



(10) **DE 11 2009 003 505 T5** 2012.05.24

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2010/062457**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2009 003 505.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2009/058416**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.09.2009**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.06.2010**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.05.2012**

(51) Int Cl.: **F02D 13/02 (2011.01)**
F02D 41/04 (2011.01)
F01L 1/34 (2011.01)
F01L 13/00 (2011.01)

(30) Unionspriorität:
12/292,822 **26.11.2008** **US**

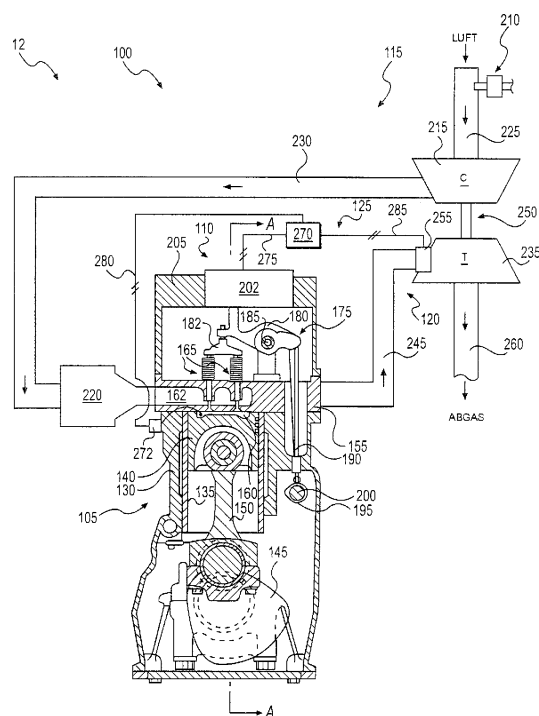
(72) Erfinder:
**Willi, Martin L., Dunlap, III., US; Fiveland, Scott
B., Metamora, III., US; Montgomery, David T.,
Edelstein, III., US; Gong, Weidong, Dunlap, III., US**

(71) Anmelder:
Caterpillar Inc., Peoria, IL, US

(74) Vertreter:
**KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 80687,
München, DE**

(54) Bezeichnung: **Motorsteuerungssystem mit drehzahlbasierter Zeitsteuerung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuerungssystem (125) für einen Motor (105) mit einem Zylinder (135) offenbart, das ein zum Regeln einer Fluidströmung des Zylinders bewegliches Motorventil und einen dem Motorventil zugeordneten Aktor (202) aufweist. Das Steuerungssystem weist auch eine mit dem Aktor in Verbindung stehende Steuerung (270) auf. Die Steuerung ist zum Empfangen eines eine Motordrehzahl angegebenden Signals und zum Vergleichen des Motordrehzahlsignals mit einer Sollmotordrehzahl ausgebildet. Die Steuerung ist auch zum wahlweise Regeln des Aktors zum Anpassen einer Zeitsteuerung des Motorventils zum Steuern der dem Zylinder zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung basierend auf dem Vergleich ausgebildet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Motorsteuerungssystem und genauer auf ein Motorsteuerungssystem mit einer drehzahlbasierten Zeitsteuerung.

Hintergrund

[0002] Verbrennungsmotoren werden häufig für Energieerzeugungsanwendungen verwendet. Diese Motoren können gasgetrieben sein und eine Magerverbrennung realisieren, während der die Luft/Kraftstoffverhältnisse höher als bei herkömmlichen Motoren sind. Beispielsweise können diese Gasmotoren ungefähr 75% mehr Luft zulassen als theoretisch für eine stöchiometrische Verbrennung erforderlich ist. Magerverbrennungsmotoren erhöhen den Kraftstoffwirkungsgrad, da sie zum Verbrennen von weniger Kraftstoff als ein herkömmlicher Motor eine homogene Mischung verwenden und die gleiche Leistungsausgabe erzeugen.

[0003] Obwohl die Verwendung der Magerverbrennung den Wirkungsgrad erhöhen kann, können Gasmotoren von den Schwankungen der Verbrennungsdrücke zwischen den Zylindern des Motors begrenzt werden. Gasmotoren sind üblicherweise Lademotoren mit Vormischung, bei denen Luft und Kraftstoff im Inneren eines Einlassverteilers gemischt werden und dann in eine Brennkammer des Motors gelassen werden. Schwankungen des Verbrennungsdrucks ergeben sich daraus, dass in manche Zylinder mehr Luft/Kraftstoffmischung gelassen wird als in andere Zylinder. Diese ungleichmäßige Verteilung der Luft/Kraftstoffmischung kann zu Nestern der Luft/Kraftstoffmischung führen, die außerhalb des Bereichs der normalen Verbrennung verbrennen, was die Neigung des Motors erhöht, zu klopfen. Die Schwankungen des Verbrennungsdrucks können zu Zylinderdrücken führen, die deutlich höher als die Durchschnittsspitzenzylinderdrücke sind, die üblicherweise im Inneren des Motors beobachtet werden. Und da die deutlich höheren Zylinderdrücke bewirken können, dass der Motor unruhig läuft, ist zum Ausgleichen der Druckschwankungen eine Fehlertoleranz erforderlich. Demzufolge kann es erforderlich sein, dass der Motor zum Ausgleichen der Druckschwankung zwischen den Zylindern auf einem Niveau ausreichend weit unterhalb seiner Belastungsgrenze arbeitet, wodurch die Tragzahl des Motors absinkt. Außerdem können die Druckschwankungen eine Schwankung des Motordrehmoments und der -drehzahl bewirken, die für einige Anwendungen zum Erzeugen von elektrischer Energie unerwünscht sind.

[0004] Ein Ansatz zum Reduzieren der Druckschwankungen im Inneren eines Motors ist in dem

US-Patent Nr. 5,027,769 (dem '769-Patent) beschrieben, das Yoshida et al. erteilt wurde. Das '769-Patent offenbart ein Motorsystem mit einem Lufteinlass. Der Lufteinlass umfasst mehrere Einlasskanäle, wobei jeder Einlasskanal ein Drosselventil aufweist. Das '769-Patent offenbart auch eine Steuervorrichtung und eine Erfassungsvorrichtung zum Erfassen von Unregelmäßigkeiten des Drosselventilbetriebs. Die Steuervorrichtung passt den Betrieb der Drosselventile basierend auf einer Eingabe der Erfassungsvorrichtung an, wodurch eine dem Motor zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung angepasst wird. Durch diese Anpassung kann dem Motor eine geeignete Menge einer Luft/Kraftstoffmischung zugeführt werden, wodurch ein Sollverbrennungsdruck trotz des Auftretens der Unregelmäßigkeiten in einem der mehreren Einlasskanäle beibehalten werden kann.

