung die Korrektur durch Verwendung von für die Winkelfehler charakteristische Korrekturwerten erfolgen. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, dass die Korrekturwerte durch eine an die Winkelfehler angenäherte Gerade
20 abgebildet werden. Bei einem Auftreten eines Winkelfehlers von $2,5^\circ$ entspricht die Gerade dann dem Signalverlauf 41 der Figur 3, zwischen Flankenwechsel zwei und zwölf. Die Gerade kann dabei über eine lineare Regression oder über zwei ausgewählte Punkte berechnet werden. Damit kann es
25 genügen, lediglich die ausgewählten Werte im nicht flüchtigen Speicher zu halten, und nicht vierzehn oder mehr einzelne Korrekturwerte KOW.

Zur Plausibilisierung der Werte können noch zusätzliche
30 Mechanismen eingesetzt werden, beispielsweise können Höchst- oder Untergrenzen für die Werte verwendet werden. Außerdem kann eine Mittelung von mehreren, zum Beispiel drei Geraden aus mehreren, zum Beispiel drei
Adaptionsvorgängen erfolgen.

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung eines verbesserten Phasensignals eines aktiven Phasensensors (23) einer Nockenwelle (15) einer Brennkraftmaschine unmittelbar nach dem Einschalten des Phasensensors und/oder der Brennkraftmaschine, wobei der Phasensensor (23) Winkelmarken (16, 17) eines drehfest mit der Nockenwelle (15) verbundenen Geberrads (14) abtastet und während des Anlaufens der Brennkraftmaschine einen Kallibriervorgang durchführt, und wobei ein Kurbelwellensensor (22) Winkelmarken (12, 13) eines drehfest mit der Kurbelwelle (11) verbundenen Geberrads (10) abtastet, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- 25 a) Nach dem ersten Einschalten des Phasensensors (23):
- a.1) Ermitteln der Anlauf-Signallage des Phasensignals (S_{NW}) während des Kalibriervorgangs des Phasensensors auf der Basis des Kurbelwellensignals (S_{KW}) über mehrere Winkelmarken (16, 17) des Geberrads (14) der Nockenwelle (15) hinweg, wobei während des Kalibriervorgangs des Phasensensors das Phasensignals schrittweise um Adaptionswerte (χ_i) korrigiert wird, bis die Normal-Signallage erreicht ist,
- 30 a.2) Ermitteln der Normal-Signallage des Phasensignals auf der Basis des Kurbelwellensignals (S_{KW}) nach dem
- 35

Anlaufen und nach abgeschlossenem Kalibriervorgang,

a.3) Bestimmen von Winkelfehlern ($\Delta\alpha_1$) aus der Differenz zwischen der Anlauf-Signallage und der Normal-Signallage;

5 a.4) Ablegen von auf den Winkelfehlern basierenden Korrekturwerten (KOW) in einem nicht flüchtigen Speicher;

b) Beim erneuten Einschalten des Phasensensors bzw.

