



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 32 867 T2** 2009.02.12

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 197 656 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 32 867.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 122 442.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.09.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.04.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02P 5/06** (2006.01)

**F02P 5/04** (2006.01)

**F02D 37/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

<b>2000311790</b>	<b>12.10.2000</b>	<b>JP</b>
<b>682457</b>	<b>05.09.2001</b>	<b>US</b>

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**Kabushiki Kaisha Moric, Shizuoka, JP**

(72) Erfinder:

**Enoyoshi, Masahiko, Shuuchi-gun, Shizuoka-ken, JP; Isoda, Naoya, Shuuchi-gun, Shizuoka-ken, JP; Nagatsu, Yoshiyuki, Shuuchi-gun, Shizuoka-ken, JP**

(74) Vertreter:

**TBK-Patent, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Hintergrund der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Motorsteuerverfahren und eine Motorsteuervorrichtung, und insbesondere eine verbesserte, vereinfachte, hocheffektive und dennoch kostengünstige Anordnung für eine solche Steuerung.

**[0002]** In Verbrennungskraftmaschinen wird eine breite Vielfalt von Systemen und Verfahren für eine Motorsteuerung angewendet. Im Allgemeinen beinhalten kleinere und weniger umfangreiche Motoranwendungen in der Regel weniger aufwendige Steuerungen als bei denen, die bei Motoren größerer Produktionsmengen angewendet werden, wie etwa Automobilmotoren. Auch bei Motoren kleinerer Produktionsstückzahl, zum Beispiel bei denen, die bei Motorrädern verwendet werden, kann die Motorsteuerung ziemlich kompliziert werden.

**[0003]** Zum Beispiel, und wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist die Zündfunkensteuerung für einen Motorradmotor schematisch dargestellt. Die Steueranordnung ist dafür gedacht, das Zünden einer Zündkerze **21**, die mit einer Verbrennungskraftmaschine **22** zusammenwirkt, die das Motorrad antreibt, das in dieser Figur nicht gezeigt ist, aber das im Allgemeinen wie in [Fig. 3](#) gezeigt aufgebaut sein kann, zu steuern. Eine verstärkte Zündfunkenspannung wird an die Zündkerze **21** von einer Zündspule **23** angelegt, die wiederum durch eine Zündzeitpunktsteuerungsanordnung gesteuert wird, die schematisch als **24** angegeben ist.

**[0004]** Diese Zeitpunktsteuerungsanordnung **24** empfängt die Eingaben von einer Anzahl von den Motor betreffenden Sensoren. Diese umfassen einen Kurbelgehäusedrehzahlsensor **25**, der eine Impulsgeberspule und einen Drosselpositionssensor **26** umfassen kann, der mit dem Drosselsteuermechanismus für den Motor **22** gekoppelt ist und ein Signal an die Steuerung **24** eingibt, das eine Motorlast und/oder eine Bedieneranforderung eingibt.

**[0005]** Elektrische Energie wird der Zündsteuerschaltung **24** von einer Batterie **27** über einen Hauptschalter **28** zugeführt. Diese Batterieenergie wird einer Energiequellschaltung **29** der Steuerung **24** angelegt, und insbesondere an einer elektrischen Schaltung **31**, die einen Mikroprozessor umfassen kann.

**[0006]** Die Ausgabe von dem Motordrehzahlsensor **25** wird an eine Drehzahlerfassungsschaltung **32** ausgegeben, die die Anzahl von Impulsen zählt, die in einer Zeitperiode erzeugt werden, um so die Drehzahl der Kurbelwelle des Motors **22** zu bestimmen.

**[0007]** Diese gibt ein Drehzahlsignal **N** an eine Zündzeitpunktbestimmungsschaltung aus, die mit **33** angegeben ist. Zusätzlich gibt der Drosselpositionssensor **26** ein Signal zu einer Drosselpositionserfassungsschaltung **34** aus. Diese Detektorschaltung **34** gibt ein Signal an eine Drosselöffnungsberechnungsschaltung **35** aus. Diese gibt im Gegenzug eine Drosselwinkelposition  $\theta$  an die Zündzeitpunktbestimmungsschaltung **33** aus.

**[0008]** Aus diesen Eingaben gibt die Zündzeitpunktbestimmungsschaltung ein Signal zu einem Zeitpunkt, der anhand Kennfeldern bestimmt wird, die in einem Speicher der Schaltung **31** enthalten sind, an eine Zündschaltung **36** aus, die von der Kapazitätentladungsart sein kann, um so eine elektrische Ausgabe "I" an die Spule **23** auszugeben, die über die Spule **23** auf einen Wert "I" zum Zünden der Zündkerze **21** auf eine bekannte Weise verstärkt wird.

**[0009]** [Fig. 2](#) ist ein Graph, der eines der Kennfelder zeigt, die in der Schaltung **31** enthalten sein können, und zeigt, wie der Zündfunkenzeitpunkt als Antwort auf eine Motordrehzahl für eine gegebene Last, die durch die Drosselöffnungsschaltung bestimmt wird, schwankt. Es kann eine Familie solcher Kurven geben, um so den Zündzeitpunkt als Antwort auf sowohl die Drosselposition als auch der Motordrehzahl zu variieren.

**[0010]** Eher als ein Verwenden eines Drosselpositionssensors kann eine Last durch ein Ansaugstutzenvakuum abgetastet werden. Beide Verfahren benötigen jedoch zusätzliche Sensoren, Signalgeber und Schaltungen.

**[0011]** Es wurde herausgefunden, dass nur ein Verwenden der Drehzahl und der Last, die durch etwas, wie etwa einer Drosselposition oder einem Ansaugstutzenvakuum sensor erfasst wird, tatsächlich nicht so eine gute Steuerung wie gewünscht bereitstellt. Das heißt, dass diese beiden Faktoren selbst nicht ausreichen können, um das gewünschte Steuermaß zu schaffen.

**[0012]** Obwohl Systeme für Automobilanwendungen bereitgestellt wurden, in denen kompliziertere Steuerungen angewendet werden, schlägt dies ebenso bei den Kosten des Systems zu Buche, und schafft nicht immer die optimalen Ergebnisse.

**[0013]** Es sind ebenso weitere Einrichtungen als die Drosselpositionssensoren oder Vakuumsensoren zum Abtasten eines Ansaugstutzenvakuum zum Bestimmen einer Motorlast bekannt. Es wurde ebenso untersucht, dass eine Motorlast durch Vergleichen der Motordrehzahl von einer Umdrehung zu der nächsten herausgefunden werden kann. Jedoch tendieren diese Systeme ebenso dazu, kompliziert zu sein, und eignen sich nicht für bestimmte kleine Pro-

duktionsstückzahlen oder Billigfahrzeuganwendungen. Ebenso weisen diese den Nachteil eines Benötigens einer Vielzahl von unterschiedlichen Sensortypen auf.

**[0014]** Weitere Anordnungen wurden vorgeschlagen, bei denen eine Motordrehzahl für weniger als eine vollständige Umdrehung des Motors gemessen wird, und Variationen von Zyklus zu Zyklus angewendet werden, um eine Motorlast zu bestimmen. Diese Systeme benötigen jedoch zum Großteil verschiedene Sensoren, und benötigen ebenso eine Verzögerung von den abgetasteten Zuständen, bevor eine Anpassung durchgeführt werden kann.

**[0015]** Darüber hinaus offenbart die Druckschrift des Standes der Technik JP 04 060151 A eine Las-terfassungseinrichtung für einen Motor, wobei ein Steuerkonzept durchgeführt wird, das auf einer verminderten Anzahl von Sensoren basiert, und darauf abzielt, Fluktuationen einer Drehzahl in einer Kurbelwelle zu erfassen, und ein Niveau einer Motorlast basierend auf dem Niveau der Fluktuation zu erfassen. Insbesondere sind Drehzahlfluktuationserfassungseinrichtungen zum Erfassen einer Drehzahlfluktuation in Abhängigkeit auf die Ausgangssignale eines Kurbelwellensignals eines Kurbelwellensensors bereitgestellt, die sich in einer operationalen Verbindung mit der Kurbelwelle des Motors befindet. Die Ausgangssignale werden zur weiteren Datenverarbeitung an einen Mikrocomputer übertragen, und die Last des Motors wird unter Berücksichtigung der Motordrehzahl und einer Drehzahlfluktuation der Kurbelwelle bestimmt. Es wird ein Verhältnis einer Zeitperiode für eine Umdrehung eines Rotors des magnetischen Kurbelwellensensors sowie eine Zeitperiode für einen Zahnvorbeilauf des Rotors des magnetischen Kurbelwellensensors definiert.

**[0016]** Die Druckschrift des Standes der Technik US 5 050 554 offenbart eine Zündzeitpunktsteuerungsvorrichtung für einen Motor, wobei die Motordrehzahl kontinuierlich auf der Basis von Ausgangssignalen eines Kurbelwellensensors überwacht wird, wodurch ebenso ein fehlerhafter Zylinder erfasst wird. Der Kurbelwellensensor gibt eine entsprechende Impulsfolge aus, die die Drehzahl des Motors angibt, und in Verbindung mit einer entsprechenden Datenverarbeitung kann eine Schwankung der Motordrehzahl erfasst werden. Insbesondere gilt für die Datenverarbeitung, dass jeder Zündzyklus in ein erstes Drehwinkelintervall, in dem eine Motordrehzahlschwankung groß ist, und ein zweites Drehwinkelintervall aufgeteilt wird, in dem eine Drehzahlschwankung klein ist. Während eines Beschleunigungszustands des Motors, und in Verbindung mit einem Aufteilen des Zündzyklus in einen ersten und einen zweiten Winkel, kann eine Beschleunigungskorrektur durchgeführt werden, um einen zweiten Drehwinkelzeitpunkt in dem nächsten Zündzyklus abzuschätzen. Basie-

rend auf der Erfassung und dem Datenverarbeitungsergebnis wird ein Zündsignal zum Betreiben des Zündsystems gemäß einem entsprechenden Zündsignal erzeugt.

**[0017]** Die Druckschrift des Standes der Technik US 4 250 846 offenbart ein elektronisches Zündsystem und eine Verbrennungskraftmaschine, die mit diesem System ausgestattet ist, wobei ein Moment einer Zündung auf eine gesteuerte Weise für eine Verbrennungskraftmaschine aus der Erfassung der Drehzahl des Motors abgeleitet wird. Ein Signalgeber ist zum Erzeugen von ersten und zweiten Sequenzen von Rechteckwellenausgabesignalen bereitgestellt. Basierend auf einer Datenverarbeitung der entsprechenden Pulssignalausgabe durch den Signalgeber kann der Zündzeitpunkt der Verbrennungskraftmaschine gesteuert werden. Insbesondere werden Ausgabesignale durch eine Steuerung erzeugt, wobei die Phase davon gemäß den erfassten Betriebszuständen des Motors zum Erhalten von Basiswerten für eine Zündsteuerung erzeugt wird.

