



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 669 576 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.06.2006 Patentblatt 2006/24

(51) Int Cl.:
F02D 41/04 (2006.01) **F02D 15/00** (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01) **F02D 15/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04106259.7**

(22) Anmeldetag: **03.12.2004**

(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: **Ford Global Technologies, LLC, A
subsidiary of Ford
Motor Company
Dearborn, MI 48126 (US)**

(72) Erfinder:
• **Grieser, Klemens
40764 Langenfeld (DE)**

• **Kramer, Ulrich
51427 Bergisch Gladbach (DE)**
• **Philips, Patrick Joseph
50858 Köln (DE)**
• **Steiner, Bernd
51467 Bergisch-Gladbach (DE)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten et al
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)**

(54) **Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine**

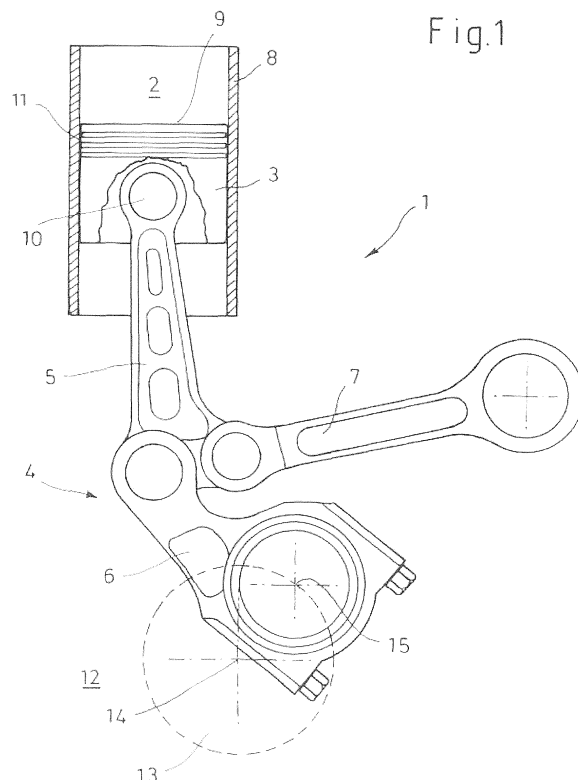
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine.

Es soll ein Verfahren der oben genannten Art bereitgestellt werden, mit dem gezielt - nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine - eine für den Neustart der Brennkraftmaschine vorteilhafte, vorgebbare Endstellung der Kurbelwelle angefahren werden kann.

Erreicht wird dies durch eine Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine mit n Zylindern und mit n Pleuelstangen (4), die mit ihrem einen Ende mit einem Pleuellager (3) gelenkig verbunden sind und zur Koppelung von Pleuellager (3) und Kurbelwelle (13) mit ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle (13) an einer Pleuellagerkröpfung gelenkig verbunden sind, wobei die n Zylinder von einem Zylinderblock und einem Zylinderkopf mitbegrenzt sind und mindestens ein Zylinder ein variables Verdichtungsverhältnis ϵ aufweist, bei dem

■ durch Vergrößern und/oder Verkleinern des Verdichtungsverhältnisses ϵ in mindestens einem Zylinder der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle

(13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.



EP 1 669 576 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine mit n Zylindern und mit n Pleuelstangen, die mit ihrem einen Ende mit einem Kolben gelenkig verbunden sind und zur Kopplung von Kolben und Kurbelwelle mit ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle an einer Kurbelwellenkröpfung gelenkig verbunden sind, wobei die n Zylinder von einem Zylinderblock und einem Zylinderkopf mitbegrenzt sind.

[0002] Aufgrund der begrenzten Ressourcen an fossilen Energieträgern, insbesondere aufgrund der begrenzten Vorkommen an Mineralöl als Rohstoff für die Gewinnung von Brennstoffen für den Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen, ist man bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren ständig bemüht, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren. Dabei steht einerseits die verbesserte d.h. effektivere Verbrennung im Vordergrund der Bemühungen. Andererseits können aber auch bestimmte Strategien im Hinblick auf den grundsätzlichen Betrieb der Brennkraftmaschine zielführend sein.

[0003] Ein Konzept zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs eines Fahrzeuges besteht beispielsweise darin, die Brennkraftmaschine - statt sie im Leelauf weiter zu betreiben - abzuschalten, wenn kein momentaner Leistungsbedarf besteht. In der Praxis bedeutet dies, daß zumindest bei Fahrzeugstillstand die Brennkraftmaschine ausgeschaltet wird. Ein Anwendungsfall ist der Stop-and-Go-Verkehr, wie er sich beispielsweise im Stau auf Autobahnen und Landstraßen einstellt. Im innerstädtischen Verkehr ist der Stop-and-Go-Verkehr infolge der vorhandenen und nicht aufeinander abgestimmten Ampelanlagen nicht mehr die Ausnahme, sondern sogar die Regel. Weitere Anwendungsfälle bieten beschränkte Bahnübergänge und dergleichen.

[0004] Problematisch bei den Konzepten, welche zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs die Brennkraftmaschine bei fehlendem Bedarf abschalten, ist die Notwendigkeit die Brennkraftmaschine wieder zu starten. Probleme bereitet das Neustarten, weil bei unkontrolliertem Abstellen der Brennkraftmaschine, die Kurbel- und die Nockenwelle in einer beliebigen und zudem nicht bekannten Stellung zum Stehen kommen. Folglich ist die Position der Kolben in den einzelnen Zylindern der Brennkraftmaschine ebenfalls nicht bekannt und dem Zufall überlassen. Diese Informationen sind aber für einen unkomplizierten und möglichst schnellen und damit kraftstoffsparenden Neustart unerlässlich.