10 Brennkraftmaschine:

b.1) Korrigieren des Phasensignals (S_{NW}) während des Kalibriervorgangs um die Korrekturwerte (KOW), so dass nach dem erneuten Einschalten des Phasensensors ein verbessertes Phasensignal ($S_{NW-KROR}$, KW_{NWKOR}) zur
15 Verfügung steht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Korrigieren des Phasensignals (S_{NW}) gemäß Schritt b.1) derart erfolgt, dass das korrigierte Phasensignal ($S_{NW-KROR}$) während des Kalibriervorgangs auf der Basis des
20 Kurbelwellensignals eine korrigierte Anlauf-Signallage ($41'$) ergibt, die im wesentlichen der Normal-Signallage entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Normal-Signallage gemäß Schritt
25 a.1) dann erreicht ist, wenn eine im Phasensensor ablaufende Kalibrierphase abgeschlossen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Phasensensor während der Kalibrierphase die Schaltschwelle in Abhängigkeit von dem erfassten Signal
30 derart nachgeführt wird, dass sich die Schaltschwelle (SSW) an einem bestimmten Prozentsatz des maximalen Signalhubes vom Phasensensor erfassten Signals (WM) liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturwerte aus einem maximalen Winkelfehler ($\Delta\alpha$) an der ersten abgetasteten Winkelmarke und aus um die Adaptionswerte (χ) korrigierte weitere
- 5 Winkelfehler ($\Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2, \Delta\alpha_3, \dots, \Delta\alpha_n$) an weiteren abgetasteten Winkelmarken gebildet werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim mehrfach erneuten Einschalten des Phasensensors bzw. der Brennkraftmaschine
- 10 nach Schritt b.1) die korrigierte Anlauf-Signallage mit der auf den bereits gespeicherten Korrekturwerten beruhenden zu erwartenden Anlauf-Signallage verglichen wird und bei mehrfachem Wiederholen eine Mittelwertbildung, insbesondere eine gleitende Mittelwertbildung, der gemäß Schritt a.4)
- 15 abzulegenden Korrekturwerte erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anlaufen über mehrere Arbeitsspiele des Verbrennungsmotors erfolgt und dass der Kalibriervorgang insbesondere nach maximal 8 Arbeitsspielen
- 20 vollständig abgeschlossen ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schrittweise Adaption zwischen zwei benachbarten Winkelmarken gemäß Schritt a.1) auf einen maximalen Adaptionswert (γ) begrenzt ist, wobei
- 25 dieser maximale Adaptionswert insbesondere im Bereich zwischen $\pm 2^\circ$ und $\pm 0,1^\circ$, und insbesondere im Bereich von $\pm 0,2^\circ$ bis $\pm 0,75^\circ$, und insbesondere im Bereich von $\pm 0,25^\circ$ liegt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 30 dadurch gekennzeichnet, dass das Ablegen der Korrekturwerte in einem nicht flüchtigen Speicher der Motorsteuerung der Brennkraftmaschine und/oder in einem nicht flüchtigen

Speicher des Phasensensors erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturwerte von einer an die Winkelfehler angenäherten Geraden abgebildet werden.

5 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaption um die Adaptionswerte(χ) gem. Schritt a.1) und/oder die Korrektur nach Schritt b.1) unter definierten Bedingungen der Nockenwelle erfolgt.

10 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den ermittelten Winkelfehlern bzw. der Korrekturwerte und dem bekannten typischen Verhalten des Phasengebers bei unterschiedlichen Luftspalten der Einfluss der Luftspaltabhängigkeit und/oder
15 die Größe des Luftspalts zwischen dem Phasensensor und den Winkelmarken ermittelt wird und dass daraus entsprechende Diagnose- und/oder Korrekturfunktionen aufgesetzt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das der Phasensensor in Hall oder Magneto-Resistiver (MR,
20 GMR) Technologie ausgeführt ist.

14. System zur Bereitstellung eines verbesserten Signals eines die Winkellage einer Nockenwelle eines Verbrennungsmotors erfassenden Phasensensors unmittelbar nach dem Einschalten des Phasensensors und/oder des
25 Verbrennungsmotors, das zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist, umfassend eine mit der Nockenwelle drehfest verbundenes Geberrad, ein die Drehstellung des Geberrads erfassenden Phasensensor, einen mit der Kurbelwelle drehfest
30 verbundenes Kurbelwellenrad, einen die Drehstellung des Kurbelwellenrads erfassenden Kurbelwellensensor, eine die Signale des Phasensensors und des Kurbelwellensensor

verarbeitende Motorsteuerung, wobei ein nicht flüchtiger Speicher zum Ablegen der Korrekturwerte vorgesehen ist.

15. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
5 der nicht flüchtige Speicher ein Dauerram-Speicher,
insbesondere ein EEPROM oder ein Flash Speicher, ist.

16. System nach Anspruch 14 oder 15, dadurch
gekennzeichnet, dass der nicht flüchtige Speicher in der
Motorsteuerung angeordnet ist.