**[0018]** Daher ist es eine hauptsächliche Aufgabe dieser Erfindung, ein verbessertes Motorsteuersystem bereitzustellen, in dem die Anzahl von angewendeten Sensoren zum Erreichen einer optimalen Motorsteuerung wesentlich reduziert wird.

**[0019]** Es ist eine weitere Aufgabe dieser Erfindung, eine Anordnung zum Steuern eines Motorsystems bereitzustellen, das nur einen einzigen Sensor und eine einzige mit einer angetriebenen Motorwelle verbundenen Taktmarke aufweist, um so wesentlich die Kosten zu verringern, ohne die Effizienz oder das Erreichen einer optimalen Steuerung wesentlich zu vermindern.

**[0020]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Verbrennungskraftmaschinensystemsteuerung und ein Verbrennungskraftmaschinensystemsteuerungsverfahren erreicht, wie diese in den anhängenden Patentansprüchen dargelegt sind.

**[0021]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Steuerung für ein Verbrennungskraftmaschinensystem zum Steuern eines Systems der Maschine bereitgestellt, wobei die Maschine eine angetriebene Welle und eine Sensoranordnung aufweist, die mit der angetriebenen Welle verknüpft ist, um die momentane Drehzahl der angetriebenen Welle während der Drehung der angetriebenen Welle für weniger als eine vollständige Umdrehung abzutasten, und um die Drehzahl der angetriebenen Welle für eine vollständige Umdrehung von dieser einschließlich der gemessenen nichtvollständigen Umdrehung abzutasten, und das Maschinensystem anhand dieser Messungen zu steuern. Der Sensor ist dazu eingerichtet, die beiden Drehzahlen der angetriebenen Welle wäh-

rend einer ersten Umdrehung der angetriebenen Welle abzutasten, und die gleichen zwei Drehzahlen der angetriebenen Welle während der direkt darauffolgenden Umdrehung der angetriebenen Welle abzutasten, und das Maschinensystem bei der dritten Umdrehung der angetriebenen Welle anhand dieser Messungen zu steuern, und wobei die Steuerung die abgelaufene Zeit für die nichtvollständige Umdrehung ( $t$ ) und die Zeit ( $T$ ) für die vollständige Umdrehung misst, um das Verhältnis  $t/T$  während jeder darauffolgenden Umdrehung zu bestimmen, die Differenz ( $D$ ) zwischen den beiden Verhältnissen bestimmt, und daraus die Maschinenlast abschätzt.

**[0022]** Darüber hinaus weist das Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems zum Steuern eines Systems der Maschine auf, wobei die Maschine eine angetriebene Welle, eine Sensoranordnung, die mit der angetriebenen Welle zum Abtasten einer Drehzahl der angetriebenen Welle verknüpft ist, aufweist, die Schritte auf: Abtasten der Drehzahl während der Drehung der angetriebenen Welle bei einer nichtvollständigen Umdrehung, und Abtasten der Drehzahl der angetriebenen Welle für eine vollständige Umdrehung von dieser einschließlich der gemessenen unvollständigen Umdrehung, und Steuern des Maschinensystems anhand dieser Messungen, wobei die Drehzahlen der angetriebenen Welle während einer ersten Umdrehung der angetriebenen Welle gemessen werden, und die gleichen zwei Drehgeschwindigkeiten der angetriebenen Welle während der direkt darauffolgenden Umdrehung der angetriebenen Welle gemessen werden und das Maschinensystem bei der dritten Umdrehung der angetriebenen Welle anhand dieser Messungen gesteuert wird, und wobei die abgelaufene Zeit für die unvollständige Umdrehung ( $t$ ) gemessen wird und die Zeit ( $T$ ) für die vollständige Umdrehung gemessen wird, um das Verhältnis  $t/T$  während jeder darauffolgenden Umdrehung zu messen, wobei die Differenz ( $D$ ) zwischen den beiden Verhältnissen bestimmt wird, und die Maschinenlast daraus abgeschätzt wird.

**[0023]** Ebenso sollte es verstanden sein, dass obwohl ein bestimmtes Beispiel einer Motorzündzeitpunktsteuerung offenbart und beschrieben ist, weitere Motorsysteme ebenso auf eine ähnliche Weise gesteuert werden können, wie etwa eine Treibstoffsteuerung mit sowohl einer Treibstoffeinspritzung oder anderen Formen einer Treibstoffzufuhr, oder eine Drosselsteuerung für "Fly-by-wire" bzw. elektrische Flugsteuerungs-Drosselsysteme. Weitere Motorsteueranwendungen, bei denen die Erfindung angewendet werden kann, werden dem Fachmann anhand der folgenden Beschreibung ersichtlich.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0024]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Teilansicht, die

ein Motorsteuersystem des Typs gemäß dem Stand der Technik zeigt.

**[0025]** [Fig. 2](#) ist eine graphische Ansicht, die eines der Drehzahl- und Zeitpunkt-Kennfelder für eine vorgegebene Motorlast zeigt, die in dem Steuersystem gemäß dem Stand der Technik verwendet werden.

**[0026]** [Fig. 3](#) ist eine Seitenansicht des Fahrzeugtyps, in dem das System gemäß dem Stand der Technik verwendet werden kann, und ebenso die Erfindung angewendet werden kann.

**[0027]** [Fig. 4](#) ist eine schematische Ansicht, die teilweise gleich [Fig. 1](#) ist, aber den Aufbau gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

**[0028]** [Fig. 5](#) ist eine Ansicht, die den Zeitpunktsensor zeigt, der mit der Motorwelle für das Steuersystem verknüpft ist.

**[0029]** [Fig. 6](#) ist eine schematische Ansicht, die das Verfahren eines Ausführens der Erfindung zeigt.

**[0030]** [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Steerroutine zeigt, die verwendet werden kann, um die Erfindung anzuwenden.

**[0031]** [Fig. 8](#) ist eine vergrößerte Ansicht des Lastbestimmungsabschnitts des Diagramms aus [Fig. 6](#).

**[0032]** [Fig. 9](#) ist eine graphische Ansicht, die das dreidimensionale Kennfeld zeigt, das verwendet wird, um den Motorzeitpunkt hinsichtlich der Motorlast und der Motordrehzahl in [Fig. 6](#) zu bestimmen.

**[0033]** [Fig. 10](#) ist eine graphische Ansicht, die zeigt, wie die Wellendrehzahl während des Kompressionshubs bezüglich der Motordrehzahl und -last schwankt.

**[0034]** [Fig. 11](#) zeigt dieselbe Bedingung, aber bei dem Auslasshub.

**[0035]** [Fig. 12](#) ist eine graphische Ansicht, die die Differenz zwischen den Drehzahlschwankungen bei dem Kompressions- und dem Auslasshub zeigt.

**[0036]** [Fig. 13](#) ist eine graphische Ansicht, die zeigt, wie der Treibstoffverbrauch mit diesem Verfahren im Vergleich zu dem herkömmlichen Verfahren verbessert wird.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0037]** Nun wird detailliert auf die Zeichnungen, und zunächst auf [Fig. 3](#) Bezug genommen, wobei ein Motorrad, das gemäß der Erfindung aufgebaut und betrieben wird, im Allgemeinen durch das Bezugszeichen **51** angegeben ist. Es sollte verstanden sein,

dass diese bestimmte Anwendung für die Erfindung nur eine typische darstellt, bei der die Erfindung verwendet werden kann. Es wurde ein Motorrad als das exemplarische Ausführungsbeispiel ausgewählt, da die Erfindung, was anhand der vorstehenden Beschreibung ersichtlich werden sollte, einen bestimmten Nutzen in Verbindung mit relativ kleinen Motoren mit kleinen Produktionsstückzahlen aufweist. Jedoch sollte es offensichtlich sein, dass die Einfachheit der Erfindung dazu verleitet, diese bei anderen Anwendungen, wie etwa Automobilanwendungen, aufgrund der Verbesserung des Treibstoffverbrauchs und der Leistungsfähigkeit ohne signifikante Kostennachteile, zu verwenden.

**[0038]** Das Motorrad **51** besteht aus einer Rahmenbaugruppe, die allgemein durch das Bezugszeichen **52** angegeben wird, die ein Vorderrad **53** an einer vorderen Gabel **54** drehbar lagert, das über eine Lenkstangenvorrichtung **55** auf eine bekannte Weise gelenkt wird.

**[0039]** Ein Hinterrad **56** wird für eine Federbewegung relativ zu dem Rahmen **52** durch eine Einrichtung, die eine Längslenkerbaugruppe **57** umfasst, gestützt. Ein Motor, der allgemein durch das Bezugszeichen **58** angegeben wird, und eine kombinierte Kurbelgehäuseübertragungsbaugruppe **59** aufweist, ist geeignet in dem Rahmen **52** aufgehängt, und treibt das Hinterrad **56** durch eine geeignete Antriebseinrichtung an.

**[0040]** Der Motor **58** besitzt einen Vergaser **61**, dem Treibstoff von einem Treibstofftank **62**, der oberhalb des Motors **58** an der Rahmenbaugruppe **52** angebracht ist, zugeführt wird. Ein Drosselventil ist an diesem Vergaser **61** angeschlossen und wird über eine Drehgriffdrosselsteuerung **63** betrieben, die an der Lenkstange **55** angebracht ist. Bei herkömmlichen Systemen, aber nicht notwendigerweise bei dieser Erfindung, ist ein Drosselpositionssensor **64** an der Drosselventilwelle dieses Drosselventils angeschlossen.

**[0041]** Der Motor **58** ist mit einer oder mehreren Zündkerzen **65** ([Fig. 4](#)) ausgestattet, die über das Zündsystem gezündet werden, das kurz beschrieben wird.

**[0042]** Die Verbrennungsgase werden von dem Motorauslassanschluss durch einen Auspuff **66** und einen Dämpfer **67** ausgestoßen, der einen atmosphärischen Ausstoß umfasst. Der Motor **58** arbeitet gemäß dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel auf dem Viertaktprinzip, aber es ist dem Fachmann ersichtlich, dass die Erfindung ebenso bei Zweitaktmotoren verwendet werden kann.