[0005] Bei einer Brennkraftmaschine, die mit einer elektronisch geregelten Zündung und/oder einer elektronisch geregelten Einspritzung ausgestattet ist, liefern an der Kurbelwelle angeordnete Marker Signale über die Kurbelwinkelstellung an mit der Motorsteuerung verbundene Sensoren zur Steuerung des Zünd- und des Einspritzzeitpunktes. Zur Generierung dieser Signale ist es aber zunächst erforderlich, die Kurbelwelle in Drehung zu versetzen. Direkt zu Beginn des Neustarts und des Starts im allgemeinen besteht Unklarheit über den rich-

tigen Einspritz- und Zündzeitpunkt, so daß eine Einlaufphase zur Synchronisation der Kurbelwinkelstellung einerseits und der Motorbetriebsparameter andererseits erforderlich wird. Zudem müssen Geräte zum Starten bzw. Neustarten der Brennkraftmaschine vorgesehen werden, beispielsweise ein konventioneller Anlasser oder ein ähnliches Gerät, das geeignet ist, die Kurbelwelle zwangsweise in Drehung zu versetzen, wie beispielsweise ein Elektromotor.

[0006] Um den Neustart zu vereinfachen, werden nach dem Stand der Technik verschiedene Konzepte vorgeschlagen.

[0007] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 42 30 616 schlägt beispielsweise vor, die Winkellage der Kurbelwelle, welche beim Abschalten registriert wird, zu speichern und für den Neustart zu verwenden, so daß die geeigneten Zündzeitpunkte und Einspritzzeitpunkte unmittelbar zur Verfügung stehen. Diese Vorgehensweise hat sich aber in der Praxis nicht bewährt, da die gespeicherten Informationen über die Stellung der Kurbelwelle zu ungenau sind.

[0008] Andere Lösungsansätze präferieren - wie die vorliegende Erfindung auch - Verfahren zum kontrollierten Abstellen der Brennkraftmaschine. Das kontrollierte Abstellen besteht dabei darin, ganz bestimmte Kurbelwinkelpositionen - sogenannte Vorzugspositionen - bewußt beim Abschalten der Brennkraftmaschine anzufahren. Die Endstellung der Kurbelwelle wird dabei nicht mehr dem Zufall überlassen und mehr oder weniger genau registriert, sondern es werden gezielt für den Neustart vorteilhafte Kurbelwinkelstellungen herbeigeführt.

[0009] Bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung ist es bei geeigneter Kurbelwinkelstellung sogar ohne Starter möglich, aus dem Stillstand direkt zu starten bzw. neu zu starten. Dabei wird Kraftstoff direkt in die Brennräume der stillstehenden Brennkraftmaschine eingespritzt und mittels einer Zündkerze gezündet, so daß die Explosion des Luft-Kraftstoffgemisches die Kolben in Bewegung bringt, wodurch die Kurbelwelle in Drehung versetzt wird.

[0010] Diese Art des Startens bzw. Neustartens erfordert aber die Einhaltung bestimmter Randbedingungen. Insbesondere muß die Kurbelwelle - wie bereits erwähnt - in einer bestimmten Position bzw. in einem bestimmten Kurbelwinkelbereich stehen. Insofern sind gerade bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung Verfahren zum kontrollierten Abstellen zielführend.

[0011] Ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine wird beispielsweise in der WO 01/48373 offenbart. Die WO 01/48373 lehrt die Anwendung eines Verfahrens, bei dem nach dem Abschalten d.h. nach Beendigung des regulären Betriebes der Brennkraftmaschine eine Verstellvorrichtung aktiviert und angesteuert wird, mit der die Kurbelwelle und/oder die Nockenwelle in eine vorgebbare vorteilhafte Winkelstellung bewegt wird. Dabei können sowohl aktive wie passive Verstellvorrichtungen zum Einsatz kommen.

[0012] Als aktive Verstellvorrichtung kann ein Elektromotor dienen, der ein Drehmoment auf die Kurbelwelle überträgt und diese nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine in die gewünschte Position dreht, welche dann bis zum Neustarten der Brennkraftmaschine beibehalten wird. In der WO 01/48373 werden auch aktive Verstellvorrichtungen beschrieben, welche Mittel zur Aktivierung der Einspritzung und Zündung der Brennkraftmaschine nach Beendigung ihres regulären Betriebes aufweisen. Diese Mittel werden eingesetzt, um gezielt Verbrennungsvorgänge in den Zylindern zu initiieren, mit denen ein bestimmtes Drehmoment auf die Kurbelwelle übertragen wird, so daß eine vorgebbare vorteilhafte Kurbelwinkelstellung angefahren werden kann.

[0013] Passive Verstellvorrichtungen können aber gemäß der WO 01/48373 ebenfalls eingesetzt werden, wobei diese passiven Verstellvorrichtungen nach Beendigung des regulären Betriebs der Brennkraftmaschine die im Nachlauf der Kurbelwelle noch vorhandene Drehbewegung ausnutzen und in der Art beeinflussen, daß die Kurbelwelle in der vorgegebenen vorteilhaften Kurbelwellenstellung zum Stillstand kommt. Als passive Verstellvorrichtung werden Mittel vorgeschlagen, die beispielsweise eine Gaswechselventilsteuerung umfassen, welche bei geeigneter Ansteuerung ein Bremsmoment auf die Brennkraftmaschine bzw. Kurbelwelle überträgt, so daß die Verzögerung der Welle und damit ihre Endstellung steuerbar wird.

[0014] Die in der WO 01/48373 aufgezeigten Verstellvorrichtungen weisen verschiedene Nachteile auf. Die aktiven Verstellvorrichtungen machen entweder zusätzliche Bauteile - wie unter Umständen noch nicht vorhandene Elektromotoren - zur Aufbringung eines Verstellmomentes erforderlich, oder sie arbeiten wie bei der Initiierung gezielter Verbrennungsvorgänge zum Anfahren der vorgegebenen Kurbelwinkelstellung mittels einer zusätzlichen Kraftstoffeinspritzung und -zündung. Gerade das letztgenannte Verfahren, welches die Verwendung von Kraftstoff erfordert, steht in krassem Gegensatz zu dem grundsätzlichen Ziel der Abschaltung der Brennkraftmaschine, nämlich durch das Abstellen der Brennkraftmaschine Kraftstoff zu sparen und damit den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeuges zu optimieren.