[0005] Obwohl die Steuervorrichtung des '769-Patents mehrere Drosselventile basierend auf erfassten Daten bezüglich des unregelmäßigen Betriebs steuern kann, kann die Vorrichtung eine Verzögerung zwischen einer Anpassung der Drosselventile und einer entsprechenden Änderung der den Zylindern zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung erfahren. Die Verzögerung kann auftreten, da es eine Zeit wie beispielsweise ungefähr 3–5 Sekunden zwischen einer Anpassung eines Drosselventils und einer entsprechenden Änderung des Verbrennungsdrucks braucht, um im Inneren der Zylinder in Erscheinung zu treten. Die Verzögerung kann das Ansprechen des Motors auf Anpassungen an der Motordrehzahl verringern, was für den Betrieb unerwünscht sein kann.

[0006] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf das Überwinden eines oder mehrerer der obigen Nachteile und/oder Mängel der existierenden Technologie.

Zusammenfassung

[0007] Gemäß einem Aspekt bezieht sich die Offenbarung auf ein Steuerungssystem für einen Motor mit einem Zylinder. Das Steuerungssystem weist ein zum Regeln einer Fluidströmung des Zylinders bewegliches Motorventil und einen dem Motorventil zugeordneten Aktor auf. Das Steuerungssystem weist auch eine mit dem Aktor in Verbindung stehende Steuerung auf. Die Steuerung ist zum Empfangen eines eine Motordrehzahl angegebenden Signals und zum Vergleichen des Motordrehzahlsignals mit einer Sollmotordrehzahl ausgebildet. Die Steuerung ist auch zum wahlweisen Regeln des Aktors zum Anpassen einer Zeitsteuerung des Motorventils zum Steuern einer dem Zylinder zugeführten Luft/Kraftstoffmischung basierend auf dem Vergleich ausgebildet.

[0008] Gemäß einem anderen Aspekt bezieht sich die Offenbarung auf ein Verfahren zum Betreiben eines Motors. Das Verfahren umfasst ein Regeln einer Fluidströmung eines Zylinders des Motors über ein dem Zylinder zugeordnetes Ventil und ein Empfangen eines eine Motordrehzahl angegebendes Signals. Das Verfahren umfasst auch ein Vergleichen des Motordrehzahlsignals mit einer Sollmotordrehzahl und ein wahlweises Regeln einer Zeitsteuerung des Ventils zum Steuern einer dem Zylinder zugeführten Menge einer Luftkraftstoffmischung basierend auf dem Vergleich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] [Fig. 1](#) ist eine bildhafte Darstellung eines beispielhaft offenbarten Generatorsatzes,

[0010] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung eines beispielhaft offenbarten, dem Generatorsatz der [Fig. 1](#) zugeordneten Motorsystems, und

[0011] [Fig. 3](#) ist ein beispielhaft offenbartes, dem Betrieb des Motorsystems der [Fig. 2](#) zugeordnetes Kurvenbild.

Detaillierte Beschreibung

[0012] [Fig. 1](#) stellt einen Generatorsatz (Genset) **10** mit einer zum mechanischen Drehen eines Generators **14**, der einem (nicht gezeigten) externen Verbraucher elektrische Energie zuführt, gekoppelten Antriebsmaschine **12** dar. Der Generator **14** kann beispielsweise ein Wechselstrominduktionsgenerator, ein Permanentmagnetgenerator, ein Wechselstromsynchrongenerator oder ein geschalteter Reluktanzgenerator sein. Bei einer Ausführungsform kann der Generator **14** mehrere (nicht gezeigte) Polpaare aufweisen, wobei jedes Paar drei zum Erzeugen eines Wechselstroms mit einer Frequenz von ungefähr 50 und/oder 60 Hz an einem Umfang eines (nicht gezeigten) Stators angeordnete Phasen aufweist. Die von dem Generator **14** erzeugte elektrische Energie kann für externe Zwecke dem externen Verbraucher zugeführt werden.

[0013] Die Antriebsmaschine **12** kann ein Motorsystem **100** aufweisen, wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Das Motorsystem **100** kann einen Motor **105**, ein variables Ventilbetätigungssystem **110**, ein Einlasssystem **115**, ein Auslasssystem **120** und ein Steuerungssystem **125** aufweisen. Das Einlasssystem **115** kann dem Motor **105** Luft und/oder Kraftstoff zuführen, während das Auslasssystem **120** die Verbrennungsgase aus dem Motor **105** in die Atmosphäre leiten kann. Das variable Ventilbetätigungssystem **110** kann zum Beeinflussen einer Fluidströmung des Motors **105** eine Ventilzeitsteuerung des Motors **105** ändern. Das Steuerungssystem **125** kann einen Betrieb des varia-

bles Ventilbetätigungssystems **110**, des Einlasssystems **115** und/oder des Auslasssystems **120** steuern.

[0014] Der Motor **105** kann ein Viertakt-, -benzin- oder -gasmotor sein. Daher kann der Motor **105** einen mehrere Zylinder **135** (von denen einer in [Fig. 2](#) gezeigt ist) wenigstens teilweise definierenden Motorblock **130** aufweisen. Bei der dargestellten Ausführungsform der [Fig. 1](#) ist der Motor **105** gezeigt, dass er sechs Zylinder **135** aufweist. Man beachte jedoch, dass der Motor **105** eine höhere oder niedrigere Anzahl an Zylindern **135** aufweisen kann und dass die Zylinder **135** in einer „Reihen“-Konfiguration, einer „V“-Konfiguration oder in jeder anderen geeigneten Konfiguration angeordnet sein können.

[0015] Ein Kolben **140** kann im Inneren jedes Zylinders **135** verschiebbar angeordnet sein, so dass er sich während eines Einlasstaktes, eines Verdichtungstaktes, eines Verbrennungs- oder Arbeitstaktes und eines Auslasstaktes zwischen einer oberen Totpunkt-(TDC)-Stellung und einer unteren Totpunkt-(BDC)-Stellung hin- und herbewegt. Unter Rückkehr zur [Fig. 2](#) können die Kolben **140** über mehrere Pleuelstangen **150** mit einer Pleuelstange **145** wirkverbunden sein. Die Pleuelstange **145** kann im Inneren des Motorblocks **130** drehbar angeordnet sein und die Pleuelstangen **150** können jeden Kolben **140** mit der Pleuelstange **145** verbinden, so dass eine Hin- und Herbewegung jedes Kolbens **140** zu einer Drehung der Pleuelstange **145** führt. Ähnlich kann eine Drehung der Pleuelstange **145** zu einer Verschiebebewegung jedes Kolbens **140** zwischen der TDC- und der BDC-Stellung führen. Wie in dem unteren Bereich des Kurvenbilds der [Fig. 3](#) gezeigt ist, kann sich der Kolben **140** zum Ansaugen von Luft und/oder Kraftstoff in den jeweiligen Zylinder **135** während des Einlasstaktes aus der TDC-Stellung (ein Pleuelwinkel von ungefähr 0 Grad) in die BDC-Stellung (ein Pleuelwinkel von ungefähr 180 Grad) bewegen. Der Kolben **140** kann dann in die TDC-Stellung (ein Pleuelwinkel von ungefähr 360 Grad) zurückkehren, wodurch während des Verdichtungstaktes die Luftkraftstoffmischung verdichtet wird. Die verdichtete Luft/Kraftstoffmischung kann sich entzünden, was bewirkt, dass sich der Kolben **140** während des Arbeitstaktes zurück in die BDC-Stellung (ein Pleuelwinkel von ungefähr 540 Grad) bewegt. Der Kolben **140** kann dann zum Herausdrücken des Abgases aus dem Zylinder **135** während des Auslasstaktes in die TDC-Stellung (ein Pleuelwinkel von ungefähr 720 Grad) zurückkehren.

