

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 506 156 A2 2009-06-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 410/2009**

(51) Int. Cl.⁸: **F16F 15/26** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **13.03.2009**

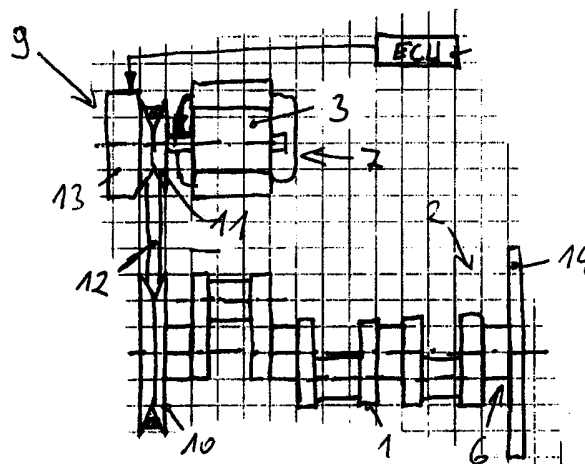
(43) Veröffentlicht am: **15.06.2009**

(73) Patentinhaber:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit mehreren Zylindern, mit einem Antriebsstrang (2) mit einer Kurbelwelle (1) und zumindest einer von der Kurbelwelle (1) antreibbaren Schwungmasse (3). Um mit möglichst geringen Schwungmassen Ungleichförmigkeiten auszugleichen ohne das Beschleunigungsverhalten der Brennkraftmaschine zu verschlechtern ist vorgesehen, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebsstranges (2) veränderbar ist.



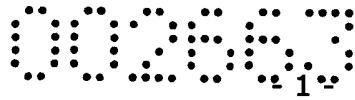
AT 506 156 A2 2009-06-15



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit mehreren Zylindern, mit einem Antriebsstrang (2) mit einer Kurbelwelle (1) und zumindest einer von der Kurbelwelle (1) antreibbaren Schwungmasse (3). Um mit möglichst geringen Schwungmassen Ungleichförmigkeiten auszugleichen ohne das Beschleunigungsverhalten der Brennkraftmaschine zu verschlechtern ist vorgesehen, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebsstranges (2) veränderbar ist.

Fig. 2



55850

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit mehreren Zylindern, mit einem Antriebsstrang mit einer Kurbelwelle und zumindest einer von der Kurbelwelle antreibbaren Schwungmasse, sowie ein Verfahren zum Betreiben dieser Brennkraftmaschine.

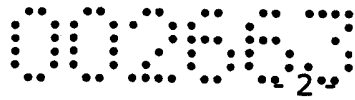
Brennkraftmaschinen welche mit sogenannten Downsizing Konzepten ausgelegt sind, haben den Nachteil, dass die Reduktion der Zylinderzahl zu einer Erhöhung der Drehungleichförmigkeit der Brennkraftmaschine führt. Eine Erhöhung des Drehträgheitsmoments der Schwungmasse ist aber nachteilig hinsichtlich Masse und Beschleunigungsverhalten.

Aus der DE 20109160 U1 ist ein Beschleunigungsschwungrad mit angeflanschter abschaltbarer Kupplung bekannt, wobei die Antriebsmaschine das Schwungrad über eine eingeschaltete Kupplung durch Drehen mit kinetischer Energie auflädt und nach der mit dieser Energie geleisteten Arbeit die Kupplung wieder ausgeschaltet wird.

Weiters ist aus der DE 32 45 045 A1 eine Kraftfahrzeug-Hybridantriebsvorrichtung bekannt, welche eine Brennkraftmaschine aufweist, die über eine Kupplung und ein stufenloses Getriebe mit wenigstens einem Rad antriebsmäßig verbunden ist. Ein Schwungradenergiespeicher ist über eine Kupplungsanordnung parallel zu der Brennkraftmaschine an den Eingang des stufenlosen Getriebes anschließbar. Der Stellbereich des stufenlosen Getriebes kann durch ein Stufenge triebe erweitert werden. Der getriebeseitig angeordnete Schwungradenergiespeicher ist aber nicht geeignet, die Drehschwingungsamplitude der Brennkraftmaschine an der Getriebeeingangswelle zu mindern.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art Drehungleichförmigkeiten durch eine ausreichend drehsteife Ankoppelung der Schwungmasse auszugleichen, ohne das Beschleunigungsverhalten nachteilig zu beeinflussen. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebesstranges veränderbar ist. Dabei kann vorzugsweise sein, dass zwischen der Schwungmasse und der Kurbelwelle eine schaltbare Kupplung angeordnet ist oder dass zwischen der Schwungmasse und der Kurbelwelle ein vorzugsweise variabel verstellbares Getriebe angeordnet ist.