[0015] Ein Verfahren zur Auslaufsteuerung einer Brennkraftmaschine, bei dem gezielt die Gasaustauschventile der Brennkraftmaschine zur Ansteuerung der Vorzugspositionen verwendet werden, ist in der WO 01/44636 A2 beschrieben. Durch geeignete Ansteuerung d. h. durch geeignetes Öffnen und Schließen der Gasaustauschventile wird dabei Einfluß genommen auf den Brennraumdruck und damit auf das von den Gaskräften über den Kolben und die Pleuelstange auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment. Dieses Verfahren setzt aber eine Brennkraftmaschine voraus, die über eine zumindest teilweise variable Ventilsteuerung verfügt. Zudem ist eine komplexe und daher aufwendige Steuerung erforderlich.

[0016] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der

vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine aufzuzeigen, mit dem gezielt - nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine - eine für den Neustart der Brennkraftmaschine vorteilhafte, vorgebbare Endstellung der Kurbelwelle angefahren werden kann und mit dem die nach dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden.

[0017] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine mit n Zylindern und mit n Pleuelstangen, die mit ihrem einen Ende mit einem Kolben gelenkig verbunden sind und zur Koppelung von Kolben und Kurbelwelle mit ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle an einer Kurbelwellenkröpfung gelenkig verbunden sind, wobei die n Zylinder von einem Zylinderblock und einem Zylinderkopf mitbegrenzt sind und mindestens ein Zylinder ein variables Verdichtungsverhältnis E aufweist, bei dem

■ durch Vergrößern und/oder Verkleinern des Verdichtungsverhältnisses E in mindestens einem Zylinder der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das von den Gaskräften über den Kolben und die Pleuelstange auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment genutzt, um nach Abschalten der Brennkraftmaschine die gewünschte Endstellung der Kurbelwelle anzufahren.

[0019] Hierzu wird das von den Gaskräften auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment in der Art beeinflusst, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0020] Infolge der auch nach Abstellen der Brennkraftmaschine noch vorhandenen Drehbewegung der Kurbelwelle wird das in den n Zylindern der Brennkraftmaschine befindliche Gas während des Auslaufvorganges durch die in den Zylinderrohren nach wie vor oszillierenden Kolben weiterhin komprimiert, wobei das Gas bei abwärtsgehenden Kolben wieder expandiert.

[0021] Um den Brennraumdruck in den Zylindern und damit das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment beeinflussen zu können, wird gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren das Verdichtungsverhältnis mindestens eines Zylinders variabel gestaltet.

[0022] Die Gaskräfte drücken den Kolben in Richtung

Zylinderrohr längsachse nach unten, wobei ausgehend vom oberen Totpunkt (OT) dem Kolben durch die Gaskräfte eine beschleunigte Bewegung aufgezwungen wird. Der Kolben, der mit seiner nach unten gerichteten Bewegung versucht, den Gaskräften auszuweichen, muß bei dieser abwärts gerichteten Bewegung die mit ihm gelenkig verbundene Pleuelstange mitnehmen. Hierzu leitet der Kolben die auf ihn wirkenden Gaskräfte über den Kolbenbolzen auf die Pleuelstange und versucht diese nach unten zu beschleunigen. Nähert sich der Kolben dem unteren Totpunkt (UT) wird er zusammen mit den mit ihm verbundenen Bauteilen, insbesondere der Pleuelstange, verzögert, um dann im unteren Totpunkt (UT) eine Bewegungsumkehr zu vollziehen. Die Wegstrecke, die der Kolben auf seinem Weg zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und dem unteren Totpunkt (UT) im Zylinderrohr zurücklegt, wird als Kolbenhub s bezeichnet. Das Hubvolumen V_H der Brennkraftmaschine ergibt sich aus der Anzahl n der Zylinder und der Kolbenfläche A_K zu:

$$V_H = n \cdot A_K \cdot s$$

bzw.

$$V_H = n \cdot V_h \text{ mit } V_h = A_K \cdot s$$

wobei V_h das Hubvolumen eines Zylinders ist.

[0023] Das Zylindervolumen $V_{Z,OT}$ entspricht dem sogenannten Kompressionsvolumen V_C , wenn der Kolben sich im oberen Totpunkt (OT) befindet. Folglich ergibt sich das Zylindervolumen $V_{Z,UT}$ im unteren Totpunkt des Kolbens (UT) aus der Summe von Hubvolumen V_h und Kompressionsvolumen V_C .

[0024] Das geometrische Verdichtungsverhältnis E einer Brennkraftmaschine ergibt sich dabei durch den Ausdruck:

$$\varepsilon = 1 + V_h / V_C$$

[0025] Zur Beeinflussung des auf die Kurbelwelle übertragenen Drehmoments wird mindestens ein Zylinder mit einem variablen Verdichtungsverhältnis E versehen, wobei durch Verkleinern des Verdichtungsverhältnisses E der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase gesenkt und das von den Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment verkleinert wird.

[0026] Jeder Zylinder bzw. Brennraum wird seitlich durch den Zylinderkopf und den Zylinderblock, in denen ein Zylinderrohr ausgebildet bzw. angeordnet sein kann, und nach unten durch den Kolben, der axial beweglich in dem Zylinderrohr geführt wird, mitbegrenzt. Der Kol-

ben dichtet zusammen mit den Kolbenringen den Brennraum gegen das Kurbelgehäuse ab. Nach oben wird der Brennraum durch den Zylinderkopf und die in dem Zylinderkopf angeordneten Steuerorgane, die üblicherweise als Hubventile ausgebildet sind, begrenzt.

