



(10) **DE 11 2013 005 962 T5** 2015.09.17

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/061405**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 005 962.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/075677**  
(86) PCT-Anmeldetag: **24.09.2013**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.04.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **17.09.2015**

(51) Int Cl.: **F02D 45/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2012-229108**      **16.10.2012**      **JP**

(74) Vertreter:  
**KUHNEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE**

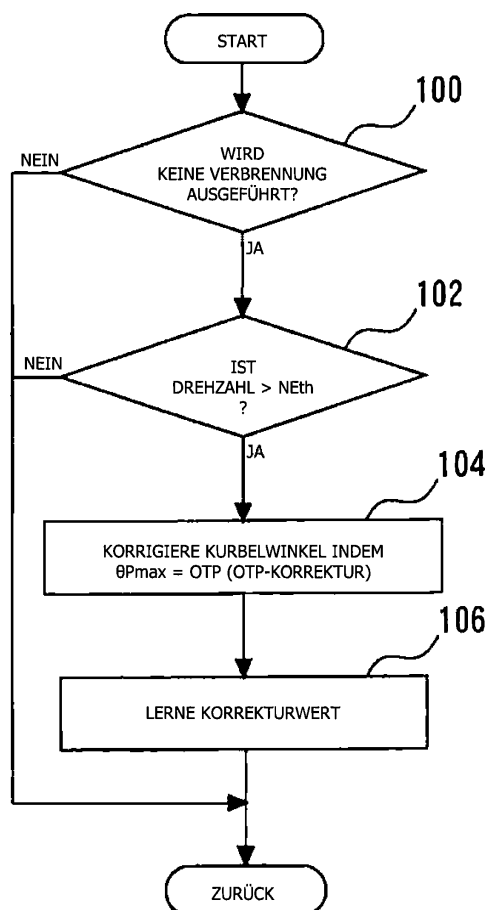
(71) Anmelder:  
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-  
shi, Aichi-ken, JP**

(72) Erfinder:  
**Urano, Shigeyuki, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bestimmt, ob eine Brennkraftmaschine eine Verbrennung durchführt oder nicht, und wenn das Bestimmungsergebnis zeigt, dass die Maschine keine Verbrennung durchführt, wird bestimmt, ob die Maschinendrehzahl größer als eine vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass die Beziehung  $Drehzahl > vorgegebene\ Drehzahl\ NE_{th}$  erfüllt ist, wird ein Zylinderinnendruckmaximalwert  $P_{max}$  während des Anlassens durch einen Zylinderinnendrucksensor 34 identifiziert, ein Kurbelwinkel  $\theta_{P_{max}}$ , der mit dem fraglichen  $P_{max}$  korrespondiert, wird durch einen Kurbelwinkelsensor 42 erfasst, und der Kurbelwinkel wird derart korrigiert, dass  $\theta_{P_{max}}$  zu OTP (TDC) wird. Zudem wird der Kurbelwinkelkorrekturbetrag gelernt, und die Beziehung zwischen dem Signal des Kurbelwinkelsensors 42 und dem mit diesem korrespondierenden Ist-Kurbelwinkel (Meßwert) wird korrigiert.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung ist gerichtet auf eine Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, und insbesondere auf eine Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung, die einen Zylinderinnendruck einer Brennkraftmaschine unter Verwendung eines Zylinderinnendruckensors erfasst.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Verschiedene Technologien wurden offenbart, bei welchen ein Erfassungsfehler hinsichtlich einer Bezugskurbelwinkelposition korrigiert wird, und ein maximaler Druckwinkel bzw. Maximaldruckwinkel anhand der fraglichen Bezugskurbelwinkelposition exakt an einer Position erfasst wird, bei welcher in Zylinderinnendruck der Maximaldruck wird, siehe hierzu beispielsweise die japanische Offenlegungsschrift JP 63-9679 A. Gemäß dieser Technologie wird insbesondere der Zylinderinnendruck der Brennkraftmaschine während des Anlassens (engl.: motoring) erfasst, und eine Position, bei welcher der maximale Druckwert bzw. Maximaldruckwert auftritt, wird als Istposition des oberen Totpunkts des Maschinenkolbens erfasst. Zudem wird die Bezugskurbelwinkelposition entsprechend der Information über die Istposition des oberen Totpunkts korrigiert, und der Maximaldruckwinkel wird basierend auf der korrigierten Bezugskurbelwinkelposition bestimmt.

## SCHRIFTTUM AUS DEM STAND DER TECHNIK

## Patentliteratur

**[0003]**

Patentliteratur 1: japanische Offenlegungsschrift JP 63-9679 A

Patentliteratur 2: japanische Offenlegungsschrift JP 2010-236534 A

## KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

## Technisches Problem

**[0004]** Gemäß der vorstehend beschriebenen Technologie aus dem Stand der Technik wird eine Position, bei welcher der Maximaldruckwert der Brennkraftmaschine während des Anlassens auftritt, als Istposition des oberen Totpunkts erfasst. Gleichwohl tritt vom Verdichtungs- bzw. Kompressionshub zum Arbeits- bzw. Expansionshub während des Anlassens ein Kompressionsverlust auf. Folglich kommt es zu einer Abweichung zwischen der Position, an welcher der Maximaldruckwert auftritt, und der Istposition des oberen Totpunkts. Zudem überlagert in manchen Fällen der Einfluss eines Fehlers, der durch eine ther-

mische Belastung oder dergleichen verursacht wird, einen Druckwert, der von einem Zylinderinnendrucksensor erfasst wird.

**[0005]** Daher besteht bei der herkömmlichen Technologie, die einen Maximaldruckwert während des Anlassens unter Verwendung eines Zylinderinnendruckensors erfasst, und die eine Position, bei welcher der Maximaldruckwert auftritt, als Istposition des oberen Totpunkts erfasst, ein Risiko, dass der Einfluss eines Fehlers einen erfassten Wert überlagern könnte, wenn die Istposition des oberen Totpunkts erfasst wird, und es daher nicht möglich ist, die Zylinderinnendruckinformation, die dem Ist-Kurbelwinkel entspricht, genau zu erfassen.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die vorstehend beschriebenen Probleme zu lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine vorzuschlagen, die in der Lage ist, eine Zylinderinnendruckinformation, die einem Ist-Kurbelwinkel entspricht, mit hoher Genauigkeit zu erfassen.

## Mittel zur Lösung des Problems

**[0007]** Um das vorstehend beschriebene Problem zu lösen, schafft ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, die einen Zylinderinnendrucksensor umfasst, der in einem vorgegebenen Zylinder der Brennkraftmaschine angeordnet ist, sowie einen Kurbelwinkelsensor, der ein Signal ausgibt, das mit einer Rotation einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine synchronisiert ist, und die einen Zylinderinnendruck bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel erfasst, aufweisend:

eine Synchronisierungseinrichtung, um, wenn eine Maschinendrehzahl zum Zeitpunkt des Anlassens (engl.: motoring) oder zum Zeitpunkt einer Kraftstoffabschaltung der Brennkraftmaschine größer als eine vorgegebene Drehzahl ist, einen Kurbelwinkel mit einem Signal des Kurbelwinkelsensors zu synchronisieren, so dass ein Kurbelwinkel, der mit einem Signal des Kurbelwinkelsensors zu einem Zeitpunkt, bei dem ein maximaler Zylinderinnendruck durch den Zylinderinnendrucksensor erfasst wird, korrespondiert, ein OTP wird.

**[0008]** Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem ersten Aspekt, wobei die Synchronisierungseinrichtung eine Einrichtung umfasst, um die vorgegebene Drehzahl auf einen zunehmend größeren Wert einzustellen, wenn die Ladeeffizienz der Brennkraftmaschine zunimmt.

**[0009]** Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem ersten oder dem zweiten Aspekt, weiter aufweisend: eine Bestimmungseinrichtung, um zu bestimmen, ob eine Ausgabeabweichung in einem Erfassungswert des Zylinderinnendruckensors auftritt oder nicht; und eine Beschränkungseinrichtung, um, wenn bestimmt wird, dass die Ausgabeabweichung auftritt, einen Betrieb durch die Synchronisierungseinrichtung zu beschränken.

**[0010]** Ein vierter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem ersten oder dem zweiten Aspekt, weiter aufweisend: eine Bestimmungseinrichtung, um zu bestimmen, ob eine Ausgabeabweichung in einem Erfassungswert des Zylinderinnendruckensors auftritt oder nicht; und eine Korrektoreinrichtung, um, wenn bestimmt wird, dass die Ausgabeabweichung auftritt, die Ausgabeabweichung zu korrigieren; wobei die Synchronisierungseinrichtung ein Signal vom Kurbelwinkelsensor zu einem Zeitpunkt erlangt, bei welchem ein maximaler Zylinderinnendruck unter Verwendung eines Zylinderinnendruckes nach der Korrektur durch die Korrektoreinrichtung erfasst wird.