10 17. System nach Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch
gekennzeichnet, dass im nicht flüchtigen Speicher und/oder
in der Motorsteuerung Kennlinien der Korrekturwerte
abgelegt werden oder sind.

18. Motorsteuerung, die dazu geeignet ist, ein Verfahren
nach einem der Ansprüche 1 bis 13 durchzuführen.

15 19. Computerprogramm mit Programmcode für eine
Motorsteuerung nach Anspruch 18 bzw. für ein System nach
einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass
der Programmcode ausgebildet ist zur Durchführung des
Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

20 20. Computerprogramm nach Anspruch 19, dadurch
gekennzeichnet, dass der Programmcode auf einem
computerlesbaren Datenträger abgespeichert ist.

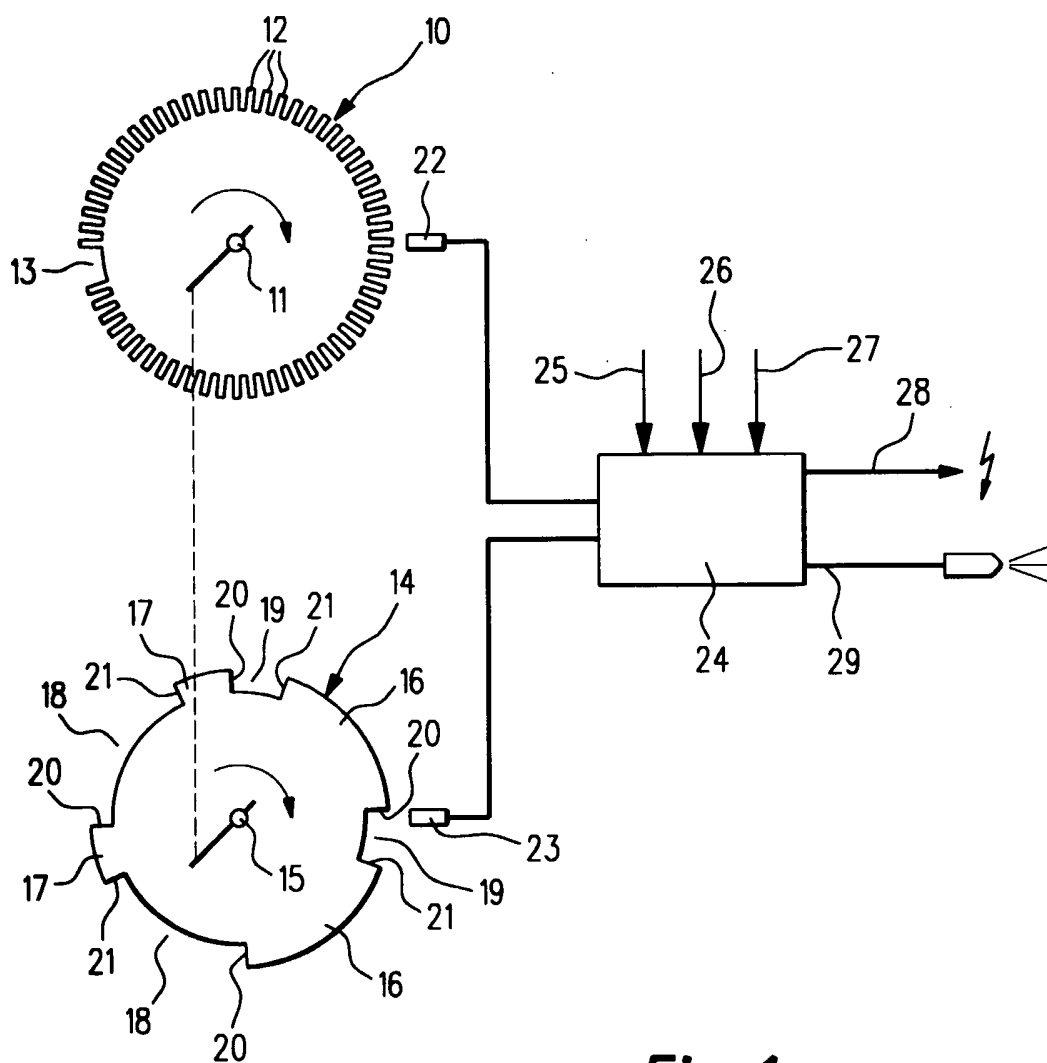