[0027] Mit einem variablen Verdichtungsverhältnis E wird auf das momentane Brennraumvolumen und folglich auf den Druck der in dem Brennraum befindlichen Gase Einfluß genommen. Ein variables Verdichtungsverhältnis ε kann dabei auf unterschiedliche Weise realisiert werden, was noch näher im Zusammenhang mit den bevorzugten Ausführungsformen erläutert wird.

[0028] Durch die erfindungsgemäße Variation des Verdichtungsverhältnisses E zu dem Zweck, eine Brennkraftmaschine kontrolliert abzustellen, ist es nicht erforderlich, zusätzliche Verstellvorrichtungen, insbesondere aktive Verstellvorrichtung wie einen Elektromotor, vorzusehen, um nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine die Kurbelwelle in die gewünschte Position zu drehen, so wie dies in der WO 01/48373 vorgeschlagen wird.

[0029] In diesem Zusammenhang kann der mindestens eine Zylinder, der mit einem variablen Verdichtungsverhältnis E versehen wird, als passive Verstellvorrichtung angesehen werden, mit welcher das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment bis zum Stillstand der Kurbelwelle gezielt beeinflußt wird. Im Vergleich zu einer aktiven Verstellvorrichtung bietet eine passive Verstellvorrichtung den Vorteil, daß ihr Energieverbrauch niedriger ist, da sie eine Drehbewegung der Kurbelwelle nicht initiiert, sondern lediglich eine vorhandene Drehbewegung der Kurbelwelle in geeigneter Weise beeinflußt, insbesondere verzögert.

[0030] Durch das erfindungsgemäße Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine wird somit die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem gezielt - nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine - eine für den Neustart der Brennkraftmaschine vorteilhafte, vorgebbare Endstellung der Kurbelwelle angefahren werden kann, wobei insbesondere durch Anfahren sogenannter Vorzugspositionen ein kraftstoffsparender Neustart ermöglicht wird.

[0031] Weitere vorteilhafte Varianten des Verfahrens werden im Zusammenhang mit den Unteransprüchen erörtert.

[0032] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen

■ mindestens eine Pleuelstange in mindestens einem Zylinder zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Pleuellänge l versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Pleuellänge l der mindestens einen Pleuelstange der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflußt wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle

ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0033] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in jedem der n Zylinder eine variable Pleuelstange mit veränderbarer Pleuellänge l vorgesehen wird.

[0034] Wird in jedem der n Zylinder eine variable Pleuelstange vorgesehen, erhöht dies die Flexibilität bzw. die Möglichkeiten der Einflußnahme auf das von den Gaskräften auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment im Rahmen eines kontrollierten Abstellens der Brennkraftmaschine, denn jeder Zylinder ist anteilig an dem auf die Kurbelwelle übertragenen Drehmoment beteiligt, wobei die momentanen auf die Kolben ausgeübten Gaskräfte der n Zylinder unterschiedlich sein können, da die einzelnen Zylinder in der Regel um einen gewissen Kurbelwinkelbetrag versetzt arbeiten bzw. betrieben werden.

[0035] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das variable Verdichtungsverhältnis E mittels einer Motorsteuerung gesteuert bzw. verändert wird, da die Motorsteuerung unter anderem Kenntnis über weitere für die Steuerung des mindestens einen zusätzlichen Steuerorgans nützliche Betriebsparameter hat.

[0036] Um präzise eine bestimmte Vorzugsposition der Kurbelwelle anfahren zu können, ist nämlich eine Vielzahl von Informationen notwendig bzw. hilfreich. Dabei kann auf alle bereits für die übliche Motorsteuerung gemessenen und/oder abgeleiteten Daten zurückgegriffen werden, insbesondere auf die Motordrehzahl, den Kurbelwellenwinkel, die Motortemperatur beziehungsweise eine hiermit korrelierende Temperatur wie die Kühlmitteltemperatur und/oder den Ansaugdruck im Ansaugkrümmer. Die genannten Größen haben erfahrungsgemäß den stärksten Einfluß auf die Auslaufbewegung der Brennkraftmaschine bzw. der Kurbelwelle.

[0037] Im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es erforderlich bzw. hilfreich, zu ermitteln, wie viel kinetische Energie nach Abstellen der Brennkraftmaschine im Antriebstrang bzw. in der Kurbelwelle vorliegt.

[0038] Ein Modell für die Auslaufbewegung einer Brennkraftmaschine wird beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 03101379.0 beschrieben. Dieses Modell berücksichtigt die aktuelle kinetische Energie des Antriebsstranges, die Reibungsverluste und/oder die Kompressions- und Expansionsvorgänge in den Zylindern der Brennkraftmaschine. Ein derartiges Modell kann aufgrund theoretischer Überlegungen gewonnen und in Form mathematischer Gleichungen implementiert werden. Vorzugswei-

se wird das Modell jedoch ganz oder zumindest teilweise empirisch gewonnen d.h. durch Beobachtung des Motorverhaltens und Aufbereitung der dabei gewonnenen Meßdaten (z. B. als eine Lookup-Tabelle).

[0039] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen

■ der Zylinderblock zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses ϵ mit einer veränderbaren Zylinderblockhöhe h_B versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Zylinderblockhöhe h_B der Druck der in den Zylindern befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0040] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen

■ der Zylinderkopf zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Zylinderkopfhöhe h_K versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Zylinderkopfhöhe h_K der Druck der in den Zylindern befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0041] Bei den beiden zuletzt genannten Ausführungsformen wird auf die momentane Länge der Zylinder bzw. Brennräume Einfluß genommen, die zusammen mit der Kolbenfläche A_K , wie oben ausgeführt, das momentane Brennraumvolumen bestimmt, und damit wird auch Einfluß genommen auf das den in den Brennräumen befindlichen Gasen momentan zur Verfügung gestellte Brennraumvolumen.