[0016] Ein oder mehrere Zylinderköpfe **155** können zum Bilden mehrerer Brennkammern **160** mit dem Motorblock **130** verbunden sein. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, kann der Zylinderkopf **155** mehrere integral in diesem ausgebildete Einlasskanäle **162** und Auslasskanäle **163** aufweisen. Ein oder mehrere Einlassventile **165** können jedem Zylinder **135** zugeordnet sein

und zum wahlweisen Verhindern einer Strömung zwischen den Einlasskanälen **162** und den Brennkammern **160** beweglich sein. Es können auch ein oder mehrere Auslassventile **170** jedem Zylinder **135** zugeordnet sein und zum wahlweisen Verhindern einer Strömung zwischen den Brennkammern **160** und den Auslasskanälen **163** beweglich sein. Zusätzliche Motorbauteile können in dem Zylinderkopf **155** angeordnet sein, wie beispielsweise mehrere Zündkerzen **172**, die eine Luft/Kraftstoffmischung in den Brennkammern **160** entzünden.

[0017] Der Motor **105** kann mehrere Ventilbetätigungsanordnungen **175** aufweisen, die die Bewegung der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** beeinflussen, um dazu beizutragen, ein Motorklopfen zu minimieren. Jeder Zylinder **135** kann eine zugeordnete Ventilbetätigungsanordnung **175** aufweisen. Unter Rückkehr zur [Fig. 2](#) kann jede Ventilbetätigungsanordnung **175** einen Kipphebel **180** aufweisen, der zum Bewegen eines Paares Einlassventile **165** über eine Brücke **182** verbunden ist. Der Kipphebel **180** kann an dem Zylinderkopf **155** an einem Drehpunkt **185** montiert sein und mittels eines Stößels **190** mit einer drehbaren Nockenwelle **200** verbunden sein. Die Nockenwelle **200** kann von der Kurbelwelle **145** wirkantrieben sein und kann mehrere Nocken **195** aufweisen, die die Stößel **190** berühren und bewegen.

[0018] Wenn sich die Kolben **140** während der vier Takte des Verbrennungszyklus bewegen (d. h. Einlassen, Verdichten, Arbeiten und Auslassen), kann die Kurbelwelle **145** zum Bewegen der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** jede Ventilbetätigungsanordnung **175** zyklisch antreiben. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, kann die Ventilbetätigungsanordnung **175** bewirken, dass die Einlassventile **165** während des Einlasstaktes des Kolbens **140** öffnen. Eine Betätigung der Einlassventile **165** kann allgemein dem in dem oberen Bereich des Kurvenbilds der [Fig. 3](#) gezeigten Profil **201** folgen. Das Einlassventil **165** kann während des Einlasstaktes beispielsweise bei einem Kurbelwinkel von ungefähr 690° bis ungefähr 0° öffnen und kann bei einem Kurbelwinkel von ungefähr 210° schließen. Die Einlassventile **165** können aus einer geschlossenen Stellung in eine maximal offene Stellung, während der die Luft/Kraftstoffmischung in die Brennkammer **160** gelassen werden kann, verstellt werden.

[0019] Ein Ändern eines Schließens des Einlassventils **165** kann eine Menge einer eingeschlossenen Masse, die im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossen sein kann, und/oder einen Verbrennungsdruck des Zylinders **135** verändern. Wie durch eine Kurvenschar **207** in [Fig. 3](#) gezeigt ist, kann ein Schließen des Einlassventils **165** während des Einlass- und/oder des Verdichtungstaktes um jede geeignete Größe wahlweise geändert werden. Wenn das Ein-

lassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **207** geschlossen wird, kann das Einlassventil **165** wahlweise vorverstellt und/oder spätverstellt werden. Wenn das Einlassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **207** vorverstellt wird (d. h. das Schließen wird angepasst, dass es von dem Profil **201** weiter weg ist), kann weniger Luft/Kraftstoffmischung im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossen werden, was zu einer Abnahme der Druckanstiegsgeschwindigkeit und/oder der Druckgröße im Inneren des Zylinders **135** führt. Wenn das Einlassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **207** spätverstellt wird (d. h. das Schließen wird in Richtung zu dem Profil **201** angepasst), kann mehr Luft/Kraftstoffmischung im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossen werden, was zu einem Anstieg der Druckanstiegsgeschwindigkeit und/oder der Druckgröße im Inneren des Zylinders **135** führt. Das Einlassventil **165** kann auch während des Einlass- und/oder des Verdichtungstaktes um jede geeignete Größe innerhalb der Kurvenschar **209**, die in [Fig. 3](#) gezeigt ist, wahlweise verändert werden. Wenn das Einlassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **209** geschlossen wird, kann das Schließen wahlweise vorverstellt und/oder spätverstellt werden. Wenn das Einlassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **209** spätverstellt wird (d. h. das Schließen wird angepasst, dass es von dem Profil **201** weiter weg ist), kann weniger Luft/Kraftstoffmischung im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossen werden, was zu einer Abnahme der Druckanstiegsgeschwindigkeit und/oder der Druckgröße im Inneren des Zylinders **135** führt. Wenn das Einlassventil **165** innerhalb der Kurvenschar **209** vorverstellt wird (d. h. das Schließen wird in Richtung zu dem Profil **201** angepasst), kann mehr Luft/Kraftstoffmischung im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossen werden, was zu einer Zunahme der Druckanstiegsgeschwindigkeit und/oder der Druckgröße im Inneren des Zylinders **135** führt.

[0020] Ein Ändern des Schließens der Einlassventile **165** kann ähnlich einem Drosselventil eine Motordrehzahl und -drehmoment des Motors **105** beeinflussen, aber mit einem schnelleren Ansprechen als ein Drosselventil. Wenn beispielsweise das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **207** vorverstellt wird oder innerhalb der Kurvenschar **209** spätverstellt wird, kann die Menge der im Inneren der Zylinder **135** eingeschlossenen Masse abnehmen (d. h. die Menge der den Zylindern **135** zugeführten Luft/Kraftstoffmischung kann verringert werden), was einen ähnlichen Effekt wie ein Verkleinern einer Öffnung eines Drosselventils auf die Zylinder **135** hat, aber mit einer schnelleren Ansprechzeit. Das Schließen des Einlassventils **165** kann dadurch weg von einem Profil des Einlassventils **165** mit einer Zeitsteuerung, die nicht verändert wurde, angepasst werden (d. h. weg von dem nicht angepassten Profil **201**), wenn die Motordrehzahl höher als erwünscht ist. Da die Menge der den Zylindern **135** zugeführten

Luft/Kraftstoffmischung über die Einlassventile **165** verringert wird, kann es eine unverzügliche Abnahme der Motordrehzahl des Motors **105** geben. Eine Drehzahl des Motors **105** kann dadurch im Wesentlichen unverzüglich verringert werden.