**[0011]** Ein fünfter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach dem dritten oder dem vierten Aspekt, wobei die Bestimmungseinrichtung eine Einrichtung umfasst, um, wenn ein Absolutwert eines Heizwerts niedriger als ein vorgegebener Wert ist, zu bestimmen, dass die Ausgabeabweichung nicht auftritt.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0012]** Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Zylinderinnendruck während des Anlassens oder während einer Kraftstoffabschaltung durch einen Zylinderinnendrucksensor gemessen, und ein Wert des Kurbelwinkels wird mit einem Signal des Kurbelwinkelsensors synchronisiert, um einen Kurbelwinkel, der einem Signal eines Kurbelwinkelsensors an einer Position entspricht, bei welchem der Zylinderinnendruck der Maximaldruck ist (nachstehend als „Bezugssignal“ bezeichnet) zum oberen Totpunkt (OTP/TDC) zu machen. Zu diesem Zeitpunkt wird die Beschaffung des Bezugssignals in einem Fall ausgeführt, bei welchem die Drehzahl der Brennkraftmaschine größer als eine vorgegebene Drehzahl ist. Es ist schwierig für den Einfluss des Kompressionsverlustes in einem Zylinder, in einen Bereich zu gelangen, in welchem die Kraftmaschinen-drehzahl groß ist. Daher ist es gemäß dem vorliegenden Aspekt möglich, da die Beschaffung eines Bezugssignals

und eine Synchronisierung bezüglich des Kurbelwinkels unter Verwendung eines Zylinderinnendruckerkfassungswertes, von welchem der Einfluss des Kompressionsverlustes weitestgehend entfernt wurde, durchgeführt werden, die Zylinderinnendruckinformation die mit dem Kurbelwinkel korrespondiert, mit hoher Genauigkeit zu erfassen.

**[0013]** Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird der Wert, auf welchen eine Untergrenze der Maschinen-drehzahl, die eine Bedingung zum Beschaffen des Bezugssignals ist gesetzt ist, umso größer eingestellt, je höher eine Ladeeffizienz (Maschinenlast) der Maschine ist. Je höher die Ladeeffizienz der Maschine ist, desto größer wird der Kompressionsverlust. Gemäß dem Aspekt der Erfindung wird daher, je höher die Ladeeffizienz der Maschine ist, der Wert, auf welchen die Untergrenze der Maschinen-drehzahl gesetzt wird, umso größer eingestellt. Selbst in einem Fall, bei welchem die Ladeeffizienz hoch ist, ist es damit möglich, die Bedingung zum Beschaffen eines Bezugssignals auf einen Bereich zu begrenzen, in welchem der Kompressionsverlust gering ist.

**[0014]** Gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Vorgang zum Beschaffen eines Bezugssignals in einem Fall beschränkt, wenn eine Ausgabeabweichung im Zylinderinnendruckerkfassungswert auftritt. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es daher möglich, effektiv das Auftreten einer Situation zu vermeiden, bei welchem ein Synchronisierungsvorgang bezüglich des Kurbelwinkels unter Verwendung eines Bezugssignals ausgeführt wird, das mit dem Einfluss einer Ausgabeabweichung überlagert wurde.

**[0015]** Gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung wird, wenn eine Ausgabeabweichung in einem Zylinderinnendruckerkfassungswert auftritt, ein Bezugssignal beschafft, nachdem die Ausgabeabweichung korrigiert wurde. Daher kann gemäß dem vorliegenden Aspekt, da ein Synchronisierungsvorgang bezüglich des Kurbelwinkels unter Verwendung eines Bezugssignals durchgeführt wird, von welchem der Einfluss der Ausgabeabweichung entfernt wurde, die dem Kurbelwinkel entsprechende Zylinderinnendruckinformation mit hoher Genauigkeit erfasst werden.

**[0016]** Gemäß dem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird, wenn ein Absolutwert eines Heizwerts bzw. Brenn-werts niedriger als ein vorgegebener Wert ist, bestimmt, dass keine Ausgabeabweichung vorliegt. In einem Fall, bei welchem keine Ausgabeabweichung vorliegt, geht ein Heizwert in die Nähe von 0, während in einem Fall, in welchem die Ausgabeabweichung auftritt, der Heizwert einen Wert annimmt, der über die Nähe von 0 ansteigt. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann somit das Vorlie-

gen oder Fehlen des Auftretens einer Ausgabeabweichung mit hoher Genauigkeit durch Vergleichen eines Absolutwerts des Heizwerts und eines vorgegebenen Werts erhalten werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0017]** Fig. 1 zeigt schematisch eine Konfigurationsansicht zum Beschreiben eines Systemaufbaus gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

**[0018]** Fig. 2 ist eine Ansicht, die eine Zylinderinnendruckveränderung bezüglich eines Kurbelwinkels während des Anlassens zeigt;

**[0019]** Fig. 3 ist eine Ansicht zum detaillierten Beschreiben der Zylinderinnendruckveränderung in der Nähe des OTP aus Fig. 2;

**[0020]** Fig. 4 ist eine Ansicht zum Erläutern der Abweichbeträge vom Ist-OTP von  $P_{\max}$  bezüglich der Maschinendrehzahl;

**[0021]** Fig. 5 ist eine Ansicht zum Beschreiben eines Beispiels zum Einstellen einer vorgegebenen Drehzahl  $NE_{th}$  entsprechend der Größe der Maschinenlast;

**[0022]** Fig. 6 ist ein Flusschaubild zum Veranschaulichen einer Routine, die in Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

**[0023]** Fig. 7 ist eine Ansicht, die eine Differenz des Zylinderinnendruckverhaltens veranschaulicht, das vom Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung abhängt;

**[0024]** Fig. 8 ist eine Ansicht, die das Heizwertverhalten anzeigt, das vom Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung abhängt;

**[0025]** Fig. 9 ist ein Flusschaubild zum Veranschaulichen einer Routine, die in der Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird; und

**[0026]** Fig. 10 ist eine Ansicht zum Beschreiben eines Verfahrens, das den Einfluss einer Ausgabeabweichung korrigiert.

#### BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0027]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung basierend auf den beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es sei angemerkt, dass in den jeweiligen Darstellungen gleich verwendete Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und selbige nicht doppelt beschrieben werden. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung nicht auf die nachfolgenden Ausführungsformen beschränkt.

#### Ausführungsform 1

##### [Aufbau der Ausführungsform 1]

**[0028]** Fig. 1 zeigt schematisch eine Konfigurationsansicht zum Beschreiben eines Systemaufbaus gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfasst das System der vorliegenden Ausführungsform eine Brennkraftmaschine 10. Die Brennkraftmaschine 10 ist als Mehrzylinder-Ottomotor ausgestaltet, die Benzin als Kraftstoff verwendet. Ein Kolben 12 ist in jedem Zylinder der Brennkraftmaschine 10 angeordnet und führt eine alternierende Bewegung in den jeweiligen Zylindern durch. Die Brennkraftmaschine 10 umfasst auch Zylinderköpfe 14. Eine Brennkammer 16 ist zwischen jedem Kolben 12 und jedem Zylinderkopf 14 ausgebildet. Ein Ende einer jeden Ansaugleitung 18 und einer jeden Abgasleitung 20 ist mit jeder Brennkammer 16 verbunden. Ein Ansaug- bzw. Einlassventil 22 ist an einem Verbindungsabschnitt zwischen der Ansaugleitung 18 und der Brennkammer 16 angeordnet. Ein Auslassventil 24 ist an eine Verbindungsstelle zwischen der Abgasleitung 20 und der Brennkammer 16 angeordnet.

**[0029]** Eine Einlassventilsteuerzeitsteuervorrichtung 36, welche die Ventilsteuerzeit variabel steuert, ist im Einlassventil 22 vorgesehen. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass ein variabler Ventilsteuerzeitmechanismus (VVT), der durch das Verändern eines Phasenwinkels einer Nockenwelle (in den Zeichnungen nicht dargestellt) bezüglich einer Kurbelwelle den Öffnen-/Schließzeitpunkt vorrückt oder spätverstellt, während der Arbeitswinkel konstant gehalten wird, als Einlassventilsteuerzeitsteuervorrichtung 36 verwendet wird.

**[0030]** Ein Luftfilter 26 ist an einem Einlass der Ansaugleitung 18 montiert. Eine Drosselklappe 28 ist stromab des Luftfilters 26 angeordnet. Die Drosselklappe 28 ist ein elektronisch gesteuertes Ventil, das durch einen Drosselmotor basierend auf einer Beschleunigeröffnung angesteuert wird.

**[0031]** Eine Zündkerze 30 ist derart im Zylinderkopf 14 montiert, dass sie von der Oberseite der Brennkammer 16 in die Brennkammer 16 hineinragt. Ein Kraftstoffeinspritzventil 32 zum Einspritzen von Kraftstoff in den Zylinder ist auch im Zylinderkopf 14 angeordnet. Darüber hinaus sind Zylinderinnendrucksensoren (CPS) 34 zum Erfassen des Zylinderinnendrucks eines jeden Zylinders in den jeweiligen Zylinderköpfen 14 aufgenommen.