[0042] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen

■ mindestens ein Kolben in mindestens einem Zylinder zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Kol-

benhöhe h_p versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Kolbenhöhe h_p des mindestens einen Kolbens der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0043] Ein in der Höhe veränderbarer Kolben ermöglicht es, die Länge des den Gasen zur Verfügung stehenden Brennraumvolumens zu verändern.

[0044] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in jedem der n Zylinder ein variabler Kolben mit veränderbarer Kolbenhöhe h_p vorgesehen wird. Damit verfügen alle n Zylinder über ein variables Verdichtungsverhältnis ϵ , was die Flexibilität beim Anfahren der gewünschten Kurbelwellenstellung erhöht, wie bereits weiter oben im Zusammenhang mit der variablen Pleuelstange ausgeführt wurde.

[0045] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen

■ mindestens eine Kurbelwellenkröpfung der Kurbelwelle zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E in mindestens einem Zylinder variabel ausgeführt wird d.h. mit einem variablen Abstand h_z zur Kurbelwellenlängsachse versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern des Abstandes h_z der mindestens einen Kröpfung der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

[0046] Eine Kurbelwellenkröpfung umfaßt in der Regel zwei Kurbelwangen, die beabstandet voneinander auf der Kurbelwelle angeordnet sind, wobei zwischen den Kurbelwangen beabstandet zur Kurbelwelle ein Kurbelwellenlagerzapfen zur Aufnahme einer Pleuelstange angeordnet ist.

[0047] Eine variable Kurbelwellenkröpfung d. h. eine

Kurbelwellenkröpfung, deren Kurbelwellenlagerzapfen mit einem variablen Abstand h_z zur Kurbelwellenlängsachse versehen ist, kann beispielsweise mittels in der Länge veränderbarer Kurbelwangen verwirklicht werden.

[0048] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen alle n Kurbelwellenkröpfungen variabel ausgeführt werden. Damit verfügen alle n Zylinder über ein variables Verdichtungsverhältnis ϵ , was die Flexibilität beim Anfahren der gewünschten Kurbelwellenstellung erhöht, wie bereits weiter oben im Zusammenhang mit der variablen Pleuelstange und dem variablen Kolben ausgeführt wurde.

[0049] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die vorbestimmbare Position eine Vorzugsposition ist und die Kurbelwelle in dieser Vorzugsposition angehalten wird.

[0050] Diese Ausführungsform des Verfahrens ist vorteilhaft, weil das Anfahren einer Vorzugsposition günstig für einen Neustart ist.

[0051] Ein derartiges Verfahren gestattet beispielsweise bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung ein Starten ohne Starter d. h. direkt aus dem Stillstand zu starten, wofür lediglich Kraftstoff in die Brennräume der stillstehenden Brennkraftmaschine eingespritzt und mittels einer Zündkerze gezündet werden muß.

[0052] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Verdichtungsverhältnis E vergrößert wird, um den Gasdruck in dem mindestens einen Zylinder zu erhöhen und das von den Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment zu vergrößern.

[0053] Während der Auslaufphase wirkt der sich im Brennraum während der Kompressionsphase aufbauende Druck auf die Drehbewegung der Kurbelwelle verzögernd d.h. wie ein Bremsmoment. Die Kurbelwelle investiert Arbeit zur Verdichtung in die im Zylinder befindlichen Gase und gibt dabei Energie ab. Die Auslaufbewegung der Kurbelwelle wird verzögert und der Auslaufvorgang verkürzt, wenn das Verdichtungsverhältnis E vergrößert und damit das Druckniveau angehoben wird.

[0054] Während der Expansionsphase entspannt sich das unter Druck stehende Gas im größer werdenden Brennraum. Ein Vergrößern des Verdichtungsverhältnisses E wirkt dem Abbau des Gasdrucks entgegen, wodurch das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment vergrößert wird, was den Auslaufvorgang der Kurbelwelle verlängert. Während der Auslaufphase wirkt der sich im Brennraum während der Expansionsphase aufbauende Druck auf die Drehbewegung der Kurbelwelle antreibend d. h. wie ein Antriebsmoment. Die expandierenden Gase treiben die Kurbelwelle an und geben dabei Energie an die Kurbelwelle ab d.h. die Kurbelwelle nimmt Energie auf.

[0055] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Verdichtungsverhältnis E verkleinert wird, um den Gasdruck in dem mindestens einen Zylinder zu senken und das von den Gasen auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment zu verkleinern.

[0056] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Kompressionsphase das Verdichtungsverhältnis E verkleinert wird, um den in dem Zylinder vorherrschenden Gasdruck zu senken.

[0057] Während der Kompressionsphase führt eine Verkleinerung des Verdichtungsverhältnisses E und die damit verbundene Reduzierung des Druckniveaus dazu, daß die Auslaufbewegung der Kurbelwelle weniger stark verzögert wird und der Auslaufvorgang weniger stark verkürzt wird. Zu berücksichtigen ist, daß in der Kompressionsphase das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment wie ein Bremsmoment wirkt.

[0058] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Expansionsphase das Verdichtungsverhältnis E verkleinert wird, um den in dem Zylindern vorherrschenden Gasdruck zu senken.

[0059] Während der Expansionsphase entspannt sich das unter Druck stehende Gas im größer werdenden Brennraum. Ein Verkleinern des Verdichtungsverhältnisses E unterstützt den Abbau des Gasdrucks, wodurch das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment, das als Antriebsmoment dient, verringert wird, was den Auslaufvorgang der Kurbelwelle verkürzt.

[0060] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen in der Ansaugphase das Verdichtungsverhältnis E vergrößert wird, um den in dem Zylindern vorherrschenden Gasdruck zu erhöhen, wodurch das von den Gasen auf die Kurbelwelle übertragene Drehmoment vergrößert wird.