[0021] Im Gegensatz dazu kann, wenn das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **207** spätverstellt wird oder innerhalb der Kurvenschar **209** vorverstellt wird, die Menge der im Inneren der Zylinder **135** eingeschlossenen Masse zunehmen (d. h. die Menge der den Zylindern **135** zugeführten Luft/Kraftstoffmischung kann erhöht werden), was einen ähnlichen Effekt wie ein Vergrößern einer Öffnung eines Drosselventils auf die Zylinder **135** hat, aber mit einer schnelleren Ansprechzeit. Das Schließen des Einlassventils **165** kann dadurch in Richtung zu einem Profil des Einlassventils **165** mit einer Zeitsteuerung, die nicht verändert wurde, angepasst werden (d. h. in Richtung zu dem nicht angepassten Profil **201**), wenn die Motordrehzahl des Motors **105** niedriger als erwünscht ist. Da die Menge der den Zylindern **135** zugeführten Luft/Kraftstoffmischung über die Einlassventile **165** erhöht wird, kann es eine unverzügliche Zunahme der Motordrehzahl des Motors **105** geben. Eine Motordrehzahl des Motors **105** kann dadurch im Wesentlichen unverzüglich erhöht werden.

[0022] Man beachte, dass ein Öffnen des Auslassventils **170** zusätzlich oder alternativ vorverstellt oder spätverstellt werden kann. Wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, kann ein Öffnen des Auslassventils **170** während Teilen des Verdichtungs- und/oder Arbeitstaktes wahlweise vorverstellt oder zusätzlich geöffnet werden. Da während des Verdichtungs- und/oder Arbeitstaktes mehr Luft/Kraftstoffmischung aus dem Zylinder **135** entweichen kann, wenn das Öffnen des Auslassventils **170** vorverstellt wird, oder während eines zusätzlichen Öffnens, kann die Menge der im Inneren des Zylinders **135** eingeschlossenen Masse abnehmen. Das Öffnen des Auslassventils **170** kann auch während Teilen des Verdichtungs- und/oder Arbeitstaktes wahlweise spätverstellt werden. Da weniger Luft/Kraftstoffmischung aus dem Zylinder **135** entweichen kann, wenn das Öffnen des Auslassventils **170** spätverstellt wird, kann die Menge der im Inneren des Zylinder **135** eingeschlossenen Masse ansteigen.

[0023] Das variable Ventilbetätigungssystem **110** kann mehrere variable Ventilbetätigungsvorrichtungen **202** aufweisen, die zum Anpassen der Zeitsteuerungen der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** ausgebildet sind, um die Motordrehzahl und das Drehmoment anzupassen. Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, kann die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** an einem Ventilgehäuse **205** des Motors **105** angebracht sein und/oder von diesem umgeben sein. Jeder Zylinder **135** kann eine zu-

geordnete variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** aufweisen. Die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** kann wahlweise eine Öffnungszeitsteuerung, eine Schließzeitsteuerung und/oder eine Hubgröße der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** anpassen. Die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** kann jede geeignete Vorrichtung zum Verändern einer Ventilzeitsteuerung sein, wie beispielsweise eine hydraulische, pneumatische oder mechanische Vorrichtung.

[0024] Bei einem Beispiel kann die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** zum wahlweisen Trennen einer Bewegung des Einlass- und/oder des Auslassventils **165**, **170** von einer Bewegung des Kipphebels **180** mit dem Kipphebel **180**, dem Einlassventil **165** und/oder dem Auslassventil **170** wirkverbunden sein. Beispielsweise kann die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** zum Zuführen von Hydraulikfluid bei beispielsweise einem niedrigen oder hohen Druck in einer Weise, dass sie gegen das Schließen des Einlassventils **165** Widerstand leistet, wahlweise betrieben werden. D. h., nachdem die Ventilbetätigungsanordnung **175** das Einlassventil **165** und/oder das Auslassventil **170** nicht länger offen hält, kann das Hydraulikfluid in der variablen Ventilbetätigungsvorrichtung **202** das Einlassventil **165** und/oder das Auslassventil **170** für einen gewünschten Zeitraum offen halten. Ähnlich kann das Hydraulikfluid zum Vorstellen eines Schließens des Einlassventils **165** und/oder des Auslassventils **170** verwendet werden, so dass das Einlassventil **165** und/oder das Auslassventil **170** früher als die von der Ventilbetätigungsanordnung **175** beeinflusste Zeitsteuerung schließt. Alternativ kann das Einlass- und/oder Auslassventil **165**, **170** lediglich von der variablen Ventilbetätigungsvorrichtung **202** ohne die Verwendung von Nocken und/oder Kipphebeln bewegt werden, falls erwünscht.

[0025] Die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** kann während der verschiedenen Takte des Motors **105** wahlweise ein Schließen des Einlass- und/oder des Auslassventils **165**, **170** vorverstellen oder spätverstellen. Das Einlassventil **165** kann beispielsweise bei einem Kurbelwinkel zwischen ungefähr 180° und ungefähr 210° früh geschlossen werden. Das Steuerungssystem **125** kann auch die variable Ventilbetätigungsvorrichtung **202** zum Spätverstellen eines Schließens des Einlassventils **165** steuern. Das Einlassventil **165** kann beispielsweise bei einem Kurbelwinkel zwischen ungefähr 210° und ungefähr 300° geschlossen werden. Das Auslassventil **170** kann verändert werden, dass es bei einem Kurbelwinkel zwischen ungefähr 510° und ungefähr 570° öffnet, und kann verändert werden, dass es bei einem Kurbelwinkel zwischen ungefähr 700° und ungefähr 60° schließt. Das Auslassventil **170** kann auch bei einem Kurbelwinkel von ungefähr 330° geöffnet werden und kann bei einem Kurbelwinkel von ungefähr 390° geschlossen werden. Das Steuerungssystem

125 kann jede variable Ventilbetätigungsverrichtung **202** zum Verändern der Ventilzeitsteuerung jedes Zylinders **135** unabhängig von der Ventilzeitsteuerung der anderen Zylinder **135** steuern. Das Steuerungssystem **125** kann dadurch unabhängig ein Drosseln jedes Zylinders **135** durch lediglich Verändern einer Zeitsteuerung der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** steuern.

[0026] Unter Rückkehr zur [Fig. 2](#) kann das Einlasssystem **115** Luft und/oder Kraftstoff in die Brennkammern **160** leiten und kann einen einzigen Kraftstoffinjektor **210**, einen Verdichter **215** und einen Einlassverteiler **220** aufweisen. Der Verdichter **215** kann eine Luft/Kraftstoffmischung aus dem Kraftstoffinjektor **210** verdichten und dem Einlassverteiler **220** zuführen.