**[0032]** Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfasst das System der vorliegenden Ausführungsform eine ECU (elektronische Steuereinheit) 40. Zusätzlich zu dem vorstehend beschriebenen Zylinderinnendrucksensor 34 sind verschiedene Sensoren, beispielsweise

ein Kurbelwinkelsensor **42** zum Erfassen einer Rotationsposition der Kurbelwelle, mit einem Eingabeabschnitt der ECU **40** verbunden. Zudem sind verschiedene Aktuatoren, beispielsweise das vorstehend beschriebene Drosselventil **28**, die Zündkerze **30** und das Kraftstoffeinspritzventil **32**, mit einem Ausgabeabschnitt der ECU **40** verbunden. Die ECU **40** steuert den Betriebszustand der Brennkraftmaschine **10** basierend auf verschiedenen Arten von Informationen, die in selbige eingegeben werden.

[Betrieb der Ausführungsform 1]

**[0033]** Der Zylinderinnendrucksensor (CPS) ist ein extrem nützlicher Sensor dahingehend, dass der Zylinderinnendrucksensor (CPS) direkt einen Verbrennungszustand in einem Zylinder erfassen kann. Die Ausgabe des CPS wird daher als Steuerparameter für verschiedene Arten von Steuerungen der Brennkraftmaschine verwendet. Beispielsweise wird der erfasste Zylinderinnendruck dazu verwendet, um eine Ansaugluftmenge zu berechnen, die in den Zylinder gesaugt wurde, um Schwankungen im Drehmoment und dergleichen zu berechnen, und um einen Heizwert  $PV^k$  oder einen MFB (verbrannter Masseanteil) oder dergleichen zu berechnen. Diese Werte werden verwendet, um Fehlzündungen zu erfassen und um den Zündzeitpunkt und dergleichen optimal zu steuern.

**[0034]** Um ein vom CPS beschafftes Signal für verschiedene Arten von Steuerungen zu verwenden, ist es notwendig, dass das Signal exakt mit der Information hinsichtlich eines Ist-Kurbelwinkels synchronisiert ist. Jedoch stellen der Zylinderinnendruck und der Kurbelwinkel Informationen dar, die durch die ECU oder dergleichen verbunden bzw. verlinkt werden, nachdem der Zylinderinnendruck und der Kurbelwinkel durch verschiedene Sensoren erfasst wurden. Folglich treten, während eines Prozesses ab dem Erfassen eines analogen Signals dieser Sensoren bis zum Speichern einer digitalen Information verschiedene zeitliche Verzögerungen während eines Tiefpassfilter-(LPF)-Prozesses oder eines A/D-(analog/digital)-Umwandlungsprozesses auf, und es besteht das Risiko, dass es nicht möglich ist, die Zylinderinnendruckinformation und die Kurbelwinkelinformation genau zu verbinden.

**[0035]** Als Verfahren zum Lösen des vorstehend beschriebenen Systems ist ein Verfahren (sogenannte „OTP-Korrektur“) bekannt, das unter Verwendung einer Zylinderinnendruckinformation während des Anlassens oder während einer Kraftstoffabschaltung (d. h. einer Zeit, während der die Maschine in einem Zustand fährt, in welchem keine Zylinderverbrennung ausgeführt wird, wobei „während des Anlassens“ eine Zeit der Kraftstoffeinspritzung und eine Zeit, wenn kein Kraftstoff eingespritzt wird, umfasst) die Beziehung zwischen dem Ist-Kurbelwinkel und dem Kur-

belwinkelsignal korrigiert, so dass ein Zeitpunkt, zu dem der Zylinderinnendruck ein Maximalwert wird, ein Verdichtungs-OTP wird. Wenn jedoch die OTP-Korrektur ausgeführt wird, während das Fahrzeug normal fährt, tritt in einigen Fällen ein Phänomen (Kompressionsverlust) auf, wodurch verdichtete Luft aus einem Spalt zwischen einem Kolbenring und einer Zylinderbohrung austritt.

**[0036]** Fig. 2 ist eine Ansicht, die eine Veränderung des Zylinderinnendrucks bezüglich eines Kurbelwinkels während des Anlassens (engl.: motoring) zeigt. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, wurde herausgefunden, dass verglichen mit einem mit einem Zylinderinnendruckmaximalwert  $P_{max}$  korrespondierenden Kurbelwinkel in einem Fall, bei welchem kein Kompressionsverlust auftritt (d. h. dem tatsächlichen OTP bzw. Ist-OTP), ein mit dem Wert  $P_{max}$  korrespondierender Kurbelwinkel in einem Fall, wo ein Kompressionsverlust auftritt, zu einer nach vorne verrückten Seite abweicht. Diese Tatsache wird nachfolgend im Detail unter Verwendung der Fig. 3A und Fig. 3B beschrieben. Die Fig. 3A und Fig. 3B zeigen eine Ansicht zum Beschreiben der Zylinderinnendruckveränderung in der Nähe des OTP aus Fig. 2 im Detail. Es sei angemerkt, dass Fig. 3A eine Ansicht ist, die eine Druckabnahmemenge veranschaulicht, die durch einen Kompressionsverlust in der Nähe des OTP verursacht wird, und Fig. 3B eine Ansicht ist, die eine Änderung in  $P_{max}$  anzeigt, die vom Auftreten oder Fehlen eines Kompressionsverlusts abhängt.

**[0037]** Ein Kompressionsverlust nimmt über die Zeit in einem Bereich auf einer Hochdruckseite zu. Folglich steigt, wie in Fig. 3A gezeigt ist, ein Druckabnahmebetrag, der durch den Kompressionsverlust in der Nähe des OTP verursacht wird, an, wenn der Kurbelwinkel auf eine spätverstellte Seite übergeht. Dementsprechend weicht, wie in Fig. 3B gezeigt ist, wenn der Kompressionsverlust aus Fig. 3A in der Nähe des OTP, bei dem die Druckänderung gering ist, ansteigt, der Kurbelwinkel entsprechend  $P_{max}$  auf eine nach vorne verrückte Seite ab.

**[0038]** Das Niveau des Kompressionsverlusts bezieht sich auf die Maschinendrehzahl. Fig. 4 ist eine Ansicht, die einen Abweichbetrag vom Ist-OTP von  $P_{max}$  bezüglich der Maschinendrehzahl zeigt. Wie vorstehend beschrieben ist, steigt der Kompressionsverlust über die Zeit. Folglich nimmt, wie in Fig. 4 gezeigt ist, die Größe der Abweichung vom Ist-OTP von  $P_{max}$  in einem Bereich zu, in welchem die Maschinendrehzahl niedrig ist.

**[0039]** Die Größe der Abweichung des Ist-OTP von  $P_{max}$  während des Anlassens variiert entsprechend der Maschinendrehzahl. Daher wird bei der vorliegenden Ausführungsform eine Konfiguration verwendet, die eine OTP-Korrektur in einem Fall durchführt, bei welchem die Maschinendrehzahl größer als ei-

ne vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  ist. Eine Drehzahl (beispielsweise 2000 UpM oder mehr), die vorab als Drehzahl eingestellt wurde, bei welcher eine Zeitspanne, während der ein Verlust von verdichteter Luft auftritt, kurz ist, und ein Abfall im Zylinderinnendruck auf einem vernachlässigbaren Niveau liegt, kann als vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  verwendet werden. Es sei angemerkt, dass beispielsweise ein Fall einer Kraftstoffabschaltung beim Fahren mit hoher Geschwindigkeit oder ein Fall, bei welchem in einem Hybridfahrzeug zwischen dem Fahren mit der Brennkraftmaschine und einem elektrischen Fahren oder dergleichen geschaltet wird, als Situation angenommen wird, bei welchem die vorstehend genannte Bedingung auftritt. Hierdurch kann, da die OTP-Korrektur unter Verwendung eines Zylinderinnendruckerkfassungswerts durchgeführt werden kann, wenn der Einfluss des Kompressionsverlusts auf einem vernachlässigbaren Niveau liegt, die Genauigkeit der OTP-Korrektur verbessert werden.