**[0043]** Ein Sitz **68** ist auf der Rahmenbaugruppe **52** hinter dem Treibstofftank **62** angeordnet, um dem

Fahrer auf eine bekannte Weise einen Platz zu bieten.

**[0044]** Mit Bezugnahme zunächst auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) wird das Steuersystem zum Steuern des Maschinen- bzw. Motorsystems, in diesem Fall das Zünden der Zündkerze **65**, genauer beschrieben. Der Motor **58** besitzt eine Kurbelwelle **69**, an der ein Schwungrad **71** für eine Rotation auf eine bekannte Weise fixiert ist. Obwohl die Erfindung zusammen mit einem Kurbelwellenpositionssensor dargestellt wird, kann diese mit irgendeiner anderen Welle verwendet werden, die durch den Motor in einer zeitgesteuerten Beziehung angetrieben wird.

**[0045]** Ein Sensor der Pulsgeberart **72** ist an dem Schwungrad **71** angeschlossen, und insbesondere ist eine Zeitgebermarkierung **73** an dessen Außenfläche fixiert. Die Zeitgebermarkierung **73** besitzt eine Eintrittskante **74** und eine Austrittskante **75**, die, wenn der Sensor **72** durchlaufen wird, Pulse ausgeben, die gemessen werden können, um so die Zeit zu messen, die benötigt wird, dass die Zeitgebermarkierung **73** den Sensor **72** durchläuft. Dies bildet eine Momentandrehzahl des Motors **58** während eines Abschnitts einer vollständigen Umdrehung.

**[0046]** Die Zeitgebermarkierung **73** ist gemäß der Erfindung merklich breiter, als die normal verwendeten. Diese Erweiterung ist nicht unbedingt notwendig, aber kann die Steuerung verbessern. Zum Beispiel ist die Breite der Markierung **73** gleich 60° einer Kurbelwellendrehung. Die Zeitgebermarkierung ist so eingestellt, dass diese zunächst einen Puls triggert, wenn der Motor beginnt, sich der oberen Totpunkt-(TDC)Position anzunähern, und einen weiteren Puls zu triggern, nachdem sich die Kurbelwelle an oder nahe dem oberen Totpunkt befindet. Diese bestimmten Winkel können aufgrund der bestimmten Anwendung schwanken.

**[0047]** Gleichwohl gilt aufgrund des Viertaktbetriebs, dass diese Pulse bei dem Ende der Kompressions- und Ausstoßhübe erzeugt werden. Verfahren des Standes der Technik können Drehzahlmessungen bei dem Leistungshub verwenden, aber es wurde herausgefunden, dass der Kompressions- und Ausstoßhub viel genauer bei einem Bereitstellen einer Indikation einer Motorlast sind, und dies stellt eines der Merkmale der Erfindung dar.

**[0048]** Bei einem Zweitaktmotor stellen die beiden Messungen pro Umdrehung eine adäquate Information für eine Motorsteuerung bei der nächsten Umdrehung dar.

**[0049]** Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, wird die Ausgabe von dem Sensor **72** zu einer Motorsystemzeitgebersteuereinrichtung **76** überbracht, die eine Zündschaltung **77** enthält, die grundsätzlich eine herkömmliche Zün-



dungsschaltung der CDI-Art sein kann, die ein Signal "i" an eine Spule **78** ausgibt, die einen Puls "i" zum Zünden der Zündkerze **65** auf eine bekannte Weise ausgibt.

**[0050]** Dieses Maschinen- bzw. Motorzeitgebersteuersystem wird mit elektrischer Energie aus einer Batterie **79** über einen Hauptschalter **81** versorgt.

**[0051]** Die Ausgabe von dem Sensor **72** wird an eine Drehzahlerfassungsschaltung **82** übertragen, die ein Signal N ausgibt, das die Drehzahl des Motors während jedem vollständigen Umdrehungszyklus angibt. Zusätzlich werden die Ausgaben von den Eintritts- und Austrittskanten **74** und **75** der Zeitgebermarkierung **73**, die auf dem Sensor **72** registriert sind, zu einer Stufe der Drehzahlschwankungserfassungsschaltung **83** übertragen. Diese Schaltung **83** gibt ein Signal, das die Drehzahldifferenz angibt, an eine Lastberechnungsschaltung **84** aus.

**[0052]** In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann das Schwungrad **71** aus magnetischem Material bestehen und der Sensor oder die Spule **72** stehen dem Drehpunkt der Zeitgebermarkierung **73** gegenüber. In diesem Fall werden entgegengesetzte Enden der Zeitgebermarkierung **73** anhand der Änderungen des magnetischen Widerstands in dem magnetischen Pfad, der durch den Eisenkern der Spule **72** verläuft, erfasst. Alternativ kann die Zeitgebermarkierung **73** aus Permanentmagneten bestehen, die auf dem Schwungrad **71** bei Positionen mit bestimmten Winkeln voneinander fixiert sind, und der Sensor kann ein magnetischer Sensor, wie etwa ein Hall-Element zum Erfassen eines Durchlaufs des Permanentmagneten sein. Alternativ kann die Markierung ein Schlitz sein, der optisch mit einer LED und einem Lichtaufnahmeelement erfasst werden kann.

**[0053]** Die Lastberechnungsausgabeschaltung arbeitet so, um einen Lastfaktor zu bestimmen, der anhand eines wie in [Fig. 8](#) gezeigten Kennfelds abgeleitet wird. Diese Ausgabe wird an eine Zündzeitpunktbestimmungsschaltung **85** geliefert, die gemäß der in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Steuerroutine betrieben wird, um so ein Signal P an die Zündschaltung **77** zum Zünden der Zündkerze **65** zu dem angemessenen Zeitpunkt für die Motordrehzahl und die Motorlast auszugeben.

**[0054]** Die Schaltungsabschnitte **82**, **83**, **84** und **85** befinden sich alle innerhalb einer CPU **86** des Motorsteuersystems **76**.

**[0055]** Mit Bezugnahme zunächst auf [Fig. 6](#) und später auf [Fig. 7](#) dient das grundlegende Steuerverfahren, das in Verbindung mit der Erfindung verwendet wird, dazu, um eine Umdrehung bezüglich Umdrehungsänderungen der Drehzahl "R" zu messen. Anhand dieser Differenz ist es möglich, eine Motor-

last zu bestimmen. Anschließend, durch Hinzuziehen eines Kennfeldes eines/r Zündsteuerzeitpunkts und -drehzahl kann der geeignete Zündzeitpunkt bestimmt werden.

**[0056]** [Fig. 6](#) zeigt schematisch, wie die Ausgabe von dem Drehzahlsensor, in dem bestimmten Beispiel die Spule **72**, dessen Signal an die Schaltungsabschnitte **82** und **83** ausgibt, um das Ausmaß einer Drehzahlschwankung R zu bestimmen. Ein erstes Verfahren, um das Ausmaß einer Drehzahlschwankung R zu bestimmen, ist eines, bei dem ein Verhältnis einer Erfassungszeit "t" der vorhergesagten Drehung während eines Abschnittes einer vollständigen Umdrehung zu der Periode T für eine vollständige Umdrehung, die die der Periode t umfasst, zu bestimmen. Anhand diesen beiden Messungen wird ein Verhältnis bestimmt, und das Verhältnis  $t/T = R$ , ist als ein Ausmaß einer Drehzahlschwankung definiert. Dieses Verfahren ermöglicht eine Anpassung der Motorsteuerung auf die direkt darauffolgende Umdrehung. Dieses Verfahren kann sowohl bei Zwei- als auch bei Viertaktmotoren verwendet werden.

**[0057]** Ein zweites Verfahren, das Ausmaß einer Drehzahlschwankung R zu bestimmen, ist eines, bei dem Verhältnisse ( $t/T$ ), die durch das erste Verfahren bestimmt werden, für sowohl den Kompressions- als auch den Auslasshub (d. h. zwei Kurbelwellendrehungen) zu bestimmen. Dieses Verfahren wird bevorzugt in Viertaktmotoren verwendet. Anschließend wird die Differenz zwischen den Verhältnissen als ein Schwankungsausmaß definiert. Das heißt, die Differenz  $(R_{n-1} - R_n) = D$  zwischen einem Verhältnis  $(t_{n-1}/T_{n-1}) = R_{n-1}$  für den Kompressionshub und ein Verhältnis  $(t_n/T_n) = R_n$  für den Auslasshub für jeden Kompressions- oder Auslasshub bestimmt. Die Differenz D wird als ein Schwankungsausmaß bestimmt. Diese Verfahren sind in dem oberen rechten Fenster von [Fig. 6](#) gezeigt.

**[0058]** [Fig. 10](#) zeigt das Verhältnis  $R_{n-1} = (t_{n-1}/T_{n-1})$  für den Kompressionshub in Prozent bei variierenden Momenten oder Lasten bei 40, 80, 120, 160, 200 und 240 Newtonmeter (Nm). Wenn zum Beispiel keine Drehzahlschwankung vorliegt ( $60^\circ/360^\circ$ ) = 0,167, ist daher das Verhältnis 16,7%. Jedoch fällt die Drehzahl der Kurbelwelle bei dem Kompressionshub nahe dem oberen Totpunkt (TDC) ab, so dass das Verhältnis  $R_{n-1}$  groß wird. Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, ist das Verhältnis  $R_{n-1}$  und die Drehzahlschwankung für kleinere Motordrehzahlen N größer, und nimmt zu, wenn N zunimmt. Ebenso gilt, dass wenn die Last oder das Moment ansteigt, die Kurven sich nach oben verschieben, da sich die Schwankung erhöht.

**[0059]** [Fig. 11](#) zeigt das Verhältnis  $R_{n-1} = (t_{n-1}/T_{n-1})$  für den Ausstoßhub in Prozent, wobei der entgegengesetzte Zustand vorherrscht. Das heißt, dass die Drehzahlschwankung für kleinere Motordrehzahlen N klei-

ner ist, und ansteigt, wenn N ansteigt. Ebenso gilt, dass wenn die Last oder das Moment abnimmt, sich die Kurven nach unten verschieben, weil die Schwankung abnimmt.

**[0060]** [Fig. 12](#) zeigt die Differenz  $D = (R_{n-1} - R_n)$  zwischen dem Verhältnis  $R_{n-1}$  für den Kompressionshub und das Verhältnis  $R_n$  für den Ausstoßhub, durch Verwenden von [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#). Hier sind Werte der Drehzahlschwankung für jeden gemessenen Zyklus während zehn Perioden gerundet, um die Stabilität der Daten zu verbessern. Die Schwankungsausmaßerfassungsschaltung **83** wiederholt die vorstehende Berechnung in Synchronisierung mit der Kurbelwelleumdrehung.