[0027] Der Verdichter **215** kann über eine Leitung **225** Umgebungsluft in das Einlasssystem **115** saugen, die Luft verdichten und die verdichtete Luft über eine Leitung **230** dem Einlassverteiler **220** zuführen. Diese Zufuhr der verdichteten Luft kann dazu beitragen, eine natürliche Begrenzung von Verbrennungsmotoren durch Beseitigen eines Bereichs niedrigen Drucks im Inneren der Zylinder **135**, das von einem Hub der Kolben **140** nach unten erzeugt wird, zu überwinden. Daher kann der Verdichter **215** den volumetrischen Wirkungsgrad im Inneren der Zylinder **135** erhöhen, was ermöglicht, dass mehr Luftkraftstoffmischung verbrannt wird, was zu einer größeren Leistungsausgabe von dem Motor **105** führt. Man beachte, dass dem Verdichter **215** zum weiteren Erhöhen der Dichte der Luft/Kraftstoffmischung ein Kühler zugeordnet werden kann, falls erwünscht.

[0028] Der Kraftstoffinjektor **210** kann zum Bilden einer Luft/Kraftstoffmischung Kraftstoff bei einem niedrigen Druck in die Leitung **225** stromaufwärts des Verdichters **215** einspritzen. Der Kraftstoffinjektor **210** kann zum im Wesentlichen Erreichen eines gewünschten Luft-zu-Kraftstoff-Verhältnisses der Luft/Kraftstoffmischung wahlweise von dem Steuerungssystem **125** zum Einspritzen einer Kraftstoffmenge gesteuert werden. Die variable Ventilbetätigungsverrichtung **202** kann zum Steuern einer den Zylindern **135** zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung eine Zeitsteuerung der Einlassventile **165** und/oder der Auslassventile **170** steuern.

[0029] Das Auslasssystem **120** kann Abgase aus dem Motor **105** in die Atmosphäre leiten. Das Auslasssystem **120** kann eine über eine Leitung **245** mit den Auslasskanälen **163** des Zylinderkopfs **155** verbundene Turbine **235** aufweisen. Das durch die Turbine **235** strömende Abgas kann bewirken, dass sich die Turbine **235** dreht. Die Turbine **235** kann dann diese mechanische Energie auf den Antriebsverdichter **215** übertragen, wobei der Verdichter **215** und die Turbine **235** einen Turbolader **250** bilden. Bei einer

Ausführungsform kann die Turbine **235** eine variable Geometrieordnung **255** aufweisen, wie beispielsweise positionsveränderliche Schaufeln oder einen beweglichen Düsenring. Die variable Geometrieordnung **255** kann zum Beeinflussen des Drucks der von dem Verdichter **215** dem Einlassverteiler **220** zugeführten Luft/Kraftstoffmischung angepasst werden. Die Turbine **235** kann über eine Leitung **260** mit einem Abgasauslass verbunden sein. Man beachte, dass der Turbolader **250** durch jedes andere geeignete, im Stand der Technik bekannte Zwangansaugsystem ersetzt werden kann, wie beispielsweise einen Lader, falls erwünscht.

[0030] Das Steuerungssystem **125** kann eine zum Steuern der Funktion der verschiedenen Bauteile des Motorsystems **100** als Antwort auf eine Eingabe von einem oder mehreren Sensoren **272** ausgebildete Steuerung **270** aufweisen. Die Sensoren **272** können Motorparameter messen, wie beispielsweise Motorleistung, -drehmoment und -drehzahl. Die Motordrehzahl kann durch jedes im Stand der Technik bekannte Verfahren gemessen werden, wie beispielsweise durch mechanisches Messen einer Drehung von einem oder mehreren Motorbauteilen. Die Sensoren **272** können auch zum Überwachen eines einen Druck im Inneren der Zylinder **135** angehenden Motorparameters ausgebildet sein (d. h. Robustheit, Druck und/oder Temperatur eines Verbrennungsergebnisses).

[0031] Basierend auf den Signalen, kann die Steuerung **270** einen Motorparameter, wie beispielsweise eine Motordrehzahl des Motors **105**, ermitteln. Die Steuerung **270** kann die Motordrehzahlensignale mit einer Sollmotordrehzahl vergleichen. Die Sollmotordrehzahl kann ein vorbestimmter Wert sein, wie beispielsweise ein auf einem Motorkennfeld des Motors **105** und/oder einer Bedieneingabe basierender Wert. Die Sollwerte können in einem Kennfeld der Steuerung **270** gespeichert werden. Basierend auf dem Vergleich der gemessenen Motordrehzahl mit der Sollmotordrehzahl kann die Steuerung **270** Anpassungen an den Zeitsteuerungen der Ventile **165**, **170** vornehmen.

[0032] Die Sollmotordrehzahl kann so ermittelt werden, dass eine konstante Drehzahl und Belastungsantwort während eines Betriebs des Genset **10** beibehalten wird. Beispielsweise kann die Sollmotordrehzahl derart sein, dass eine lückenlose Motordrehzahlsteuerung während einer Energieerzeugung durch den Genset **10** beibehalten wird. Falls eine Motordrehzahl erfasst wird, die von der Sollmotordrehzahl abweicht, kann das Steuerungssystem **125** Anpassungen an den Zeitsteuerungen der Ventile **165**, **170** zum Beibehalten der Sollmotordrehzahl vornehmen (d. h. zum Konstanthalten der Drehzahl während der Energieerzeugung).

[0033] Die Steuerung **270** kann jede im Stand der Technik für automatische Maschinenprozesse bekannte programmierbare Logiksteuerung sein, wie beispielsweise ein Schalter, eine Prozesslogiksteuerung oder ein digitaler Schaltkreis. Die Steuerung **270** kann zum Steuern der verschiedenen Bauteile des Motorsystems **100** dienen. Die Steuerung **270** kann über mehrere elektrische Leitungen **275** mit den mehreren variablen Ventilbetätigungsverrichtungen **202** elektrisch verbunden sein. Die Steuerung **270** kann auch über mehrere elektrische Leitungen **280** mit den mehreren Sensoren **272** elektrisch verbunden sein. Die Steuerung **270** kann über eine elektrische Leitung **285** mit der variablen Geometrieordnung **255** elektrisch verbunden sein. Man beachte auch, dass die Steuerung **270** mit zusätzlichen Bauteilen und Sensoren des Motorsystems **100** elektrisch verbunden sein kann, wie beispielsweise einem Aktor des Kraftstoffinjektors **210**, falls erwünscht.