**[0040]** Es sei angemerkt, dass das Niveau des Kompressionsverlustes auch mit der Maschinenlast (Ladeeffizienz) zusammenhängt. Das bedeutet, da die Menge des Kompressionsverlustes zunimmt, wenn der Zylinderinnendruck ansteigt, nimmt die Größe der Abweichung vom Ist-OTP von  $P_{max}$ , bei dem die Ladeeffizienz im Zylinder hoch ist, zu. Bei der vorliegenden Ausführungsform kann die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  entsprechend der Größe der Ladeeffizienz eingestellt sein. **Fig. 5** ist eine Ansicht zum Beschreiben eines Beispiels zum Einstellen der vorgegebenen Drehzahl  $NE_{th}$  entsprechend der Größe der Ladeeffizienz. Wie in **Fig. 5** dargestellt ist, wird der Wert, auf welchen die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  eingestellt wird, vorzugsweise umso größer eingestellt, je höher die Ladeeffizienz ist. Hierdurch kann, selbst wenn die Ladeeffizienz hoch ist, eine OTP-Korrektur unter Verwendung eines Zylinderinnendruckerkfassungswerts durchgeführt werden, der in einem Fall erfasst wird, bei welchem der Einfluss des Kompressionsverlusts auf einem vernachlässigbaren Niveau liegt.

[Spezifischer Ablauf in Ausführungsform 1]

**[0041]** Nachfolgend wird ein spezifischer Ablauf zum Ausführen der OTP-Korrektur, die im System der vorliegenden Ausführungsform ausgeführt wird, Bezug nehmend auf ein Flusschaubild beschrieben. **Fig. 6** ist ein Flusschaubild, das eine Routine der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt. In der in **Fig. 6** dargestellten Routine wird zunächst bestimmt, ob die Verbrennungskraftmaschine **10** eine Verbrennung ausführt oder nicht (Schritt **100**). In diesem Fall wird insbesondere bestimmt, ob der augenblickliche Zustand ein Zustand während des Anlassens ohne Kraftstoffeinspritzung vor dem Starten der Brennkraftmaschine **10** ist, oder ein Zustand während einer Kraftstoffabschaltung nach dem Schalten.

Wenn als Ergebnis bestimmt wird, dass der Zustand keiner ist, bei welchem die Brennkraftmaschine **10** keine Verbrennung ausführt, eine Anlasswellenform des Zylinderinnendrucks nicht erfasst werden kann, wird die vorliegende Routine umgehend beendet.

**[0042]** Wenn dagegen im vorstehend genannten Schritt **100** erfasst wird, dass die Brennkraftmaschine keine Verbrennung ausführt, wird bestimmt, dass es möglich ist, eine Anlasswellenform des Zylinderinnendrucks zu erfassen, so dass die Routine mit dem nächsten Schritt fortfährt. Im nächsten Schritt wird bestimmt, ob die Maschinendrehzahl gleich oder größer als die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  ist (Schritt **102**). Eine Drehzahl (beispielsweise 2000 UpM oder mehr), die vorab als Drehzahl eingestellt wurde, bei welcher eine Zeitspanne während welcher ein Verlust von verdichteter Luft auftritt, kurz ist und ein Abfall im Zylinderinnendruck vernachlässigbar ist, wird als vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  eingelesen. Es sei angemerkt, dass die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  auch basierend auf der Ladeeffizienz der Maschine eingestellt werden kann, wie vorstehend beschrieben wurde.

**[0043]** Wenn das Ergebnis aus Schritt **102** anzeigt, dass die Bedingung: Drehzahl > vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  nicht gilt, wird bestimmt, dass der Einfluss einer Ausgabeabweichung, der durch den Kompressionsverlust verursacht wird, den Zylinderinnendruckerkfassungswert überlagert, und das Verfahren wird umgehend beendet. Wenn dagegen als Ergebnis von Schritt **102** bestimmt wird, dass die Bedingung: Drehzahl > vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  gilt, wird bestimmt, dass der Einfluss einer Ausgabeabweichung niedrig genug ist, um vernachlässigt zu werden, so dass die Routine mit dem nächsten Schritt fortfährt. Im nächsten Schritt wird die OTP-Korrektur durchgeführt (Schritt **104**). Insbesondere wird der Zylinderinnendruckmaximalwert  $P_{max}$  während des Anlassens unter Verwendung des Zylinderinnendruck-sensors **34** identifiziert. Anschließend wird ein  $P_{max}$  entsprechender Kurbelwinkel  $\theta_{P_{max}}$  (Bezugssignal) durch den Kurbelwinkelsensor **42** erfasst. Dann wird, entsprechend der folgenden Gleichung (1), der Kurbelwinkel derart korrigiert, dass der Kurbelwinkel  $\theta_{P_{max}}$  zum OTP wird.

$$\text{Korrigierter Kurbelwinkel (OTP)} = \theta_{P_{max}} + \text{Kurbelwinkelkorrekturbetrag} \quad (1)$$

$$(\text{Kurbelwinkelkorrekturbetrag} = \text{OTP} - \theta_{P_{max}})$$

**[0044]** Nachfolgend wird der in Schritt **104** berechnet Kurbelwinkelkorrekturwert gelernt (Schritt **106**). Insbesondere wird die Beziehung zwischen einem Signal des Kurbelwinkelsensors **42** und dem Kurbelwinkel (Messwert) der diesem entspricht, unter Verwendung des Kurbelwinkelkorrekturbetrags, der in Schritt **104** berechnet wurde, korrigiert.

**[0045]** Wie vorstehend beschrieben ist, können, gemäß der Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung von Ausführungsform 1, ein Erfassungssignal des Zylinderinnendruckensors **34** und ein Erfassungssignals des Kurbelwinkelsensors **42** mit hoher Genauigkeit synchronisiert werden indem eine OTP-Korrektur mit einem hohen Wert an Genauigkeit ausgeführt wird. Hierdurch ist es möglich, den Zylinderinnendruck, der mit dem Ist-Kurbelwinkel übereinstimmt, genau zu erfassen.

**[0046]** Hierbei wurde, bei der vorstehenden Beschreibung der Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung der Ausführungsform 1, ein Beispiel beschrieben, bei welchem die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  basierend auf der Ladeeffizienz eingestellt wurde. Da es jedoch eine Tendenz dafür gibt, dass der Einfluss des Kompressionsverlusts zunimmt, wenn die Kühlwassertemperatur sinkt, kann auch eine Konfiguration verwendet werden, bei welcher die Kühlwassertemperatur als weiterer bzw. anderer Parameter zum Einstellen der vorgegebenen Drehzahl  $NE_{th}$  verwendet wird. Genauer gesagt kann eine solche Konfiguration beispielsweise realisiert werden, indem vorab eine vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$ , die einer Ladeeffizienz entspricht, und eine Kühlwassertemperatur in einem Kennfeld oder dergleichen gespeichert wird.

**[0047]** Es sei angemerkt, dass bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform 1  $\theta_{Pmax}$  „einem Signal des Kurbelwinkelsensors zu einem Zeitpunkt, bei welchem ein maximaler Zylinderinnendruck durch den Zylinderinnendrucksensor erfasst wird“ gemäß dem vorstehend beschriebenen ersten Aspekt der Erfindung entspricht. Darüber hinaus wird bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform 1 die „Synchronisierungseinrichtung“ des vorstehend genannten ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung durch die ECU **40** realisiert, welche den Prozess der vorstehend genannten Schritte **100** bis **104** ausführt.

## Ausführungsform 2

### [Merkmale von Ausführungsform 2]

**[0048]** Nachfolgend wird Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung Bezug nehmend auf die **Fig. 7** bis **Fig. 10** beschrieben. Das System aus Ausführungsform 2 kann unter Verwendung der in **Fig. 1** dargestellten Hardware realisiert werden, wobei die ECU **40** die in **Fig. 9** gezeigte Routine ausführt, wie später beschrieben werden wird.

**[0049]** Im System der vorstehend beschriebenen Ausführungsform 1 wird die Beziehung zwischen dem Kurbelwinkelsignal und dem Ist-Kurbelwinkel unter Verwendung eines Erfassungswerts des Zylinderinnendruckensors **34** zu einem Zeitpunkt, zu dem keine Verbrennung ausgeführt wird, korrigiert.

Gleichwohl kann beispielsweise in einem Fall, bei welchem die Brennkraftmaschine von einem Hochlastbetrieb zu einer Kraftstoffabschaltung übergeht, eine Ausgabeabweichung, die durch einen Temperaturabfall oder eine thermische Belastung, die durch eine thermische Ausdehnung oder Kontraktion verursacht wird (nachfolgend vereinfacht als „Ausgabeabweichung“ bezeichnet), einen Erfassungswert überlagern, der erfasst wird, während die Sensortemperatur des Zylinderinnendruckensors **34** sich ändert. **Fig. 7** zeigt eine Ansicht, die eine Differenz im Zylinderinnendruckverhalten darstellt, das vom Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung abhängt. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, steigt bei dem Fall, bei dem die Ausgabeabweichung auftritt, eine Abweichung im Druckverhalten relativ zu einem Fall an, bei welchem die Ausgabeabweichung nicht auftritt. Ein derartiger Fall ist nicht geeignet, um die OTP-Korrektur des Kurbelwinkels durchzuführen, da in diesem Fall  $P_{max}$  nicht genau erfasst werden kann.