**[0061]** Die in [Fig. 12](#) gezeigten Eigenschaften werden bei dem Motor zuvor gemessen und in einem Speicher eines Mikrocomputers gespeichert. Diese sind zum Beispiel als ein dreidimensionales Umrechnungskennfeld, das in [Fig. 8](#) gezeigt ist, gespeichert. Die Lastberechnungsschaltung **84** bestimmt eine Last (Last Nm auf dem Hinterrad) aus dem Umrechnungskennfeld in [Fig. 8](#), durch Verwenden der Drehzahlausmaßschwankung D, die durch die Drehzahlausmaßschwankungserfassungsschaltung **83** bestimmt wird, und der Motordrehzahl N. Diese Bestimmung ist in dem mittleren rechten Fenster in [Fig. 6](#) gezeigt.

**[0062]** In Abhängigkeit auf den bestimmten Motor ist das in [Fig. 9](#) gezeigte dreidimensionale Kennfeld zuvor in einem Speicher des Mikrocomputers **76** gespeichert. Dieses Kennfeld zeigt die Beziehung zwischen einer Last L, der Motordrehzahl N und dem Zündzeitpunkt  $\alpha$ . Die Zündzeitpunktbestimmungsschaltung **85** bestimmt einen Zündzeitpunkt  $\alpha$  (vor dem oberen Totpunkt "BTDC" in Grad) aus dem Kennfeld in [Fig. 9](#) durch Verwenden der Last L und der Motordrehzahl N, die durch die Lastberechnungsschaltung **84** bestimmt wird. Ein Zündsignal P, das dem Zündzeitpunkt  $\alpha$  entspricht, wird an die Zündschaltung **77** gesendet. Wie bereits angemerkt, veranlasst die Zündschaltung **77** die Zündkerze **65** dazu, basierend auf dem Zündsignal P einen Zündfunken zu erzeugen. Dies ist in dem unteren rechten Fenster in [Fig. 6](#) gezeigt. Mit Bezugnahme auf [Fig. 7](#) wird ein bevorzugter Betrieb dieses Ausführungsbeispiels beschrieben. Zunächst gilt, dass wenn in dem Schritt S1 bestimmt wird, dass der Motor in einem Leerlaufzustand läuft, was unmittelbar nach einem Warmstart zutrifft, ein Zündzeitpunkt  $\alpha$  auf einem festen Wert  $\alpha_1$  in dem Schritt S2 eingestellt wird. T und eine Zündsteuerung werden in dem Schritt S3 durchgeführt. Das Programm kehrt anschließend zu dem Schritt S1 zurück.

**[0063]** Wenn der Motor **58** befunden wird, sich nicht in einem Leerlaufzustand in Schritt S1 zu befinden, erfasst die Drehzahlschwankungsausmaßerfas-

sungsschaltung **83** das Ausmaß einer Drehzahlschwankung D in dem Schritt S4. Der Mikrocomputer in der elektronischen Schaltung **136** bestimmt, ob das Ausmaß der Schwankung D innerhalb eines vorgegebenen Bereichs von  $D_m$  zu  $D_M$  in dem Schritt S5 liegt oder nicht. Wenn die Schwankung außerhalb dieses Bereichs liegt, wird der Zündzeitpunkt auf einen festen Wert  $\alpha_2$  oder  $\alpha_3$  in entweder dem Schritt S6 oder dem Schritt S7 eingestellt.

**[0064]** Die Werte der festen Ausmaße bei einem vorhergehenden Leerlauf sind ungefähr  $10^\circ$  vor dem oberen Totpunkt. Die Werte von  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  können in dem Bereich von  $20^\circ$  bis  $30^\circ$  vor dem oberen Totpunkt liegen, und sind eingestellt, um Fehler bei kleinen Abweichungen in D zu vermeiden, um die Effekte eines elektrischen Rauschens zu vermeiden.

**[0065]** Wenn diese innerhalb dieses Bereichs von  $D_m$ - $D_M$  liegt, bestimmt die Lastberechnungsschaltung **84** eine Last L durch Verwenden der Motordrehzahl N, die durch die Drehzahlerfassungsschaltung **82** in dem Schritt S8 bestimmt wurde, und schlägt nach der Last L aus dem Umrechnungskennfeld von [Fig. 8](#) in dem Schritt S9 nach.

**[0066]** Die Zündzeitpunktbestimmungsschaltung **85** bestimmt anschließend einen Zündzeitpunkt  $\alpha$  in dem Schritt S10 durch Verwenden dieser Last L und der Motordrehzahl N und Nachschlagen dieses Werts aus dem Umrechnungskennfeld in [Fig. 9](#). Die Zündzeitpunktbestimmungsschaltung **85** sendet anschließend ein Zündsignal P entsprechend dem ausgelesenen Zündzeitpunkt  $\alpha$  an die Zündschaltung **77**, wobei veranlasst wird, dass die Zündkerze **65** gezündet wird.

**[0067]** Der Effekt dieses Ausführungsbeispiels ist in [Fig. 13](#) gezeigt. Diese Figur zeigt die Verbesserung des Treibstoffverbrauchs von dem eines herkömmlichen Zündsystems. Es wird ersichtlich, dass der Treibstoffverbrauch um 2 bis 12% verbessert wird.

**[0068]** Daher gilt, dass anhand der vorstehenden Beschreibung ersichtlich wird, dass das beschriebene Verfahren und der beschriebene Aufbau ein sehr einfaches und preiswertes und trotzdem hocheffektives System zum Steuern eines Motors bereitstellt. Obwohl die Erfindung in Verbindung mit der Steuerung des Zündfunkenzeitpunkts beschrieben wurde, wie hier angemerkt sei, kann dasselbe Prinzip in Verbindung mit einer Treibstoff- und/oder Drosselsteuerung verwendet werden. Ebenso ist das System dazu fähig, sowohl bei Zwei- als auch Viertaktmotoren verwendet zu werden. Selbstverständlich können weitere Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden, ohne von dem Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen, der durch die anhängenden Patentansprüche definiert wird.

**[0069]** Verbessertes Verfahren und System für die Steuerung eines Maschinen- bzw. Motorsystems, wie etwa der Zündfunkenzeitpunkt. Die Steuerung tastet die Drehzahlschwankungen entweder während einem Abschnitt eines vollständigen Zyklus, einem vollständigen Zyklus und/oder von Zyklus zu Zyklus ab, um die Last auf dem Motor aus vorprogrammierten Kennfeldern basierend auf den Motoreigenschaften zu bestimmen. Anhand dieser Last und der ausgelesenen Drehzahl ist es möglich, die gewünschte Motorsteuerung zu erreichen. Dieses reduziert nicht nur die Kosten des Systems durch Reduzieren der Anzahl von Sensoren, sondern ermöglicht ebenfalls, dass Anpassungen schneller durchgeführt werden können.

### Patentansprüche

1. Steuerung für ein Verbrennungskraftmaschinensystem zum Steuern eines Systems der Maschine, wobei die Maschine aufweist: eine angetriebene Welle, und eine Sensoranordnung, die mit der angetriebenen Welle verknüpft ist, um die momentane Drehzahl der angetriebenen Welle während der Drehung der angetriebenen Welle für weniger als eine vollständige Umdrehung abzutasten, und um die Drehzahl der angetriebenen Welle für eine vollständige Umdrehung von dieser einschließlich der gemessenen nicht vollständigen Umdrehung abzutasten, und das Maschinensystem anhand dieser Messungen zu steuern, wobei der Sensor eingerichtet ist, die beiden Drehzahlen der angetriebenen Welle während einer ersten Umdrehung der angetriebenen Welle abzutasten, und die gleichen zwei Drehzahlen der angetriebenen Welle während der direkt darauffolgenden Umdrehung der angetriebenen Welle abzutasten, und das Maschinensystem bei der dritten Umdrehung der angetriebenen Welle anhand dieser Messungen zu steuern, und wobei die Steuerung die abgelaufene Zeit für die nicht vollständige Umdrehung ( $t$ ) und die Zeit ( $T$ ) für die vollständige Umdrehung misst, um das Verhältnis  $t/T$  während jeder darauf folgenden Umdrehung zu bestimmen und die Differenz ( $D$ ) zwischen den beiden Verhältnissen bestimmt, und daraus die Maschinenlast abschätzt.

2. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 1, wobei die Maschine funkengezündet ist und die Steuerung für ein Maschinensystem mindestens den Funkenzeitpunkt umfasst.

3. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 1, wobei die Steuerung einen festen Wert für das Maschinensystem einstellt, wenn die Maschinendrehzahl kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

4. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 3, wobei der vorbestimmte Wert der Maschinendrehzahl eine normale Leerlaufdrehzahl ist.

5. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 1, wobei die Steuerung einen festen Wert für das Maschinensystem einstellt, wenn der Wert von  $D$  größer als ein vorbestimmter Wert ist.

6. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 1, wobei die Steuerung einen festen Wert für das Maschinensystem einstellt, wenn der Wert von  $D$  kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

7. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 4, wobei die Steuerung einen unterschiedlichen festen Wert für das Maschinensystem einstellt, wenn die Maschinendrehzahl größer als ein vorbestimmter Wert ist.

8. Steuerung eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 7, wobei die Steuerung noch einen weiteren unterschiedlichen festen Wert für das Maschinensystem einstellt, wenn der Wert von  $D$  kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

9. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems zum Steuern eines Systems der Maschine, wobei die Maschine eine angetriebene Welle, eine Sensoranordnung, die mit der angetriebenen Welle zum Abtasten einer Drehzahl der angetriebenen Welle verknüpft ist, aufweist, mit den Schritten Abtasten der Drehzahl während der Drehung der angetriebenen Welle bei einer nicht vollständigen Umdrehung, und Abtasten der Drehzahl der angetriebenen Welle für eine vollständige Umdrehung von dieser einschließlich der gemessenen unvollständigen Umdrehung, und Steuern des Maschinensystems anhand dieser Messungen, wobei die Drehzahlen der angetriebenen Welle während einer ersten Umdrehung der angetriebenen Welle gemessen werden, und die gleichen zwei Drehgeschwindigkeiten der angetriebenen Welle während der direkt darauf folgenden Umdrehung der angetriebenen Welle gemessen werden und das Maschinensystem bei der dritten Umdrehung der angetriebenen Welle anhand dieser Messungen gesteuert wird, und wobei die abgelaufene Zeit für die nicht vollständige Umdrehung ( $t$ ) gemessen wird und die Zeit ( $T$ ) für die vollständige Umdrehung gemessen wird, um das Verhältnis  $t/T$  während jeder darauf folgenden Umdrehung zu messen, wobei die Differenz ( $D$ ) zwischen den beiden Verhältnissen bestimmt wird, und die Maschinenlast daraus abgeschätzt wird.



10. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 9, wobei ein fester Wert für das Maschinensystem eingestellt wird, wenn die Maschinendrehzahl kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

11. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 10, wobei der vorbestimmte Wert der Maschinendrehzahl eine normale Leerlaufdrehzahl ist.

12. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 9, wobei ein fester Wert für das Maschinensystem eingestellt wird, wenn der Wert von D größer als ein vorbestimmter Wert ist.

13. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 9, wobei ein fester Wert für das Maschinensystem eingestellt wird, wenn der Wert von D kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

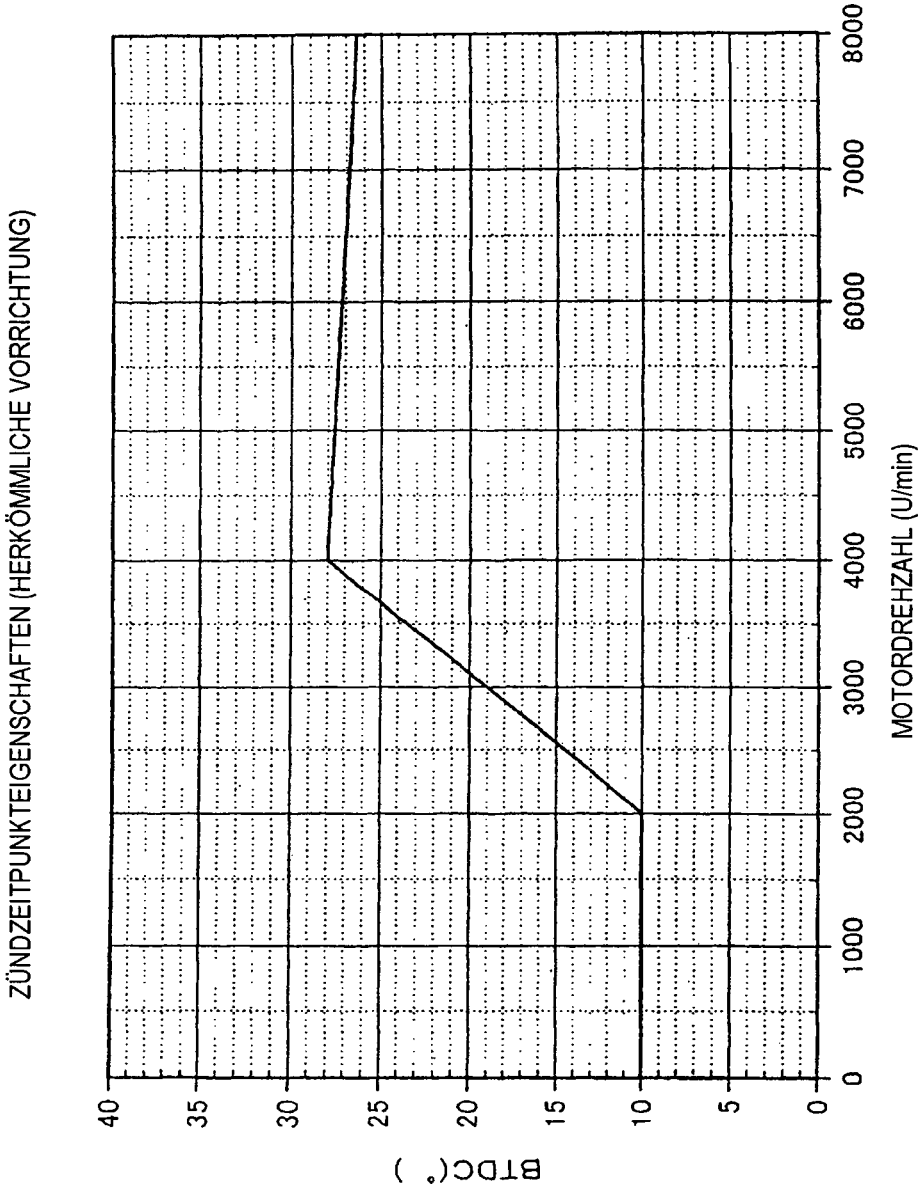
14. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 13, wobei ein unterschiedlicher fester Wert für das Maschinensystem eingestellt wird, wenn die Maschinendrehzahl größer als ein vorbestimmter Wert ist.

15. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 14, wobei noch ein weiterer fester Wert für das Maschinensystem eingestellt wird, wenn der Wert von D kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

16. Steuerverfahren eines Verbrennungskraftmaschinensystems gemäß Anspruch 15, wobei die Maschine funkengezündet ist und die Maschinensystemsteuerung mindestens den Funkenzeitpunkt umfasst.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen





**FIG. 2**  
(STAND DER TECHNIK)

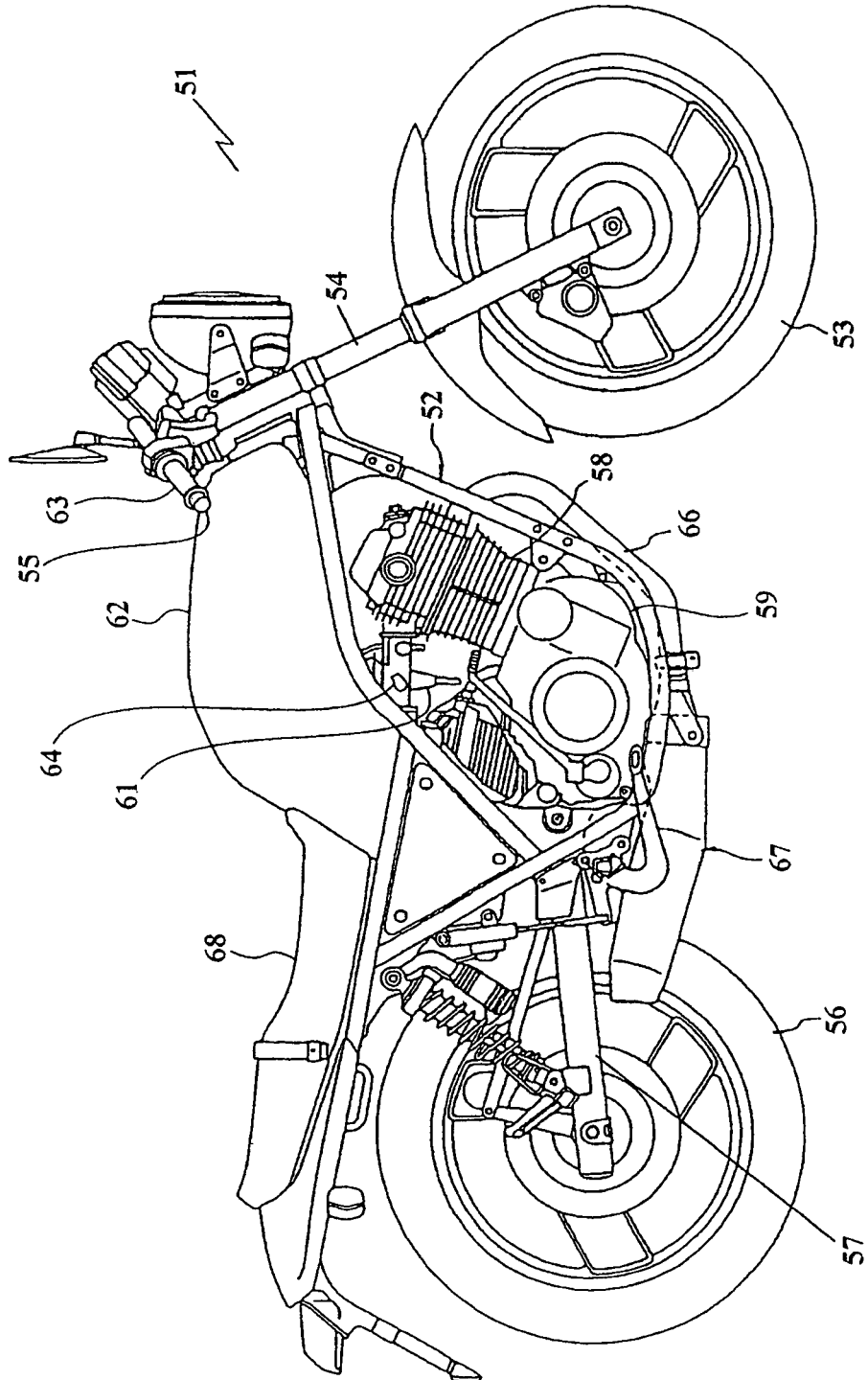


FIG. 3

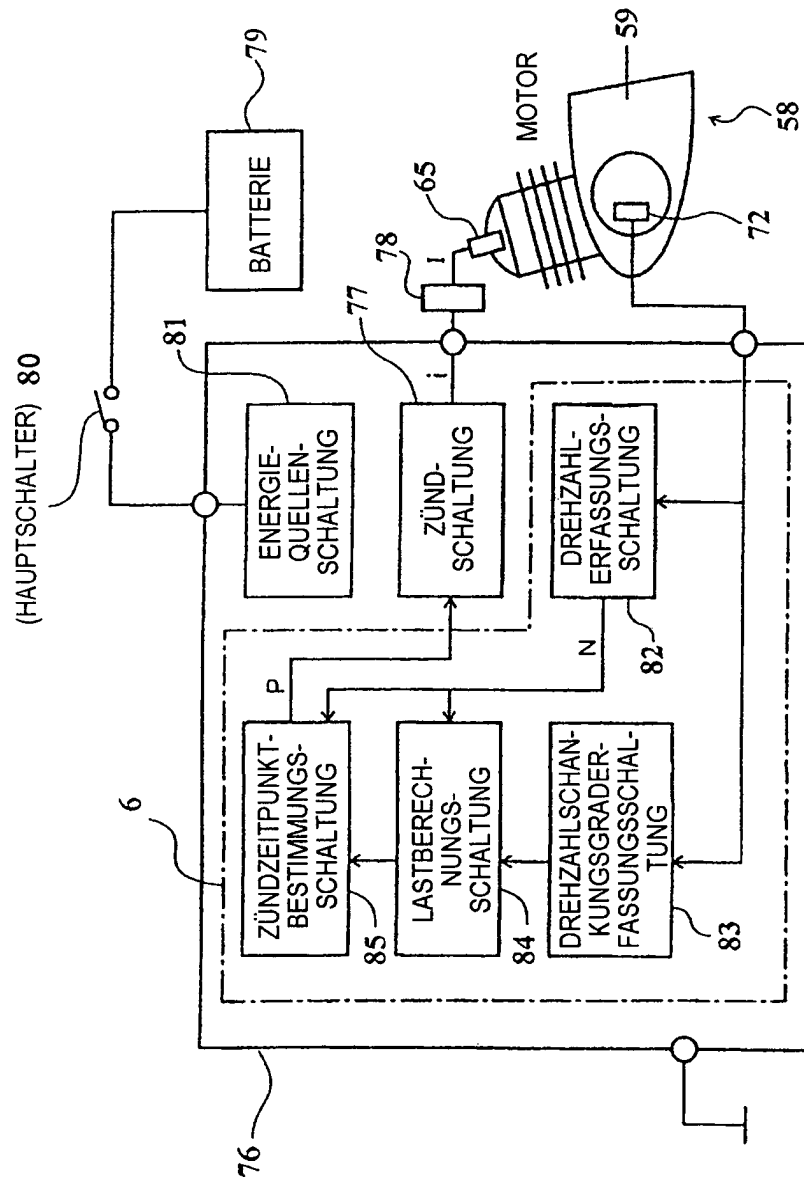
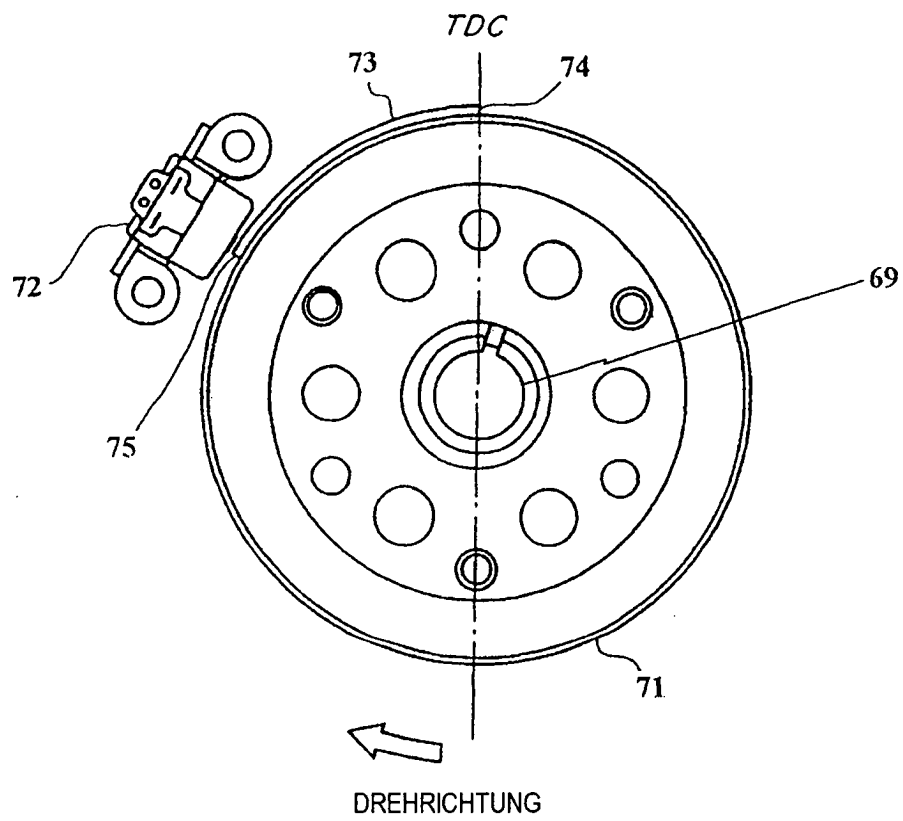


FIG. 4





**FIG. 5**

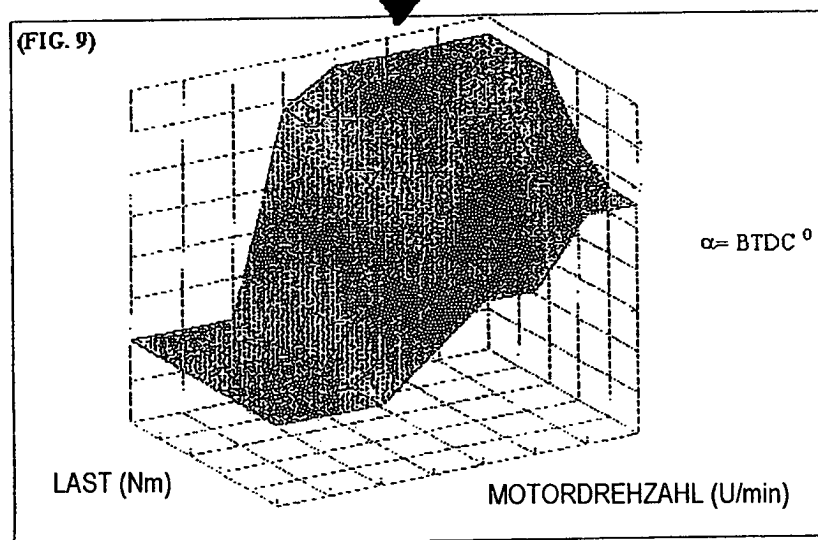
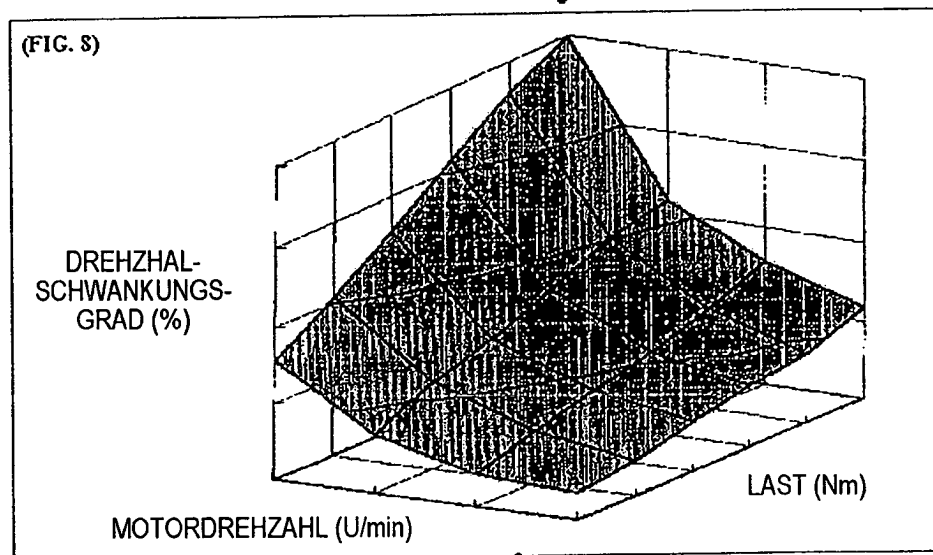
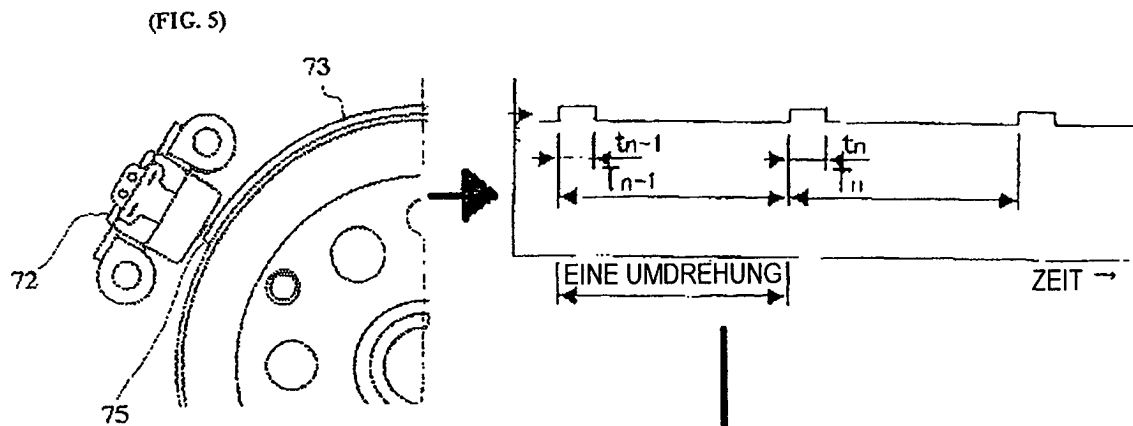