Fig. 1

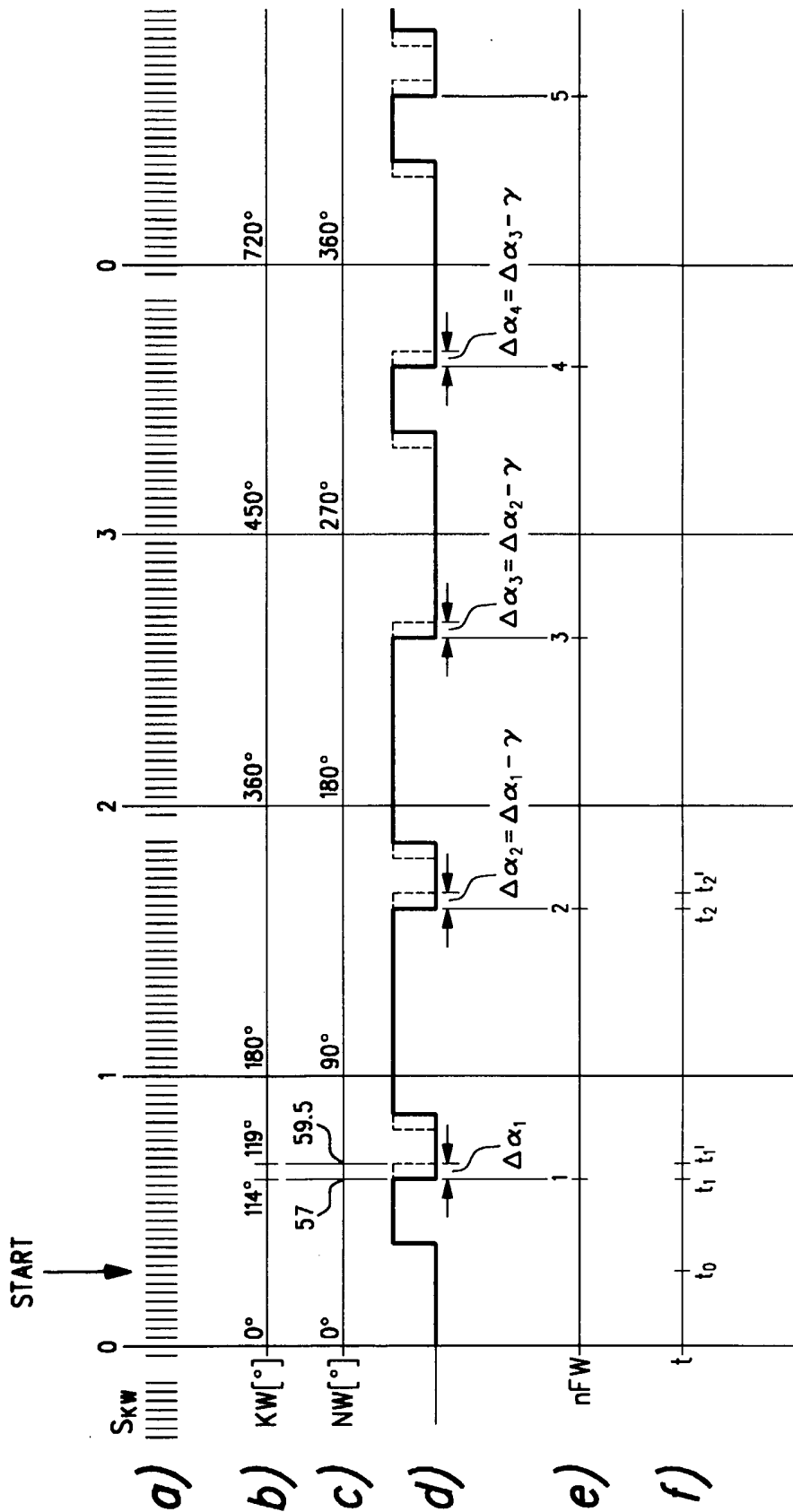


Fig. 2

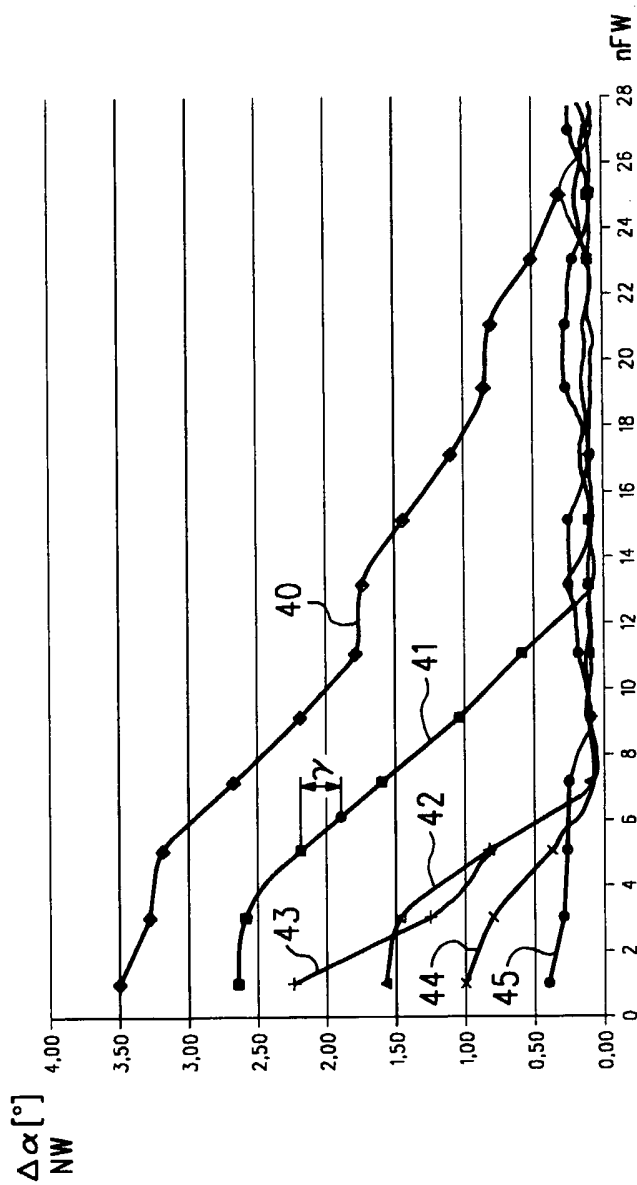


Fig. 3

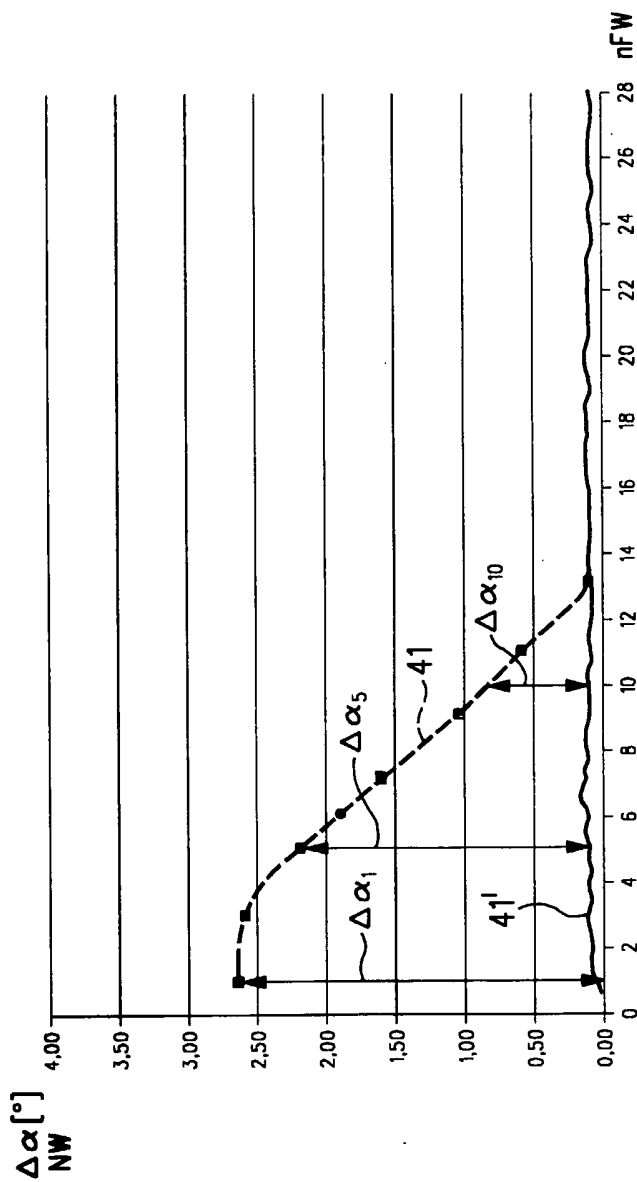


Fig. 4

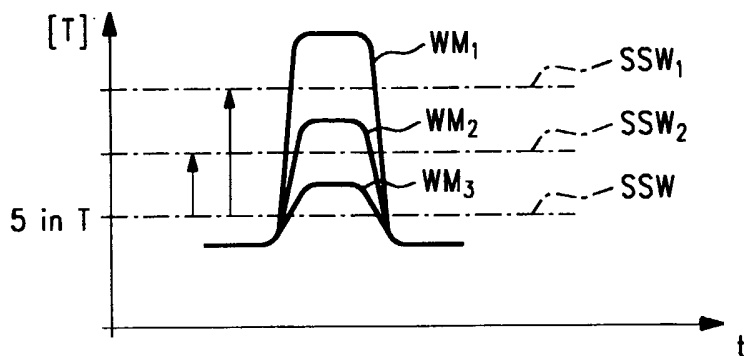


Fig. 5

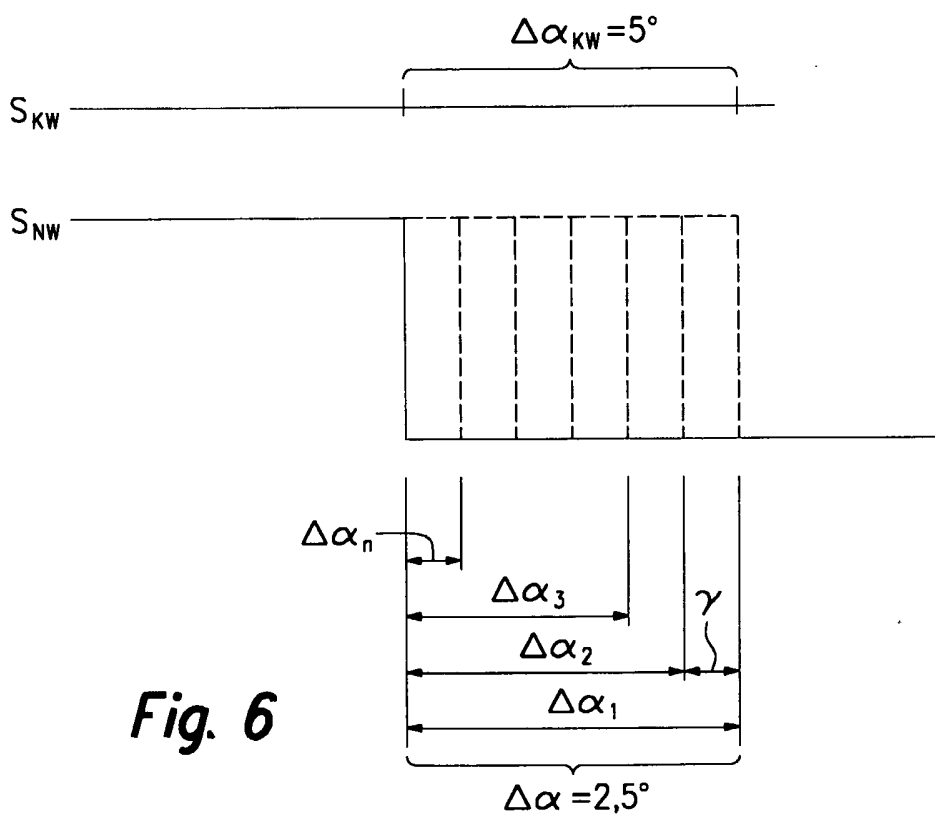


Fig. 6

6 / 6

ADAPTION		SPEICHER		KORREKTUR			
nFW	NW (°)	$\Delta\alpha$	KOW	nFW	NW (°)	KOW	NW _{KOR} (°)
1	59,5	2,5	2,5	1	59,5	2,5	57
2	59,5	2,5	2,5	2	59,5	2,5	57
3	59,5	2,5	2,5	3	59,5	2,5	57
4	59,25	2,25	2,25	4	59,25	2,25	57
5	59	2	2	5	59	2	57
6	58,75	1,75	1,75	6	58,75	1,75	57
7	58,5	1,5	1,5	7	58,5	1,5	57
8	58,25	1,25	1,25	8	58,25	1,25	57
9	58	1	1	9	58	1	57
10	57,75	0,75	0,75	10	57,75	0,75	57
11	57,5	0,5	0,5	11	57,5	0,5	57
12	57,25	0,25	0,25	12	57,25	0,25	57
13	57	0	0	13	57	0	57
14	57	0	0	14	57	0	57
15	57	0	0	15	57	0	57