**[0050]** Im System der vorliegenden Ausführungsform wird daher eine Konfiguration verwendet, bei welcher nach dem Feststellen des Vorliegens oder Fehlens einer Ausgabeabweichung, das Zylinderinnendruckverhalten, bei welchem keine Ausgabeabweichung auftritt, gewählt wird, und die OTP-Korrektur ausgeführt wird. Insbesondere kann das Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung basierend auf dem Heizwertverhalten zu einem Zeitpunkt, bei dem keine Verbrennung auftritt, bestimmt werden. **Fig. 8** zeigt eine Ansicht, welche das Heizwertverhalten zeigt, das von dem Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung abhängt. Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, ist zu einem Zeitpunkt, bei welchem keine Verbrennung stattfindet und die Ausgabeabweichung nicht auftritt, ein Heizwert  $PV^k$  in einem Bereich in der Nähe von 0, während dagegen der Heizwert über den Bereich in der Nähe von 0 ansteigt, wenn die Ausgabeabweichung auftritt. Dementsprechend ist es möglich, genau zu bestimmen, ob die Ausgabeabweichung vorliegt oder fehlt, indem bestimmt wird, ob der Heizwert (Absolutwert) zu einem Zeitpunkt, bei welchem keine Verbrennung stattfindet, in einem vorgegebenen Bereich liegt.

**[0051]** Somit ist es möglich, die Korrekturgenauigkeit zu erhöhen, indem, nachdem das Vorliegen oder Fehlen einer Ausgabeabweichung festgestellt wurde, die OTP-Korrektur unter Verwendung des Zylinderinnendruckverhaltens während einer Zeitspanne, in welcher keine Ausgabeabweichung auftritt, ausgeführt wird.

### [Genauer Ablauf in Ausführungsform 2]

**[0052]** Nachfolgend wird der genaue Ablauf beschrieben, der im System von Ausführungsform 2 ausgeführt wird. **Fig. 9** ist ein Flussschaubild, das eine Routine zeigt, welche die ECU **40** in Ausführungs-

form 2 der vorliegenden Erfindung ausführt. In der in **Fig. 9** gezeigten Routine bestimmt die ECU **40** zunächst, ob die Verbrennungskraftmaschine **10** eine Verbrennung durchführt oder nicht (Schritt **200**). In diesem Fall wird insbesondere der gleiche Prozess wie bei dem vorstehend beschriebenen Schritt **100** ausgeführt. Wenn die ECU **40** als Ergebnis bestimmt, dass der Zustand keiner ist, bei welchem die Brennkraftmaschine **10** keine Verbrennung ausführt, da eine Anlasswellenform des Zylinderinnendrucks nicht erfasst werden kann, endet die Routine unmittelbar.

**[0053]** Wenn die ECU **40** dagegen im vorstehend genannten Schritt **200** bestimmt, dass die Kraftmaschine keine Verbrennung ausführt, bestimmt die ECU **40**, dass es möglich ist, eine Anlasswellenform des Zylinderinnendrucks zu erfassen, so dass das Verfahren mit dem nächsten Schritt fortführt. Im nächsten Schritt bestimmt die ECU **40**, ob ein Absolutwert des Heizwerts niedriger als ein vorgegebener Wert  $Q_{th}$  ist oder nicht (Schritt **202**). In diesem Fall werden insbesondere Heizwerte sequentiell während einer Zeitspanne vom Verdichtungshub zum Expansionshub berechnet, während die Kraftmaschine keine Verbrennung ausführt, und mit dem vorgegebenen Wert  $Q_{th}$  verglichen. Ein Wert, der vorab als Grenzwert hinterlegt wurde, um zu Bestimmen, ob ein Heizwert zu einem Zeitpunkt bei dem die Verbrennung nicht ausgeführt wird normal ist, wird als vorgegebener Wert  $Q_{th}$  eingelesen.

**[0054]** Wenn als Ergebnis des Prozesses gemäß Schritt **202** bestimmt wird, dass die Bedingung:  $|\text{Heizwert}| < Q_{th}$  nicht erfüllt ist, bestimmt die ECU **40**, dass die OTP-Korrektur nicht durchgeführt werden kann, da eine Ausgabeabweichung auftritt und das Verfahren endet umgehend. Wenn dagegen in dem oben genannten Schritt **202** bestimmt wird, dass die Bedingung:  $|\text{Heizwert}| < Q_{th}$  erfüllt ist, bestimmt die ECU **40**, dass die OTP-Korrektur durchgeführt werden kann, da keine Ausgabeabweichung vorliegt, und das Verfahren fährt mit dem nächsten Schritt fort. Im nächsten Schritt bestimmt die ECU **40**, ob die Maschinendrehzahl größer als die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  ist oder nicht (Schritt **204**). In diesem Fall kann insbesondere derselbe Prozess wie der vorstehend in Zusammenhang mit Schritt **102** Beschriebene verwendet werden. Wenn das Bestimmungsergebnis aus Schritt **204** anzeigt, dass die Bedingung: Drehzahl  $>$  vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  nicht erfüllt ist, bestimmt die ECU **40**, dass der Einfluss einer Ausgabeabweichung, der durch einem Kompressionsverlust verursacht wird, den Zylinderinnendruckerfassungswert überlagert und das Verfahren wird unmittelbar beendet.

**[0055]** Wenn der vorstehend genannte Schritt **204** dagegen ergibt, dass die Bedingung: Drehzahl  $>$  vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  erfüllt ist, bestimmt die ECU **40**, dass der Einfluss einer Ausgabeabweichung der-

art gering ist, dass er vernachlässigt werden kann, und das Verfahren fährt mit dem nächsten Schritt fort. Im nächsten Schritt wird die OTP-Korrektur durchgeführt (Schritt **206**). Nachfolgend wird ein Kurbelwinkelkorrekturwert, der im vorstehend genannten Schritt **206** berechnet wurde, gelernt (Schritt **208**). In diesem Fall kann vorzugsweise der gleiche Prozess wie bei den vorstehend beschriebenen Schritten **104** bis **106** ausgeführt werden.

**[0056]** Wie vorstehend beschrieben ist, wird, gemäß der Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung von Ausführungsform 2, die OTP-Korrektur des Kurbelwinkels in einem Fall ausgeführt, wenn keine Ausgabeabweichung auftritt. Hierdurch ist es möglich, da die Beziehung zwischen dem Erfassungssignal des Zylinderinnendruckensors **34** und einem Messwert des Kurbelwinkels effektiv korrigiert werden kann, den Zylinderinnendruck, der dem Ist-Kurbelwinkel entspricht, genau zu erfassen.

**[0057]** In dieser Beziehung wird, gemäß der vorstehend beschriebenen Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung von Ausführungsform 2, eine Konfiguration verwendet, welche die Kurbelwinkelkorrektur in einem Fall durchführt, bei welcher keine Ausgabeabweichung auftritt. Gleichwohl kann auch eine Konfiguration verwendet werden, bei welcher, die OTP-Korrektur des Kurbelwinkels ausgeführt wird, selbst wenn eine Ausgabeabweichung auftritt, nachdem der Einfluss der Ausgabeabweichung, der das Zylinderinnendruckverhalten überlagert, korrigiert wurde. **Fig. 10** ist eine Ansicht zum Beschreiben eines Verfahrens, welches den Einfluss einer Ausgabeabweichung korrigiert. Es sei angemerkt, dass **Fig. 10A** das  $PV^K$ -Verhalten vor und nach der Korrektur anzeigt und **Fig. 10B** das Zylinderinnendruckverhalten vor und nach der Korrektur anzeigt. Wie in **Fig. 10A** gezeigt ist, wird zunächst der Einfluss einer Ausgabeabweichung basierend auf  $PV^K$  vor der Korrektur korrigiert. Insbesondere wird beispielsweise das Heizwertverhalten zu einem normalen Zeitpunkt vorab gelernt und eine Korrektur wird durchgeführt, so dass der Heizwert  $PV^K$  nach der Korrektur gleich dem gelernten Normalwert wird. Ferner kann das Zylinderinnendruckverhalten nach der Korrektur, das in **Fig. 10B** abgebildet ist, durch Teilen des Heizwerts  $PV^K$  nach der Korrektur durch  $V^K$  berechnet werden. Es sei angemerkt, dass, aufgrund von Variationen im Kühlverlust, die durch Ansammeln von Ablagerungen und dergleichen verursacht werden, das Heizwertverhalten zu einem normalen Zeitpunkt nicht 0 (null) wird. Folglich ist es in diesem Fall notwendig, einen Variationsbetrag bezüglich einer Wellenform eines Grundheizwerts unter Verwendung eines Index für die Ablagerungen oder dergleichen zu lernen, und das Heizwertverhalten zu einem normalen Zeitpunkt auf eine Weise zu lernen, die diese Einflüsse berücksichtigt. Eine Technik zum Korrigieren des Heizwertverhaltens und Umwandeln des Heiz-



wertverhaltens in ein Zylinderinnendruckverhalten ist im Detail beispielsweise in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. JP 2010-236534 A beschrieben, so dass auf eine detaillierte Beschreibung hiervon verzichtet wird.