[0034] Die Steuerung **270** kann Eingabeaufforderungen aufweisen, die es erlauben, die Signale von den verschiedenen Bauteilen des Motorsystems **100** zu überwachen, wie beispielsweise Sensoren **272**. Die Steuerung **270** kann sich auf eine digitale oder analoge Verarbeitung der von den verschiedenen Bauteilen des Motorsystems **100** empfangenen Eingabe stützen, wie beispielsweise den Sensoren **272** und einer Bedienerschnittstelle. Die Steuerung **270** kann die Eingabe zum Erzeugen einer Ausgabe zum Steuern des Motorsystems **100** verwenden. Die Steuerung **270** kann Ausgabeaufforderungen aufweisen, die es erlauben, Ausgabebefehle an die verschiedenen Bauteile des Motorsystems **100** zu senden, wie beispielsweise an die variablen Ventilbetätigungsverrichtungen **202**, die variable Geometrieordnung **255**, den Kraftstoffinjektor **210** und/oder eine Bedienerschnittstelle.

[0035] Die Steuerung **270** kann in einem Speicher ein oder mehrere Motorkennfelder und/oder Algorithmen gespeichert haben. Die Steuerung **270** kann ein oder mehrere in einem internen Speicher gespeicherte Kennfelder aufweisen und kann zum Ermitteln einer erforderlichen Änderung des Motorbetriebs, einer Modifikation eines zum Beeinflussen der erforderlichen Änderung des Motorbetriebs erforderlichen Motorparameters (z. B. Motordrehzahl oder -drehmoment) und/oder einer Kapazität des Motors **105** für die Modifikation auf diese Kennfelder Bezug nehmen. Jedes dieser Kennfelder kann eine Datensammlung in Form von Tabellen, Kurven und/oder Gleichungen aufweisen.

[0036] Die Steuerung **270** kann in dem Speicher dem Ermitteln der erforderlichen Änderungen des Motorbetriebs basierend auf einem Motorparameter, wie beispielsweise einer Motordrehzahl, zugeordnete Algorithmen aufweisen. Beispielsweise kann die Steuerung **270** einen Algorithmus aufweisen, der ei-

ne statistische Analyse der Motordrehzahl des Motors **105** von Verbrennungszyklus zu Verbrennungszyklus durchführt. Basierend auf der von den Sensoren **272** empfangenen Eingabe kann der Algorithmus Informationen ermitteln, wie beispielsweise Motordrehzahldurchschnitte oder statistische Abweichungen der Motordrehzahl.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0037] Das offenbarte Motorsteuerungssystem kann bei jeder Maschine mit einem Verbrennungsmotor verwendet werden, bei der ein gleichmäßiger Betrieb derselben erforderlich ist. Beispielsweise kann das Motorsteuerungssystem insbesondere bei Gasmotoren anwendbar sein, die bei Anwendungen zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet werden. Der Betrieb des Genset **10** wird nun beschrieben.

[0038] Während normaler Verbrennungseignisse können sich die Kolben **140** während der vier Takte des Verbrennungszyklus bewegen. Die Bewegung der Kolben **140** kann über die Ventilbetätigungsanordnung **175** die Betätigung der Einlassventile **165** und der Auslassventile **170** antreiben.

[0039] Wenn die Steuerung **270** Signale empfängt, die eine Motordrehzahl angeben, die höher als eine Sollmotordrehzahl ist, kann die Ventilzeitsteuerung des Einlassventils **165** zum im Wesentlichen unverzüglichen Verringern einer den Zylindern **135** zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung angepasst werden. Die Steuerung **270** kann die Motordrehzahlsignale mit der Sollmotordrehzahl vergleichen und ermitteln, dass die den Zylindern **135** zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung verringert werden muss. Die Steuerung **270** kann das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **207** vorverstellen oder das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **209** spätverstellen. Dies kann die Menge der im Inneren der Zylinder **135** eingeschlossenen Masse verringern, was den Effekt des Verkleinerns einer Öffnung eines Drosselventils auf die Zylinder **135** hat, aber mit einem schnelleren Ansprechen als ein Drosselventil. Das Schließen des Einlassventils **165** kann dadurch weg von einem Profil des Einlassventils **165** mit einer Zeitsteuerung, die nicht verändert wurde, angepasst werden (d. h. weg von einem nicht angepassten Profil **201**). Da eine den Zylindern **135** zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung verringert wird, kann es eine unverzügliche Abnahme der Motordrehzahl des Motors **105** geben. Die Steuerung **270** kann dadurch zum Steuern einer den Zylindern **135** zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung eine Ventilzeitsteuerung anpassen.

[0040] Wenn die Steuerung **270** Signale empfängt, die eine Motordrehzahl angeben, die niedriger als eine Sollmotordrehzahl ist, kann die Ventilzeitsteuer-

rung des Einlassventils **165** zum im Wesentlichen unverzüglichen Erhöhen einer den Zylindern **135** zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung angepasst werden. Die Steuerung **270** kann die Motordrehzahlsignale mit der Sollmotordrehzahl vergleichen und ermitteln, dass die den Zylindern **135** zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung erhöht werden muss. Die Steuerung **270** kann das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **207** spätverstellen oder das Schließen des Einlassventils **165** innerhalb der Kurvenschar **209** vorverstellen. Dies kann die Menge der im Inneren der Zylinder **135** eingeschlossenen Masse erhöhen, was den Effekt des Vergrößerns einer Öffnung eines Drosselventils auf die Zylinder **135** hat, aber mit einem schnelleren Ansprechen als ein Drosselventil. Das Schließen des Einlassventils **165** kann dadurch in Richtung zu einem Profil des Einlassventils **165** mit einer Zeitsteuerung, die nicht verändert wurde, angepasst werden (d. h. in Richtung zu einem nicht angepassten Profil **201**). Da eine den Zylindern **135** zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung erhöht wird, kann es eine unverzügliche Zunahme der Motordrehzahl des Motors **105** geben. Die Steuerung **270** kann dadurch zum Steuern einer den Zylindern **135** zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung eine Ventilzeitsteuerung anpassen.

[0041] Durch Anpassen der Ventilzeitsteuerung jedes Zylinders **135** kann das Motorsystem **100** ein Ansprechen auf Motordrehzahländerungen des Motors **105** verbessern. Auf Grund des verbesserten Ansprechens kann der Motor **105** näher an seiner Belastungsgrenze betrieben werden, da eine geringere Fehlertoleranz zum Schützen der Motorbauteile vor wesentlich höheren Zylinderdrücken, die von Druckschwankungen verursacht werden, erforderlich ist. Außerdem kann die Luftströmung in den Motor **105** durch lediglich Ändern einer Ventilzeitsteuerung gesteuert werden, was die einem gewöhnlichen Drosseln (z. B. Verwenden eines herkömmlichen Drosselventils) zugeordnete Verzögerung deutlich reduzieren kann und erlaubt, Motorparameter, wie beispielsweise eine Motordrehzahl, lückenloser zu steuern.