FIG. 6

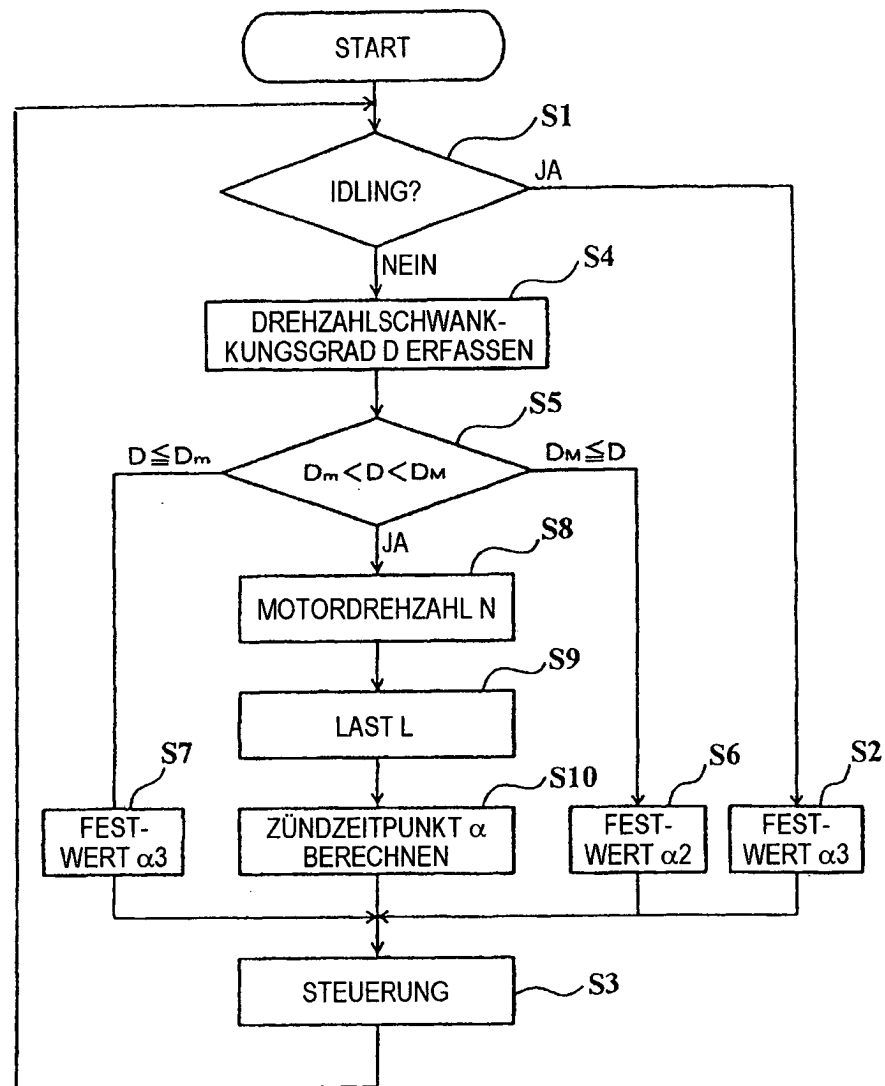


FIG. 7

DREHZAHLSCHWANKUNGSGRAD VERLICHEN MIT HINTERRADLASST  
DREIDIMENSIONALES KORRELATIONSKENNFELD

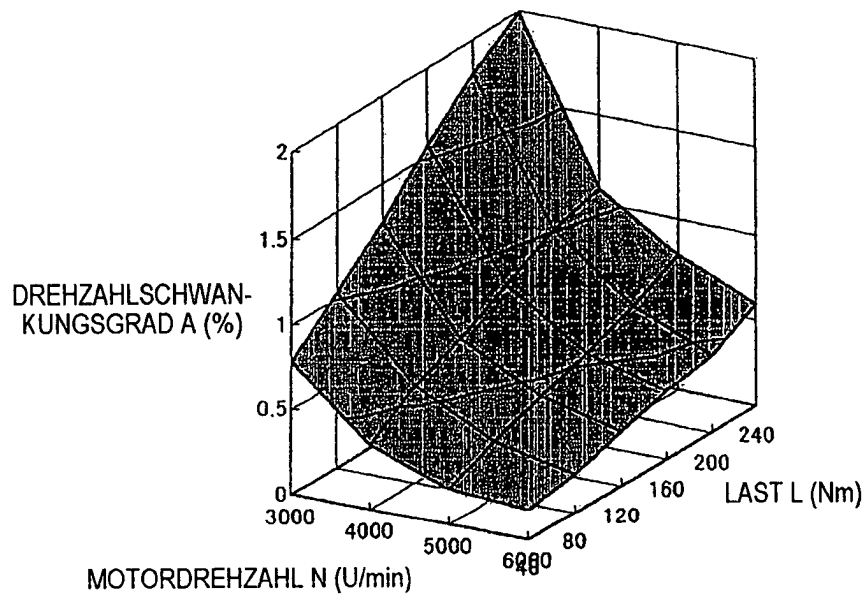


FIG. 8

ZÜNDZEITPUNKTEIGENSCHAFTEN DER DREHZAHLSCHWANKUNGSGRADVORLAUFZEIT