[0061] Beim Ansaugen wird im Brennraum des Zylinders durch den sich abwärts bewegenden Kolben ein Unterdruck erzeugt, wodurch Frischluft bzw. Frischgemisch aus dem Ansaugtrakt über das Einlaßventil angesaugt wird. Folglich zieht die auf den Kolben wirkende Gaskraft, die sich aus der Druckdifferenz zwischen Brennraum und Kurbelgehäuse ergibt, an dem Kolben in Richtung des oberen Totpunktes d.h. die resultierende Gaskraft wirkt der Abwärtsbewegung des Kolbens im Rahmen des Ansaugtaktes entgegen, was eine Verzögerung der Abwärtsbewegung bewirkt und einer Verringerung des Drehmomentes gleichkommt.

[0062] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Verdichtungsverhältnis E - wenn der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase geringer ist als der Druck im Kurbelgehäuse - in der Kompressionsphase und/oder Expansionsphase vergrößert wird, um den in dem mindestens einen Zylinder vorherrschenden Gasdruck zu erhöhen, wodurch das von den Gasen auf die Kurbelwelle übertragene verzögernde Drehmoment betragsmäßig verkleinert wird.

[0063] Während der Auslaufbewegung der Brennkraftmaschine wirkt das durch die Gaskräfte ausgeübte Drehmoment sowohl in der Kompressionsphase als auch in der Expansionsphase verzögernd, wenn der Zylinderdruck den Kurbelgehäusedruck unterschreitet, wie dies weiter oben bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der Ansaugphase ausgeführt wurde.

[0064] Das auf die Kurbelwelle ausgeübte Drehmoment kann dabei als Bremsmoment betrachtet werden. Dieses Brems-Drehmoment wird nun sowohl in der Kompressionsphase als auch in der Expansionsphase gezielt verringert, um den Auslaufvorgang der Kurbelwelle zu verlängern und die Kurbelwellenstellung zu beeinflussen.

[0065] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 1 näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 schematisch einen Kurbeltrieb einer ersten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine.

[0066] Figur 1 zeigt schematisch einen Kurbeltrieb 1 einer ersten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine, die gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren zum kontrollierten Abstellen betrieben wird.

[0067] Der Kurbeltrieb 1 umfaßt einen Kolben 3, der mit seinem Kolbenboden 9 einen Teil der Brennrauminnenwand bildet und axial in einem Zylinderrohr 8 geführt wird, wobei das Zylinderrohr 8 den Brennraum 2 seitlich mitbegrenzt. Zudem dichtet der Kolben 3 zusammen mit den Kolbenringen 11 den Brennraum 2 gegen das Kurbelgehäuse 12 ab, so daß keine Verbrennungsgase in das Kurbelgehäuse 12 gelangen und kein Öl in den Brennraum 2 gelangt.

[0068] Der Kolben 3 dient der Übertragung der durch die Verbrennung generierten Gaskräfte auf die Kurbelwelle 13. Hierzu ist der Kolben 3 mittels eines Pleuelbolzens 10 mit einer Pleuelstange 4 gelenkig verbunden, wobei die Pleuelstange 4 mit ihrem anderen Ende an einem Kurbelwellenlagerzapfen 15 der Kurbelwelle 13 angelenkt ist. Die Gaskräfte, mit denen der Kolben 3 beaufschlagt wird, werden auf diese Weise über den Pleuelbolzen 10 auf die Pleuelstange 4 und von dieser auf die Kurbelwelle 13 übertragen.

[0069] Durch die beschriebene Anordnung von Kolben 3, Pleuelbolzen 10 und Pleuelstange 4 wird gleichzeitig die ausschließlich oszillierende Bewegung des Kolbens 3 in eine rotatorische Bewegung der Kurbelwelle 13 um die Kurbelwellenlängsachse 14 transformiert.

[0070] Erfindungsgemäß wird das von den Gaskräften über den Kolben 3 und die Pleuelstange 4 auf die Kurbelwelle 13 ausgeübte Drehmoment genutzt, um nach Abschalten der Brennkraftmaschine eine vorbestimmbare Position der Kurbelwelle 13 anzufahren.

[0071] Zur Beeinflussung des auf die Kurbelwelle 13 übertragenen Drehmomentes wird mindestens ein Zylinder mit einem variablen Verdichtungsverhältnis E ausgebildet. Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform wird die Pleuelstange 4 zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Pleuellänge l versehen. Die Pleuellänge l ist dabei der Abstand von kleinem und großem Pleuelauge entlang einer gedachten Linie, die die beiden Pleuelaugen d.h. die beiden Enden der Pleuelstange 4 miteinander verbindet. Das kleine Pleuelauge dient der Aufnahme

des Kolbenbolzens 10, während das große Pleuelauge zur Aufnahme des Kurbelwellenlagerzapfens 15 dient.

[0072] Eine Möglichkeit, eine variable Pleuellänge l zu realisieren, besteht darin, die Pleuelstange 4 als zweiteilige Pleuelstange 4 auszuführen. Dabei umfaßt die Pleuelstange 4 ein oberes Pleuel 5, das mit dem Kolben 3 gelenkig verbunden ist, und ein unteres Pleuel 6, das an der Kurbelwelle 13 angelenkt ist, wobei das obere Pleuel 5 und das untere Pleuel 6 ebenfalls gelenkig miteinander verbunden sind, um auf diese Weise gegeneinander verschwenkt werden zu können. Die Pleuellänge l wird durch Verschwenken des oberen und des unteren Pleuels 5,6 gegeneinander d. h. durch ein mehr oder weniger starkes Knicken der zweiteiligen Pleuelstange 4 verändert.