[0042] Fachleute werden erkennen, dass verschiedene Modifikationen und Variationen an dem offenbarten Verfahren und der Vorrichtung vorgenommen werden können. Fachleute werden andere Ausführungsformen bei einer Betrachtung der Beschreibung und der Umsetzung des offenbarten Verfahrens und der Vorrichtung erkennen. Die Beschreibung und die Beispiele sollen lediglich als beispielhaft betrachtet werden, deren wahrer Schutzzumfang durch die folgenden Ansprüche und ihre Äquivalente angegeben ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5027769 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Steuerungssystem (**125**) für einen Motor (**105**) mit einem Zylinder (**135**), wobei das Steuerungssystem aufweist:

ein zum Regeln einer Fluidströmung des Zylinders bewegliches Motorventil,

einen dem Motorventil zugeordneten Aktor (**202**), und eine mit dem Aktor in Verbindung stehende Steuerung (**270**), wobei die Steuerung ausgebildet ist zum Empfangen eines eine Motordrehzahl angegebenden Signals,

zum Vergleichen des Motordrehzahlsignals mit einer Sollmotordrehzahl, und

zum wahlweise Regeln des Aktors zum Anpassen einer Zeitsteuerung des Motorventils zum Steuern der dem Zylinder zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung basierend auf dem Vergleich.

2. Steuerungssystem nach Anspruch 1, bei dem das Motorventil ein Einlassventil (**165**) ist.

3. Steuerungssystem nach Anspruch 1, bei dem die Steuerung zum wahlweisen Anpassen eines Ventilschließens in Richtung zu einem nicht angepassten Profil, wenn das Motordrehzahlsignal niedriger als die Sollmotordrehzahl ist, ausgebildet ist.

4. Steuerungssystem nach Anspruch 3, bei dem das wahlweise Anpassen des Ventilschließens in Richtung zu dem nicht angepassten Profil die dem Zylinder zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung erhöht.

5. Steuerungssystem nach Anspruch 1, bei dem die Steuerung zum wahlweisen Anpassen eines Ventilschließens weg von einem nicht angepassten Profil, wenn das Motordrehzahlsignal höher als die Sollmotordrehzahl ist, ausgebildet ist.

6. Verfahren zum Betreiben eines Motors (**105**), umfassend:

Regeln einer Fluidströmung zu einem Zylinder (**135**) des Motors über ein dem Zylinder zugeordnetes Ventil,

Empfangen eines eine Motordrehzahl angegebenden Signals,

Vergleichen des Motordrehzahlsignals mit einer Sollmotordrehzahl, und

wahlweises Regeln einer Zeitsteuerung des Ventils zum Steuern einer dem Zylinder zugeführten Menge einer Luft/Kraftstoffmischung basierend auf dem Vergleich.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das wahlweise Anpassen der Ventilzeitsteuerung ein wahlweises Anpassen einer Einlassventilzeitsteuerung umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das wahlweise Anpassen der Einlassventilzeitsteuerung ein Anpassen des Einlassventilschließens in Richtung zu einem nicht angepassten Profil umfasst, wenn das Motordrehzahlsignal niedriger als die Sollmotordrehzahl ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das wahlweise Anpassen des Einlassventilschließens in Richtung zu dem nicht angepassten Profil die dem Zylinder zugeführte Menge einer Luft/Kraftstoffmischung erhöht.

10. Genset (**10**), mit einem zum Erzeugen einer elektrischen Ausgabe ausgebildeten Generator (**14**), und einem Steuerungssystem (**125**) nach einem der Ansprüche 1–5.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