16	57	0	0	16	57	0	57
...	57	0	0	...	57	0	57

Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/006686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F02D41/24 G01D18/00 F02D41/34 G01R29/02 F02D41/06
 F01L1/344

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F02D G01D G01R F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/000498 A1 (MATHEWS DAVID STEWART ET AL) 2 January 2003 (2003-01-02) paragraph '0005! paragraph '0025! - paragraph '0026! figures 2-4,6	1,14
A	US 5 417 187 A (SCHNEIDER GERHARD ET AL) 23 May 1995 (1995-05-23) column 3, line 16 - column 5, line 63	1,14
A	US 5 692 488 A (SCHMITZ ING GUENTER ET AL) 2 December 1997 (1997-12-02) column 1, line 65 - column 2, line 60	1,14

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 24 November 2004	Date of mailing of the international search report 15/12/2004
--------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer De Vita, D
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/006686

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003000498	A1	02-01-2003	NONE
US 5417187	A	23-05-1995	DE 4408425 A1 22-12-1994 FR 2706530 A1 23-12-1994 JP 7054620 A 28-02-1995
US 5692488	A	02-12-1997	DE 19534878 A1 27-03-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/006686

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02D41/24 G01D18/00 F02D41/34 G01R29/02 F02D41/06 F01L1/344		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02D G01D G01R F01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/000498 A1 (MATHEWS DAVID STEWART ET AL) 2. Januar 2003 (2003-01-02) Absatz '0005! Absatz '0025! - Absatz '0026! Abbildungen 2-4,6 -----	1,14
A	US 5 417 187 A (SCHNEIDER GERHARD ET AL) 23. Mai 1995 (1995-05-23) Spalte 3, Zeile 16 - Spalte 5, Zeile 63 -----	1,14
A	US 5 692 488 A (SCHMITZ ING GUENTER ET AL) 2. Dezember 1997 (1997-12-02) Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 60 -----	1,14
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
24. November 2004	15/12/2004	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter De Vita, D	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006686

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003000498	A1	02-01-2003	KEINE
US 5417187	A	23-05-1995	DE 4408425 A1 22-12-1994 FR 2706530 A1 23-12-1994 JP 7054620 A 28-02-1995
US 5692488	A	02-12-1997	DE 19534878 A1 27-03-1997