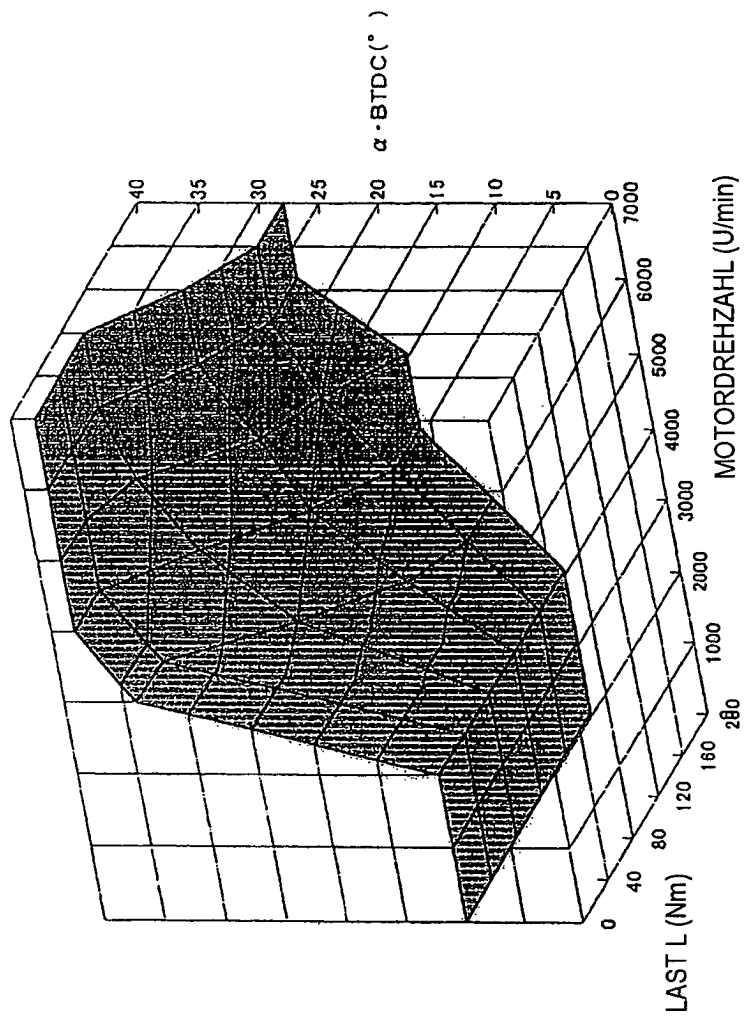


FIG. 9



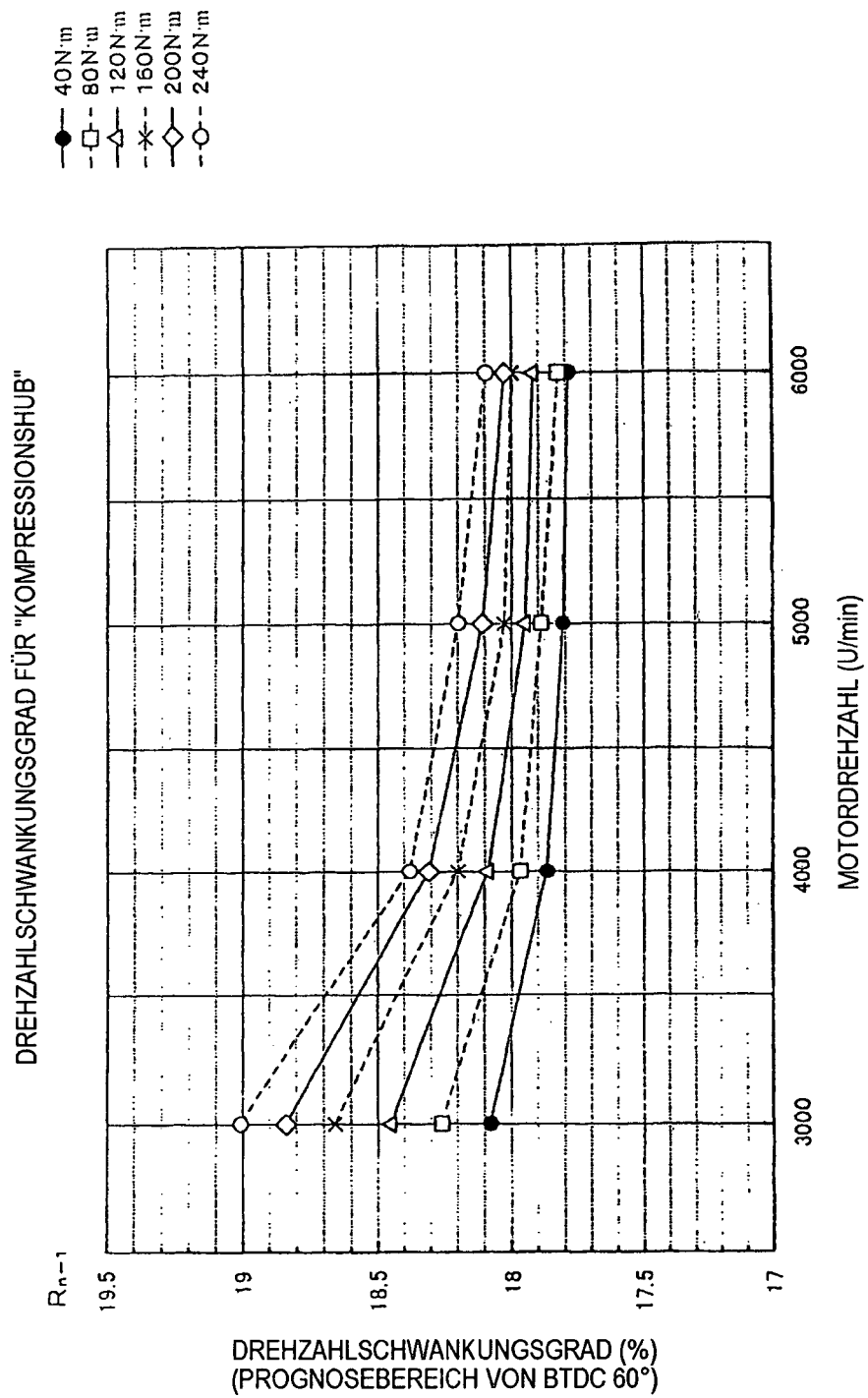


FIG. 10

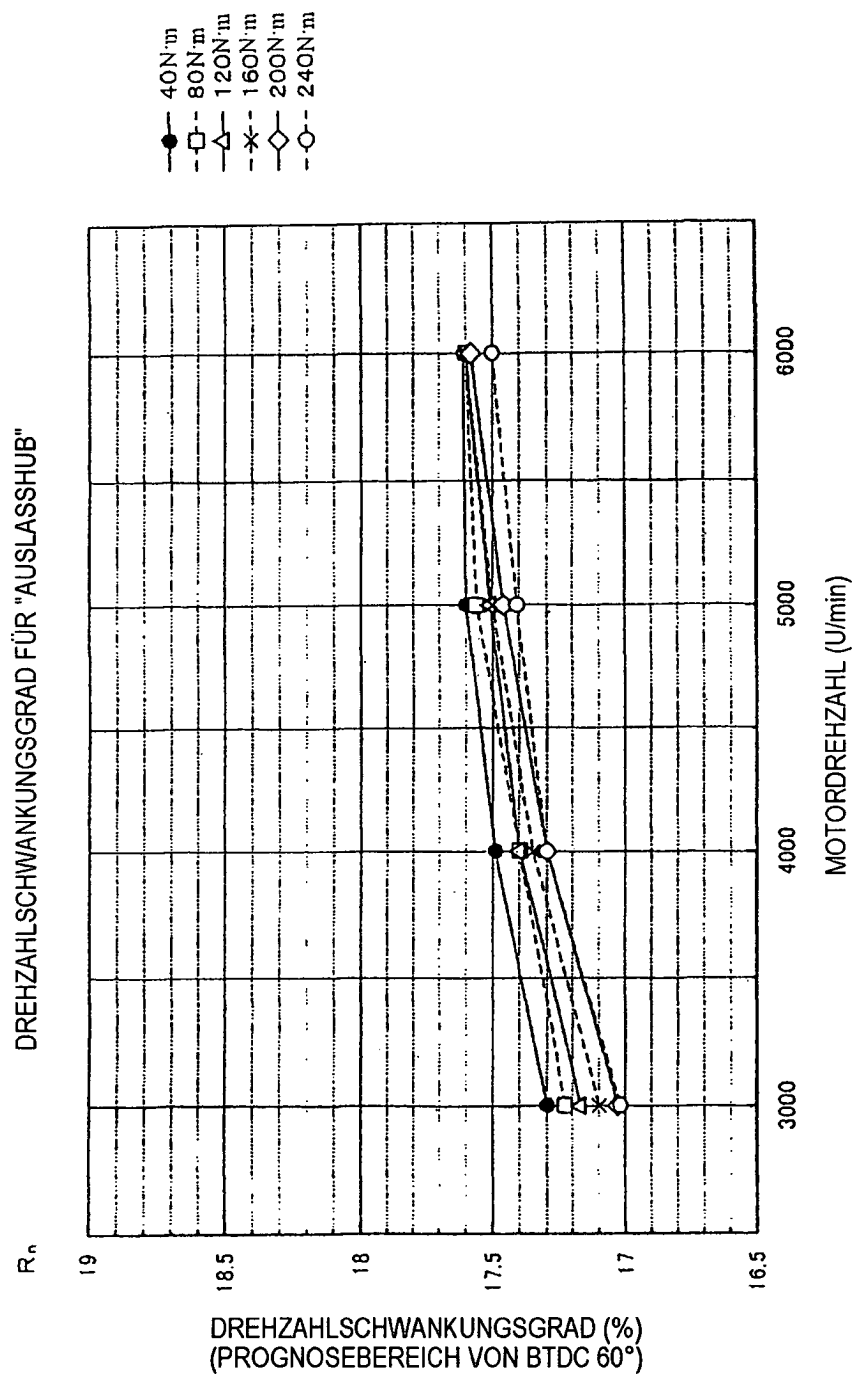


FIG. 11

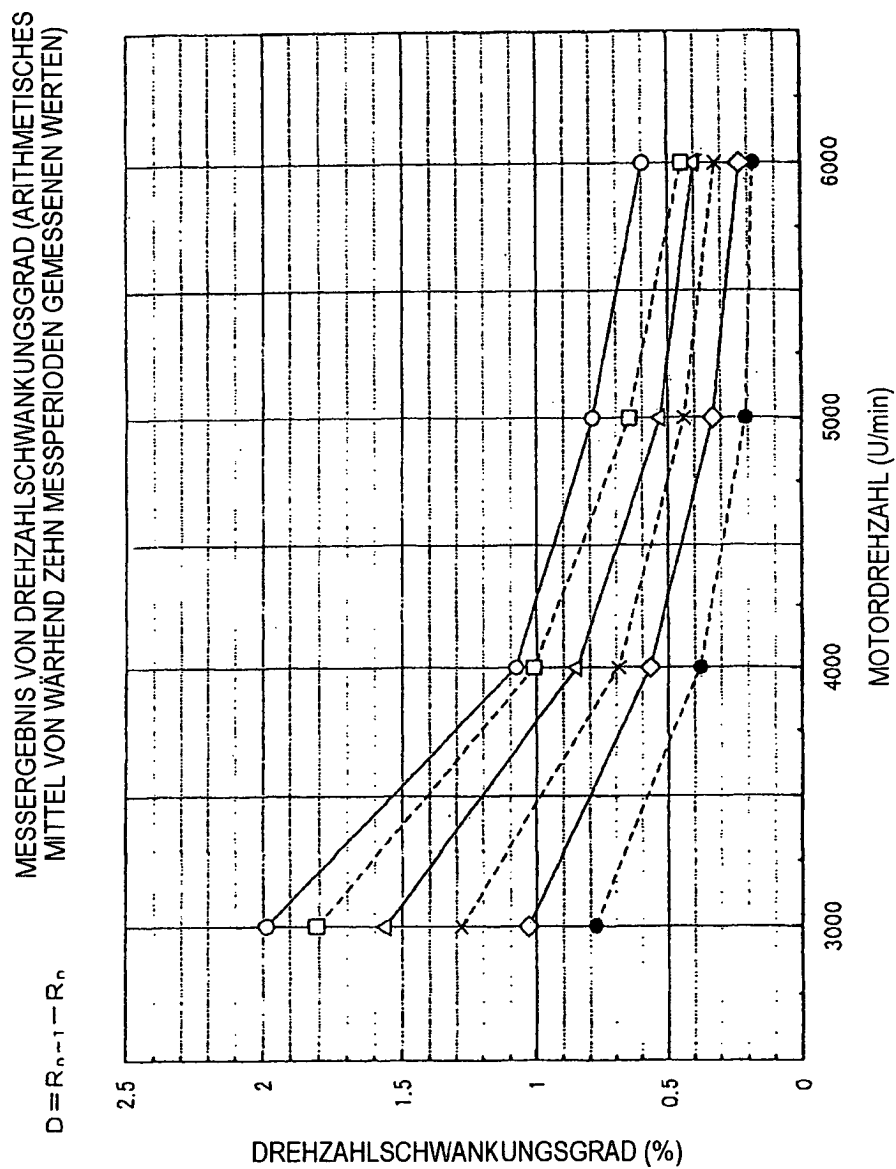


FIG. 12

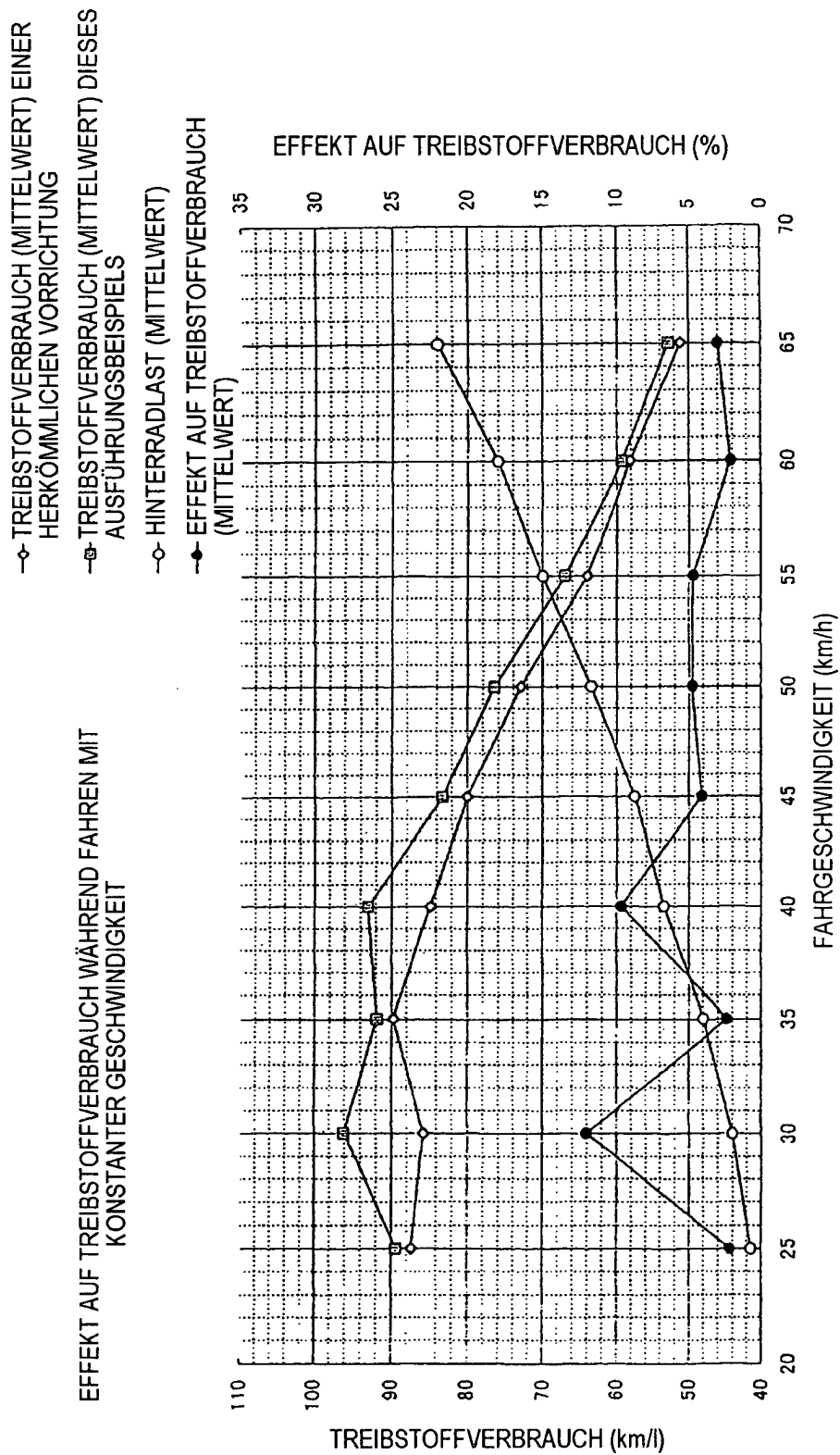


FIG. 13