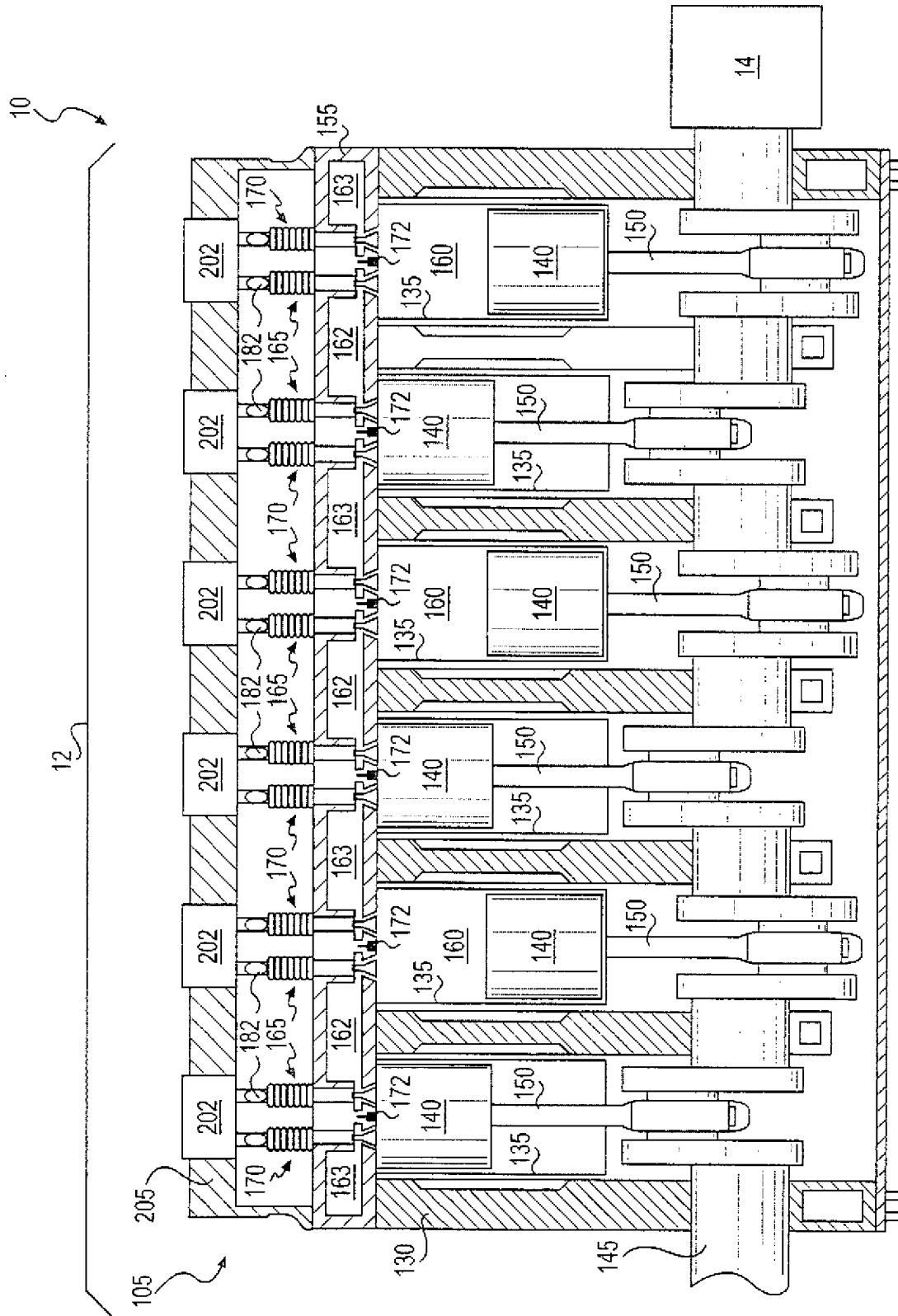


FIG. 1

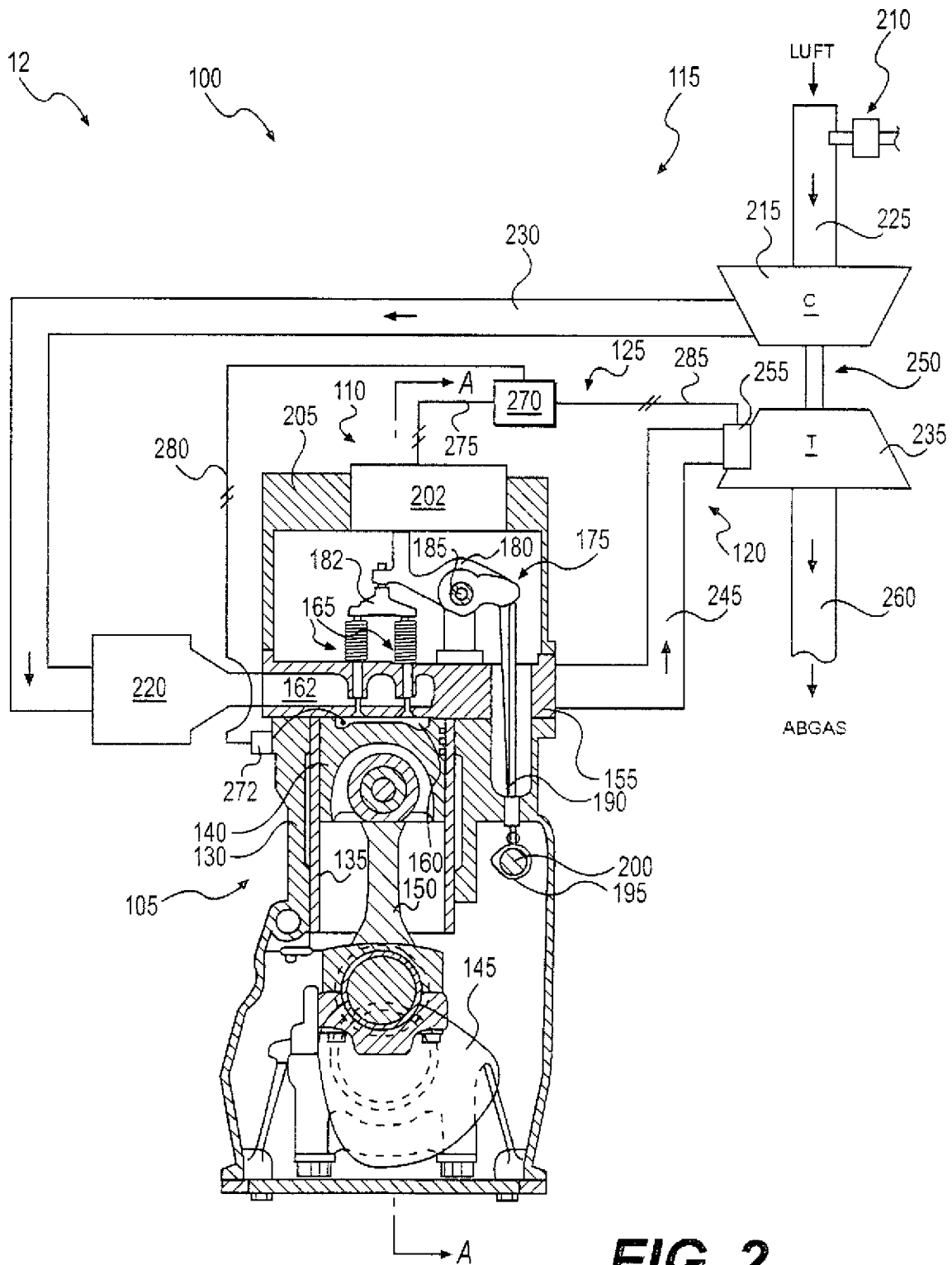


FIG. 2

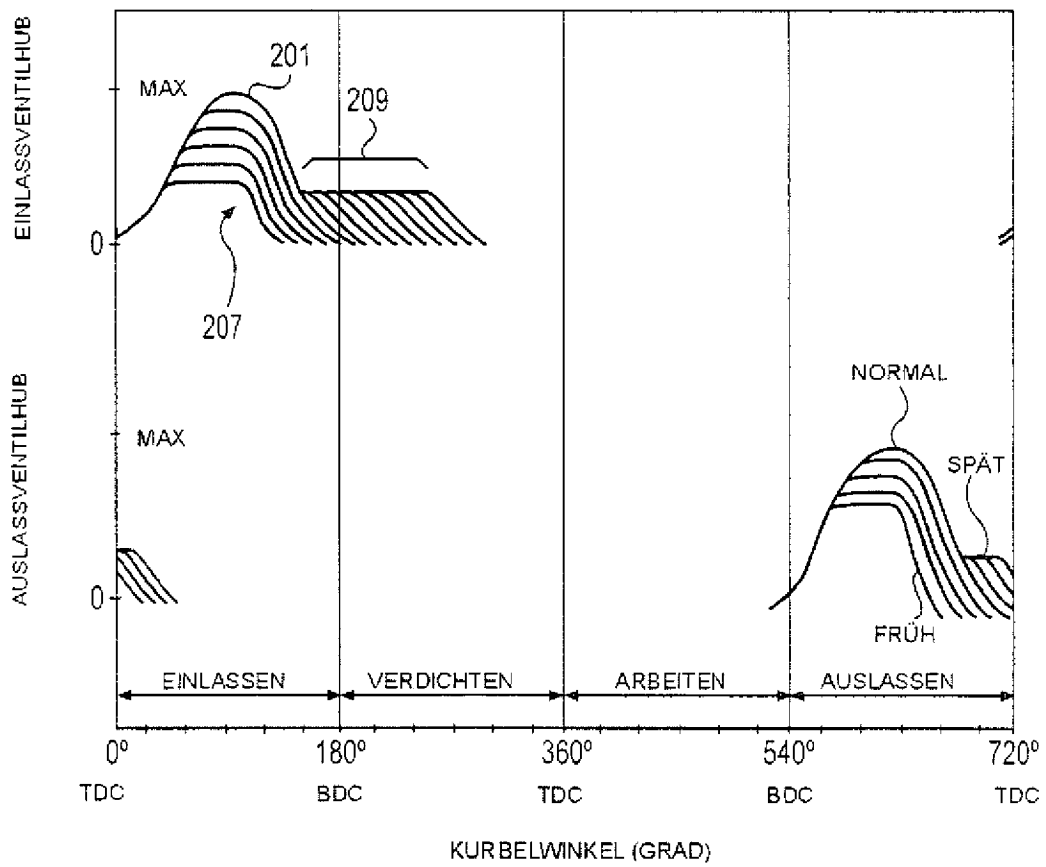


FIG. 3