Die Schwungmasse kann dabei durch den Rotor eines Startergenerators gebildet sein.



Die schaltbare Kupplung und/oder das variabel verstellbare Getriebe befindet sich dabei vorteilhafter Weise auf der dem Übersetzungsgetriebe abgewandten Seite der Kurbelwelle.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in einem Komfortbereich mit niedriger Drehzahl die Brennkraftmaschine mit höherem Drehträgheitsmoment betrieben wird als in einem Dynamikbereich mit höherer Drehzahl.

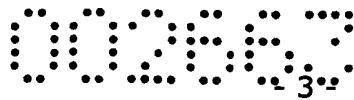
Bei höheren Drehzahlen bzw. Lasten wird in der Ausführung mit Schaltkupplung die Schwungmasse von der Kurbelwelle getrennt, wodurch sich ein niedriges Drehträgheitsmoment ausbildet. Dies ermöglicht ein spontanes Ansprechverhalten der Brennkraftmaschine auf Leistungsanforderungen. Bei niedrigen Drehzahlen dagegen wird die Schwungmasse über die schaltbare Kupplung an die Kurbelwelle gekoppelt und somit das Drehträgheitsmoment des Antriebsstranges erhöht. Dabei ist auch eine Rekuperation beim Auftreten von Schubphasen möglich.

Bei variabler Übersetzung kann durch rasche Umschaltung vom Dynamikbereich auf den Leistungsbereich eine Nutzung der gespeicherten Drehenergie zur Beschleunigung der Brennkraftmaschine erreicht werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen schematisch Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante, Fig. 2 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante und Fig. 3 ein Drehmoment-Drehzahldiagramm.

In den Fig. 1 und 2 ist von der Brennkraftmaschine nur die Kurbelwelle 1 des Antriebsstranges 2 dargestellt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante ist eine Schwungmasse 3 über eine schaltbare Kupplung 4 und ein Stirnradgetriebe 5 mit der Abtriebsseite 6 der Kurbelwelle 1 verbunden. Die Schwungmasse 3 ist im Ausführungsbeispiel durch den Rotor eines Startergenerators 7 gebildet. Die schaltbare Kupplung 4 kann beispielsweise eine Klauenkupplung sein. An Stelle des Stirnradgetriebes 5 mit einer einfachen Stirnradstufe und der schaltbaren Kupplung 4 kann gegebenenfalls auch ein Planetengetriebe eingesetzt werden. Die Komponenten sind derart ausgelegt, dass sie eine Drehmomentdynamik von zumindest 100 Nm an der Kurbelwelle dauerhaft übertragen können. Der Starter 8 des Startergenerators 7 weist eine integrierte Drehzahlerfassung auf, welche zur Synchronisierung der Schaltkupplung 4 dient. Die Drehzahlerfassung ist mit einer elektronischen Steuereinheit ECU verbunden, welche die Synchronisation der Schwungmasse 3 unterstützt und zur betriebspunktabhängigen Vorgabe des Kupplungsschaltzustandes der schaltbaren Kupplung 4 dient.



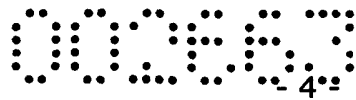
Die Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsvariante der Erfindung, welche sich von Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass die Kurbelwelle 1 mit der durch den Rotor eines Startergenerators 7 gebildeten Schwungmasse 3 über ein variabel verstellbares Getriebe 9 verbunden ist, welches eine erste Variatorscheibe 10 auf der Kurbelwelle und eine zweite Variatorscheibe 11 auf der Seite des Startergenerators 7 aufweist. Die Variatorscheiben 10 und 11 sind miteinander über eine Gliederkette 12 verbunden, welche ausreichend steif sein muss, um die Drehmomentdynamik (zumindest 100 Nm an der Kurbelwelle) übertragen zu können. Mittels der Variatoreinheit 13 kann das Übersetzungsverhältnis zwischen den beiden Variatorscheiben 10 und 11 betriebspunktabhängig verstellt werden. Das Übersetzungsverhältnis wird über eine elektronische Steuereinheit ECU vorgegeben.