**[0058]** Obgleich bei der Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung der Ausführungsform 2 die vorstehend beschriebene Konfiguration verwendet wird, welche einen Bezugskurbelwinkel  $\theta_{P_{max}tgt}$  basierend auf der Maschinendrehzahl und dem Maschinenlastfaktor identifiziert, kann der Bezugskurbelwinkel  $\theta_{P_{max}tgt}$  auch unter Verwendung von lediglich der Maschinendrehzahl oder dem Maschinenlastfaktor identifiziert werden. Ferner gibt es eine Tendenz, wonach der Einfluss des Kompressionsverlustes zunimmt, wenn die Kühlwassertemperatur abnimmt. Daher kann auch eine Konfiguration Anwendung finden, bei welcher die Kühlwassertemperatur als weiterer Parameter in der Berechnung zum Identifizieren des Bezugskurbelwinkels  $\theta_{P_{max}tgt}$  abgebildet ist. Genauer gesagt kann eine solche Konfiguration beispielsweise realisiert werden, indem ein Kurbelwinkel  $\theta_{P_{max}tgt}$ , der einer Maschinendrehzahl entspricht, ein Maschinenlastfaktor und eine Kühlwassertemperatur vorab in einem Kennfeld oder dergleichen hinterlegt werden. Hierdurch ist es möglich, den Bezugs- bzw. Referenzkurbelwinkel  $\theta_{P_{max}tgt}$  mit höherer Genauigkeit zu bestimmen.

**[0059]** Zudem wurde, bei der vorstehenden Beschreibung der Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung von Ausführungsform 2, ein Beispiel beschrieben, bei welchem die vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$  basierend auf der Maschinenlast eingestellt wurde. Da es jedoch eine Tendenz gibt, wonach der Einfluss des Kompressionsverlustes zunimmt, wenn die Kühlwassertemperatur abnimmt, kann eine Konfiguration verwendet werden, bei welcher die Kühlwassertemperatur als weiterer bzw. anderer Parameter zum Einstellen der vorgegebenen Drehzahl  $NE_{th}$  abgebildet ist. Genauer gesagt kann eine solche Konfiguration beispielsweise realisiert werden, indem vorab eine vorgegebene Drehzahl  $NE_{th}$ , die einer Ladeeffizienz entspricht, und eine Kühlwassertemperatur in einem Kennfeld oder dergleichen gespeichert wird.

**[0060]** Es sei angemerkt, dass bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform 2 die „Bestimmungseinrichtung“ der vorstehend genannten vierten, fünften und sechsten Aspekte der Erfindung durch die ECU 40 realisiert wird, welche den Prozess gemäß dem vorstehend beschriebenen Schritt 202 ausführt.

## Bezugszeichenliste

10	Brennkraftmaschine
12	Kolben
14	Zylinderkopf
16	Brennkammer
18	Ansaugleitung
20	Auslassleitung
22	Ansaugventil
24	Auslassventil
26	Luftfilter
28	Drosselklappe
30	Zündkerze
32	Kraftstoffeinspritzventil
34	Zylinderinnendrucksensor (CPS)
36	Ansaugventilsteuerzeitpunktsteuervorrichtung (VVT)
40	ECU (elektronische Kontrolleinheit)
42	Kurbelwinkelsensor

## Patentansprüche

1. Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, die einen Zylinderinnendrucksensor umfasst, der in einem vorgegebenen Zylinder der Brennkraftmaschine angeordnet ist, sowie einen Kurbelwinkelsensor, der ein Signal ausgibt, das mit einer Rotation einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine synchronisiert ist, und die einen Zylinderinnendruck bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel erfasst, aufweisend:

eine Synchronisierungseinrichtung, um, wenn eine Maschinendrehzahl zum Zeitpunkt des Anlassens oder zum Zeitpunkt einer Kraftstoffabschaltung der Brennkraftmaschine größer als eine vorgegebene Drehzahl ist, einen Kurbelwinkel mit einem Signal des Kurbelwinkelsensors zu synchronisieren, so dass ein Kurbelwinkel, der mit einem Signal des Kurbelwinkelsensors zu einem Zeitpunkt, bei dem ein maximaler Zylinderinnendruck durch den Zylinderinnendrucksensor erfasst wird, korrespondiert, ein OTP wird.

2. Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei die Synchronisierungseinrichtung eine Einrichtung umfasst, um die vorgegebene Drehzahl auf einen zunehmend größeren Wert einzustellen, wenn die Ladeeffizienz der Brennkraftmaschine zunimmt.

3. Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, weiter aufweisend:

eine Bestimmungseinrichtung, um zu bestimmen, ob eine Ausgabeabweichung in einem Erfassungswert des Zylinderinnendrucksenors auftritt oder nicht; und

eine Beschränkungseinrichtung, um, wenn bestimmt wird, dass die Ausgabeabweichung auftritt, einen Be-

trieb durch die Synchronisierungseinrichtung zu beschränken.

4. Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, weiter aufweisend:

eine Bestimmungseinrichtung, um zu bestimmen, ob eine Ausgabeabweichung in einem Erfassungswert des Zylinderinnendruckensors auftritt oder nicht; und

eine Korrektureinrichtung, um, wenn bestimmt wird, dass die Ausgabeabweichung auftritt, die Ausgabeabweichung zu korrigieren;

wobei die Synchronisierungseinrichtung ein Signal vom Kurbelwinkelsensor zu einem Zeitpunkt erlangt, bei welchem ein maximaler Zylinderinnendruck unter Verwendung eines Zylinderinnendrucks nach der Korrektur durch die Korrektureinrichtung erfasst wird.

5. Zylinderinnendruck-Erfassungsvorrichtung für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Bestimmungseinrichtung eine Einrichtung umfasst, um, wenn ein Absolutwert eines Heizwerts niedriger als ein vorgegebener Wert ist, zu bestimmen, dass die Ausgabeabweichung nicht auftritt.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen



Fig. 2

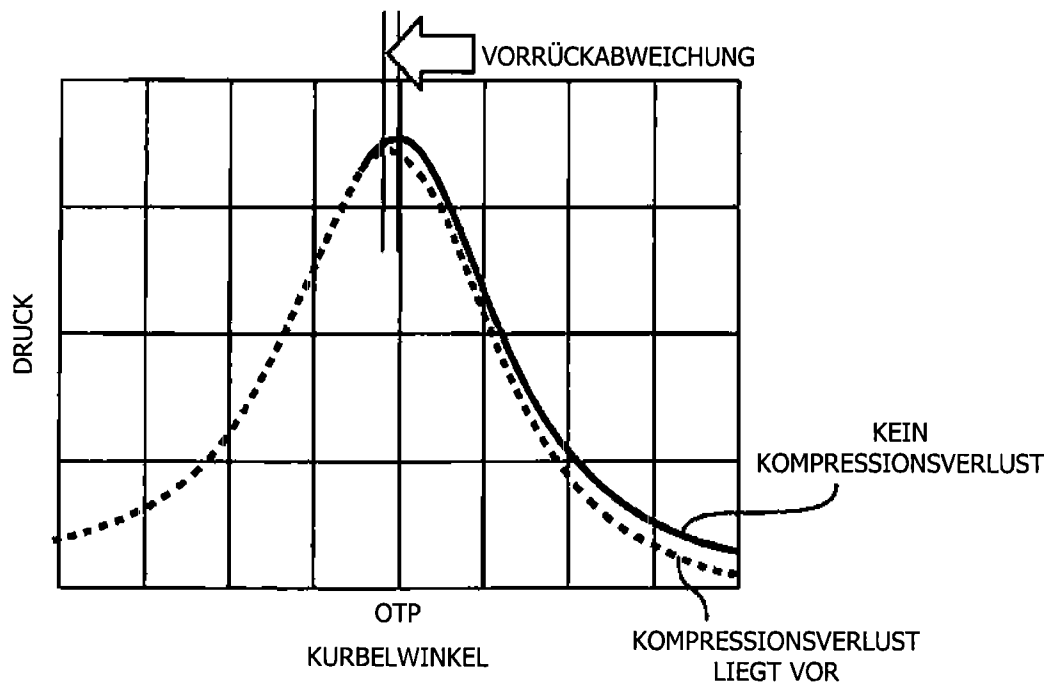


Fig. 3A

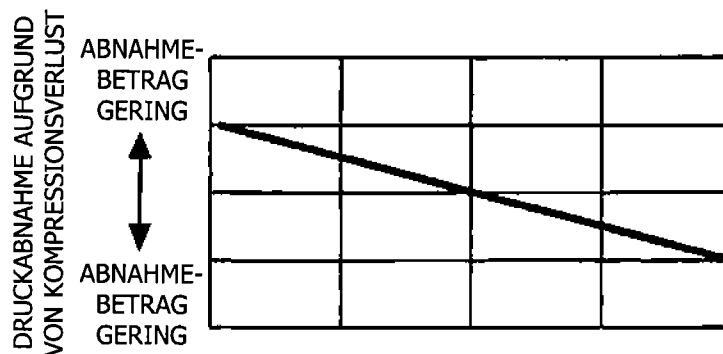
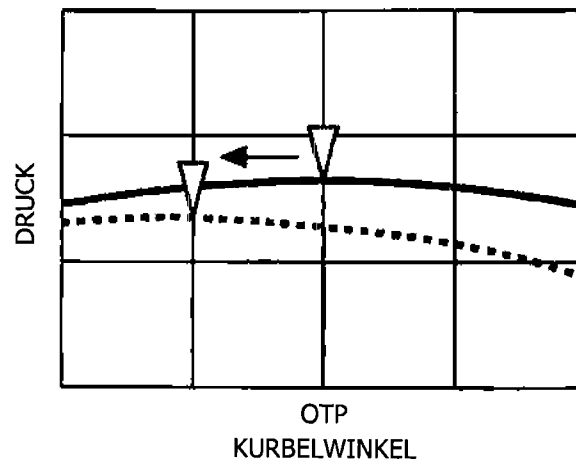
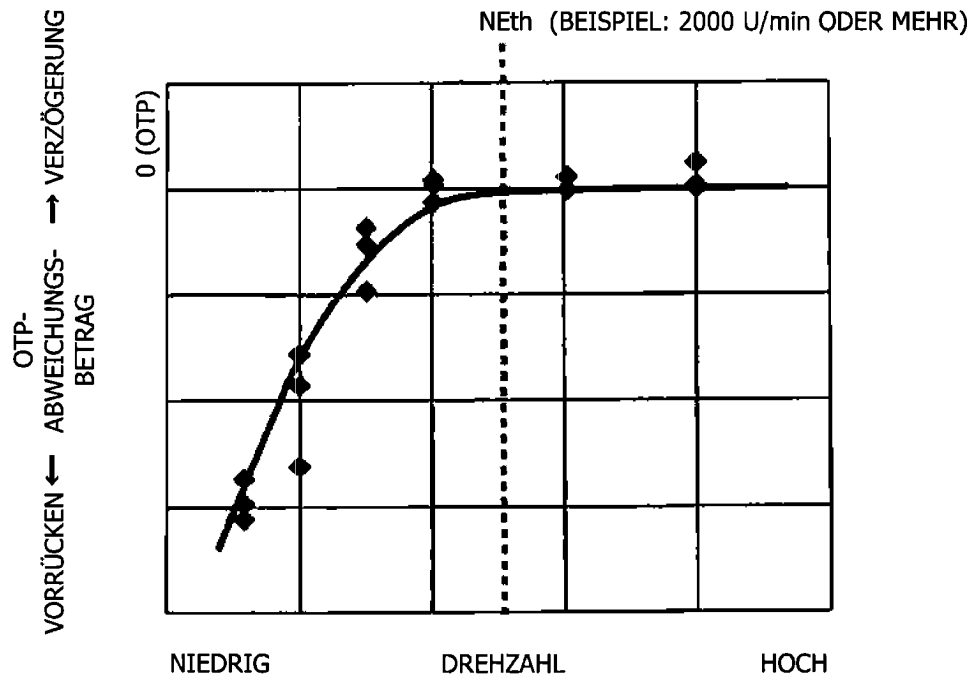