[0073] Die Einstellung des Verdichtungsverhältnisses E erfolgt dabei mittels einer Anlenkstange 7, die verschwenkbar mit dem oberen Pleuel 5 verbunden ist und drehbar auf einer im Motorgehäuse gelagerten Exzenterwelle aufgenommen wird.

[0074] Durch Vergrößern und Verkleinern der Pleuellänge l der Pleuelstange 4 wird der Druck der in dem Brennraum 2 befindlichen Gasen infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst, so daß das von den in dem Brennraum 2 befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle 13 ausgeübte Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle 13 in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

Bezugszeichen

[0075]

1	Kurbeltrieb
2	Brennraum
3	Kolben
4	Pleuelstange
5	oberes Pleuel
6	unteres Pleuel
7	Anlenkstange
8	Zylinderrohr
9	Kolbenboden
10	Kolbenbolzen
11	Kolbenringe
12	Kurbelgehäuse
13	Kurbelwelle
14	Kurbelwellenlängsachse, Drehachse
15	Kurbelwellenlagerzapfen
A_K	Kolbenfläche
ϵ	Verdichtungsverhältnis
h_B	Zylinderblockhöhe
h_K	Zylinderkopfhöhe
h_P	Kolbenhöhe

h_Z	Abstand des Lagerzapfens der Kröpfung zur Kurbelwellenlängsachse
l	Pleuellänge
n	Anzahl der Zylinder
5 OT	oberer Totpunkt
s	Kolbenhub
UT	unterer Totpunkt
V_C	Kompressionsvolumen
V_h	Hubvolumen eines Zylinders
10 V_H	Hubvolumen der Brennkraftmaschine

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine mit n Zylindern und mit n Pleuelstangen (4), die mit ihrem einen Ende mit einem Kolben (3) gelenkig verbunden sind und zur Koppelung von Kolben (3) und Kurbelwelle (13) mit ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle (13) an einer Kurbelwellenkröpfung gelenkig verbunden sind, wobei die n Zylinder von einem Zylinderblock und einem Zylinderkopf mitbegrenzt sind und mindestens ein Zylinder ein variables Verdichtungsverhältnis E aufweist, bei dem

■ durch Vergrößern und/oder Verkleinern des Verdichtungsverhältnisses ϵ in mindestens einem Zylinder der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

2. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß**

■ mindestens eine Pleuelstange (4) in mindestens einem Zylinder zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Pleuellänge l versehen wird, und
 ■ durch Vergrößern und Verkleinern der Pleuellänge l der mindestens einen Pleuelstange (4) der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses

Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

3. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß**

in jedem der n Zylinder eine variable Pleuellänge l vorgesehen wird.

4. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**

■ der Zylinderblock zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Zylinderblockhöhe h_B versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Zylinderblockhöhe h_B der Druck der in den Zylindern befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

5. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**

■ der Zylinderkopf zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Zylinderkopfhöhe h_K versehen wird, und

■ durch Vergrößern und Verkleinern der Zylinderkopfhöhe h_K der Druck der in den Zylindern befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern (1) befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der

Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

6. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**

■ mindestens ein Kolben (3) in mindestens einem Zylinder zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E mit einer veränderbaren Kolbenhöhe h_P versehen wird, und
 ■ durch Vergrößern und Verkleinern der Kolbenhöhe h_P des mindestens einen Kolbens (3) der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird.

7. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** in jedem der n Zylinder ein variabler Kolben (3) mit veränderbarer Kolbenhöhe h_P vorgesehen wird.

8. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**

■ mindestens eine Kurbelwellenkröpfung der Kurbelwelle (13) zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses E in mindestens einem Zylinder variabel ausgeführt wird d.h. mit einem variablen Abstand h_Z zur Kurbelwellenlängsachse (14) versehen wird, und
 ■ durch Vergrößern und Verkleinern des Abstandes h_Z der mindestens einen Kröpfung der Druck der in dem mindestens einen Zylinder befindlichen Gase infolge der Veränderung des Verdichtungsverhältnisses E beeinflusst wird, so daß ein von den in den n Zylindern befindlichen Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübtes Drehmoment beeinflusst wird, wobei dieses

Drehmoment in der Art gesteuert wird, daß die nach Abschalten der Zündung und/oder der Kraftstoffzufuhr von der Brennkraftmaschine bis zu ihrem Stillstand abgegebene Energie mittels des steuerbaren Drehmomentes kontrolliert in der Weise verbraucht wird, daß die Kurbelwelle (13) in einer vorbestimmbaren Position angehalten wird. 5

9. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** alle n Kurbelwellenkröpfungen variabel ausgeführt werden. 10

15

10. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** 20

■ die vorbestimmbare Position eine Vorzugsposition ist und die Kurbelwelle (13) in dieser Vorzugsposition angehalten wird.

20

11. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** 25

das Verdichtungsverhältnis E vergrößert wird, um den Gasdruck in dem mindestens einen Zylinder zu erhöhen und das von den Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübte Drehmoment zu vergrößern. 30

12. Verfahren zum kontrollierten Abstellen einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** 35

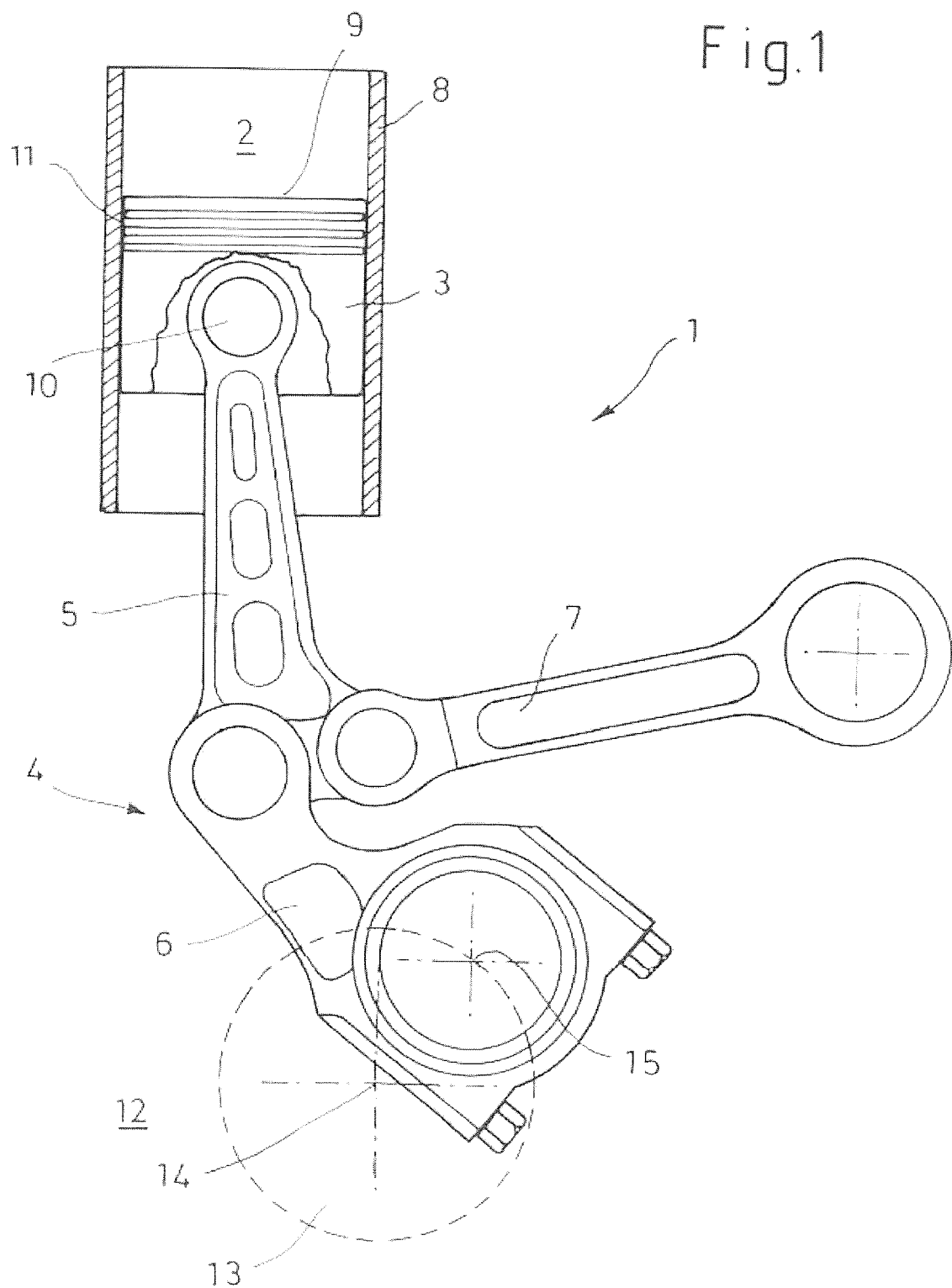
das Verdichtungsverhältnis E verkleinert wird, um den Gasdruck in dem mindestens einen Zylinder zu senken und das von den Gasen auf die Kurbelwelle (13) ausgeübte Drehmoment zu verkleinern. 40

45

50

55

Fig.1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 10 6259

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 2004/144342 A1 (SIEBER UDO ET AL) 29. Juli 2004 (2004-07-29)	1,8-12	F02D41/04 F02D15/00
Y	* Seite 2, Absatz 28 - Absatz 29 * * Seite 3, Absatz 43 - Absatz 47 * * Ansprüche 4,12 * * Abbildungen 1,2 *	2-7	F02D15/02 F02D15/04
X	EP 1 439 295 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 21. Juli 2004 (2004-07-21) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 46 * * Anspruch 1 *	1	
Y	DE 101 51 505 A1 (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, DEARBORN) 18. Juli 2002 (2002-07-18) * Zusammenfassung *	2,3	
Y	EP 1 471 233 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 27. Oktober 2004 (2004-10-27) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3 *	4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Y	DE 42 27 699 A1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 70327 STUTTGART, DE; MERCEDES-BENZ A) 24. Februar 1994 (1994-02-24) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 *	4,5	F02D F02N
Y	EP 1 403 488 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 31. März 2004 (2004-03-31) * Zusammenfassung *	6,7	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. März 2005	Prüfer Mallo Lopez, M
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 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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 10 6259

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	EP 1 074 713 A (RENAULT) 7. Februar 2001 (2001-02-07) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 49 * -----	1
		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 23. März 2005
	Prüfer Mallo Lopez, M	
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 6259

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.

23-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004144342 A1	29-07-2004	DE 10258872 A1	08-07-2004
		JP 2004197745 A	15-07-2004
EP 1439295 A	21-07-2004	DE 10301695 A1	05-08-2004
		EP 1439295 A2	21-07-2004
DE 10151505 A1	18-07-2002	KEINE	
EP 1471233 A	27-10-2004	JP 2004324464 A	18-11-2004
		EP 1471233 A2	27-10-2004
		US 2004211374 A1	28-10-2004
DE 4227699 A1	24-02-1994	KEINE	
EP 1403488 A	31-03-2004	JP 2003065090 A	05-03-2003
		JP 2003254153 A	10-09-2003
		JP 2003254154 A	10-09-2003
		BR 0210447 A	17-08-2004
		CA 2450280 A1	27-12-2002
		EP 1403488 A1	31-03-2004
		US 2004231619 A1	25-11-2004
		WO 02103178 A1	27-12-2002
		TW 530116 B	01-05-2003
EP 1074713 A	07-02-2001	FR 2797304 A1	09-02-2001
		EP 1074713 A1	07-02-2001

EPO FORM P0461

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