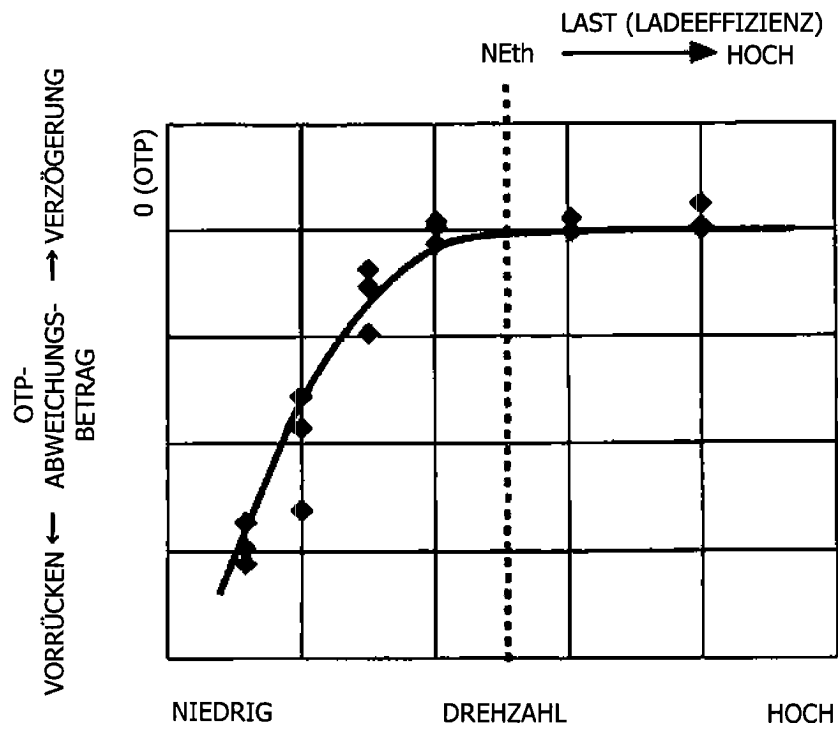
Fig. 3B

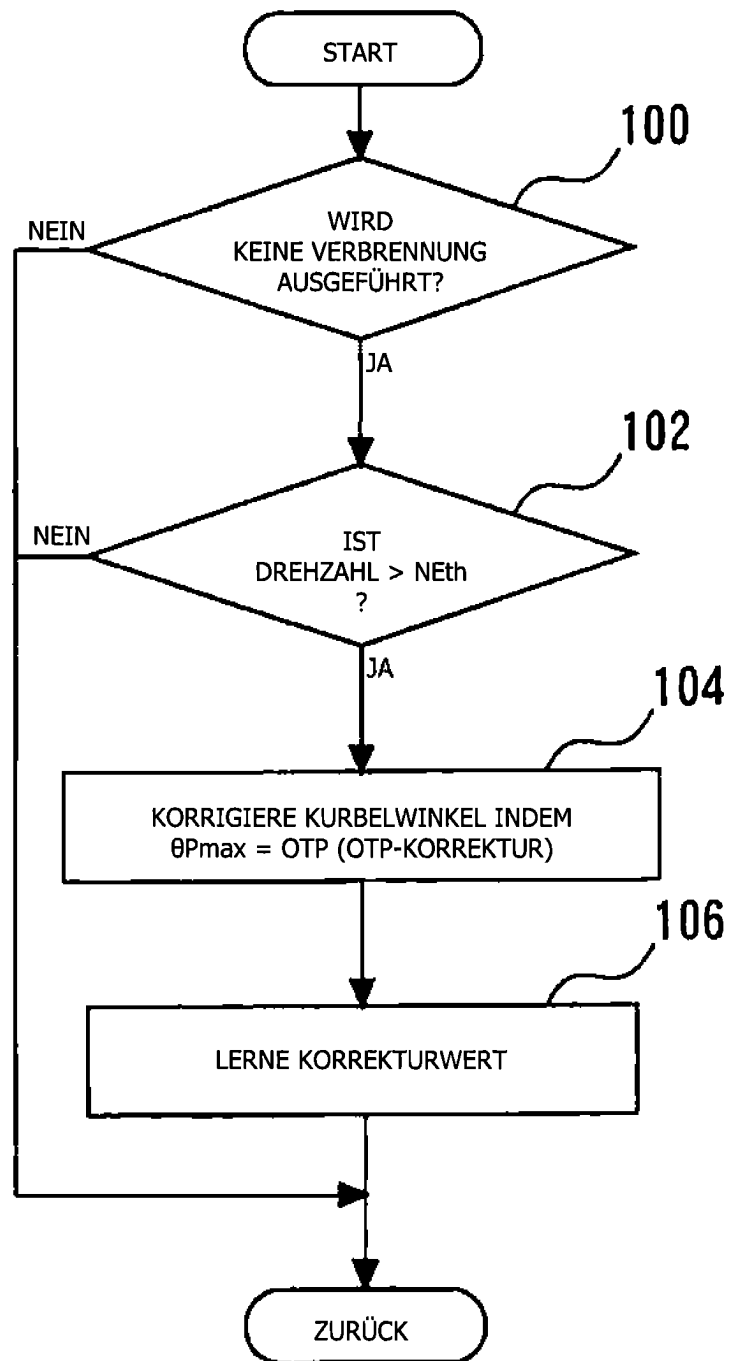


*Fig. 4*

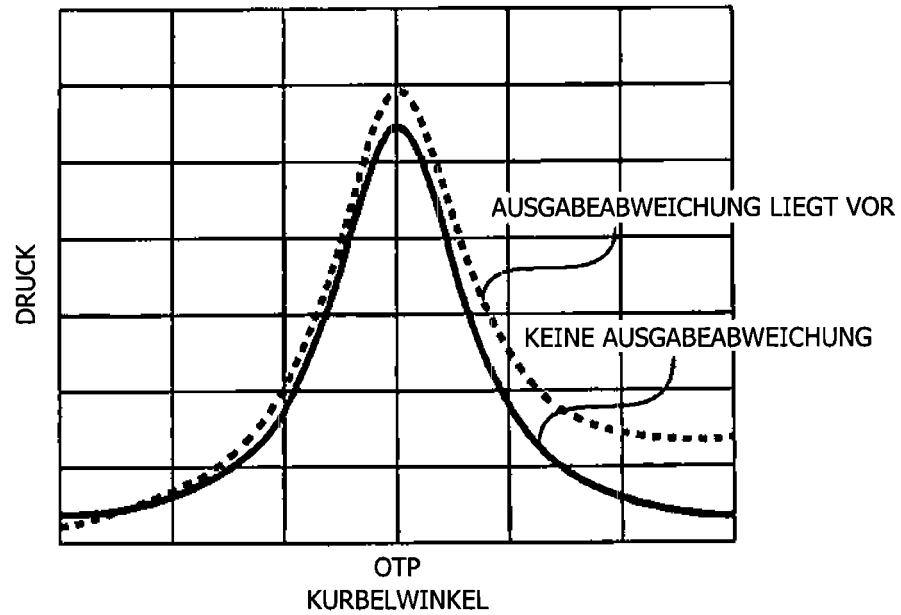


*Fig. 5*

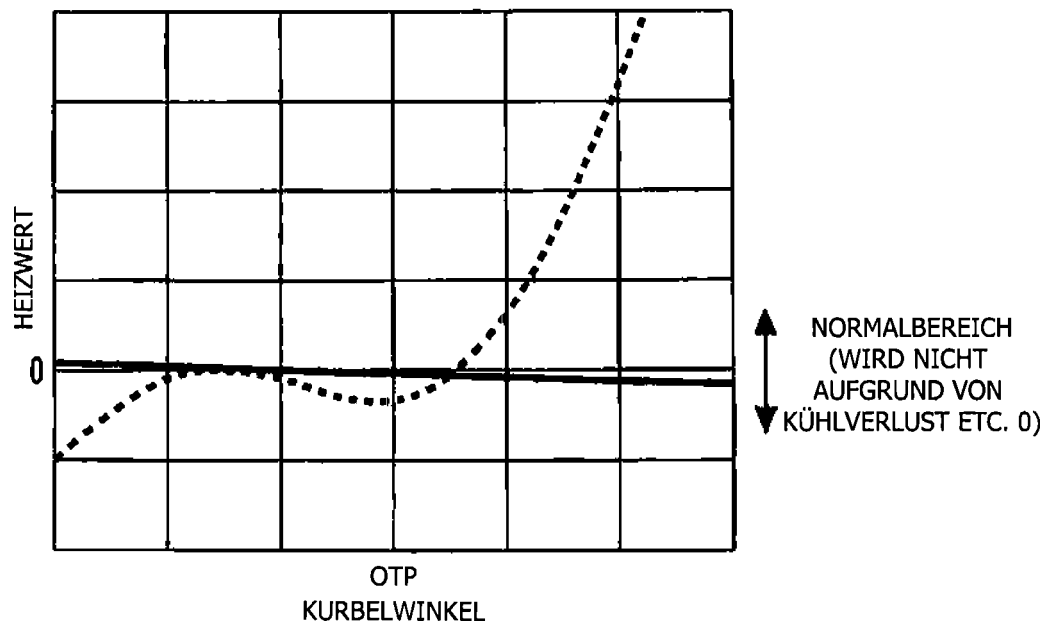


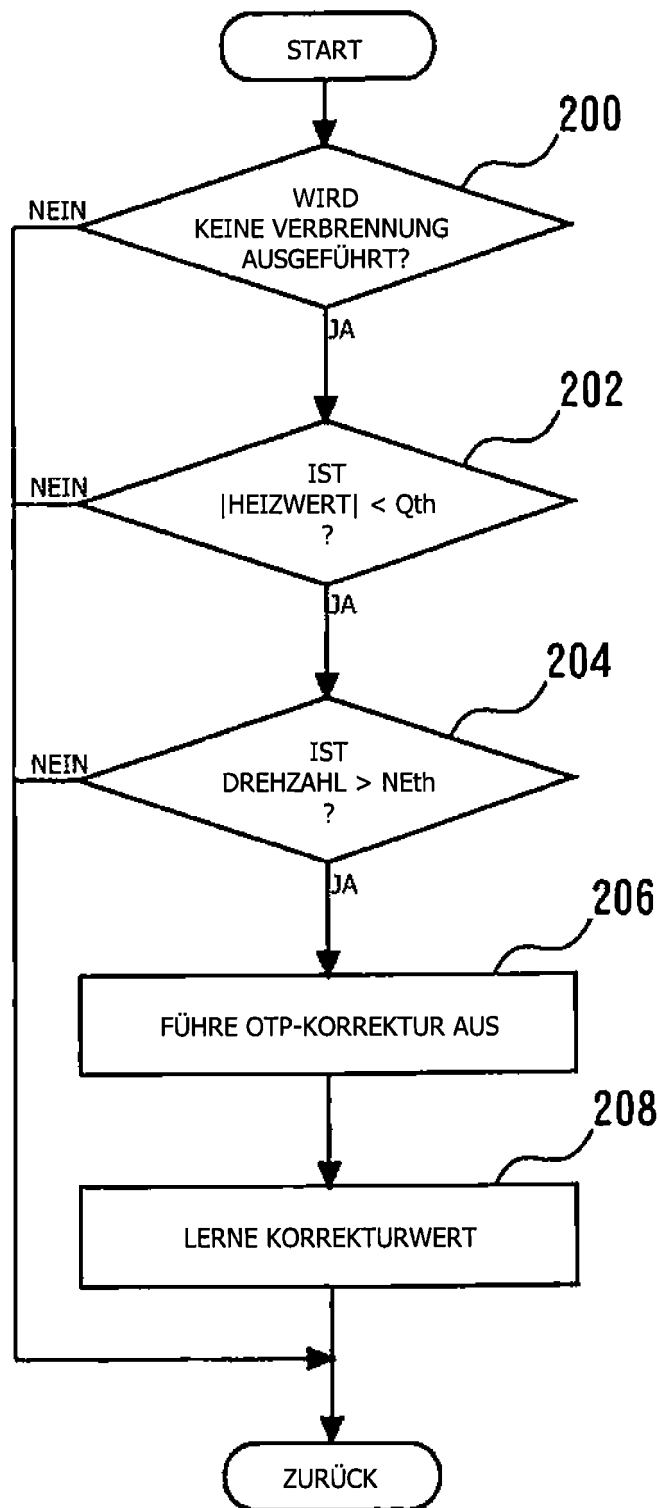
*Fig. 6*

*Fig. 7*



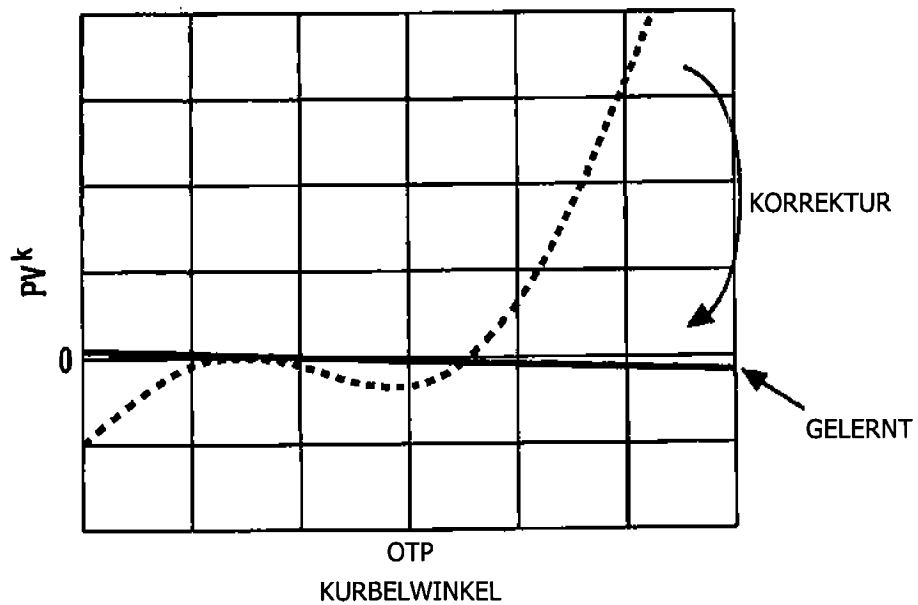
*Fig. 8*



*Fig. 9*



*Fig. 10A*



*Fig. 10B*