Das variabel verstellbare Getriebe 9 und die Schwungmasse 3 befinden sich auf der der Abtriebsseite 6 der Kurbelwelle 1 gegenüberliegenden Seite. Mit Bezugszeichen 14 ist ein Anschlussflansch für ein Automatikgetriebe oder eine Kuppelungsdruckplatte für ein Schaltgetriebe bezeichnet.

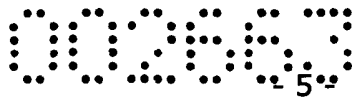
Die Kurbelwelle 1 ist in den Ausführungsbeispielen für eine Drei-Zylinder-Brennkraftmaschine dargestellt. Der Kurbelantrieb einer Drei-Zylinder-Brennkraftmaschine verursacht durch die großen Zündabstände bei niedrigen Drehzahlen große Drehungleichförmigkeiten. Diese Drehungleichförmigkeiten können durch variable Anbindung der Schwungmassen 3 an die Kurbelwelle 1 vermindert werden, wobei im Komfortbereich K des Betriebskennfeldes der Brennkraftmaschine eine hohe Drehträgheit und im Leistungsbereich L, sowie im Beschleunigungsfall ein niedriges Trägheitsdrehmoment erzielt werden kann.

In Fig. 3 ist das mittlere Drehmoment M_d an der Kurbelwelle 1 über der Motordrehzahl n aufgetragen, wobei mit Bezugszeichen 15 die Volllastkurve dargestellt ist. Mit n_L ist die Lehlaufdrehzahl, mit n_n die Nenndrehzahl und mit n_M die Maximaldrehzahl bezeichnet. Im Diagramm ist die Schaltlinie 16 für den Fall der in Fig. 1 dargestellten schaltbaren Ausführung dargestellt. Links der Schaltlinie 16 ist die Schwungmasse 3 über die Schaltkupplung 4 an die Kurbelwelle 1 gekoppelt. Rechts der Schaltlinie 16 ist die Schwungmasse 3 von der Kurbelwelle 1 getrennt.

Wird an Stelle der Schaltkupplung 7 ein variabel verstellbares Getriebe 9 verwendet, so ergibt sich ein Übergangsbereich 17. Links des Übergangsbereiches wird das variabel verstellbare Getriebe 9 mit maximalem Übersetzungsverhältnis $i_{\max}$ für maximales Drehträgheitsmoment und rechts des Übergangsbereiches 17 mit minimalem Übersetzungsverhältnis $i_{\min}$ für minimales Drehträgheitsmoment betrieben.



Der Start der Brennkraftmaschine erfolgt dabei mit mittlerer bis hoher Übersetzung, um ein ausreichend hohes Startermoment über den Startergenerator 7 an die Kurbelwelle 1 zu bringen. Im Motorbereich zwischen etwa 1000 bis 2000 Umdrehungen pro Minute und/oder einer Teillast von etwa 25 % wird mit hohem Drehträgheitsmoment gefahren. Dieser Komfortbereich ist mit K in Fig. 3 eingezeichnet. Bei höheren Drehzahlen/Lasten erfolgt ein Auskuppeln bzw. eine niedrigere Übersetzung, wodurch der Antriebsstrang 2 ein niedriges Drehträgheitsmoment aufweist. In diesem mit D bezeichneten Dynamikbereich kann ein spontanes Ansprechverhalten der Brennkraftmaschine auf Leistungsanforderungen erreicht werden. Durch rasches Umschalten vom Komfortbereich K auf den Dynamikbereich D kann mit dem variablen verstellbaren Getriebe 9 die gespeicherte Drehenergie der Schwungmasse 3 zur Beschleunigung der Brennkraft eingesetzt werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine, insbesondere mit mehreren Zylindern, mit einem Antriebsstrang (2) mit einer Kurbelwelle (1) und zumindest einer von der Kurbelwelle (1) antreibbaren Schwungmasse (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebesstranges (2) veränderbar ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Schwungmasse (3) und der Kurbelwelle (1) eine schaltbare Kupplung (4) angeordnet ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Schwungmasse (3) und der Kurbelwelle (1) ein vorzugsweise variabel verstellbares Getriebe (9) angeordnet ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwungmasse (3) durch den Rotor eines Startergenerators (7) gebildet ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwungmasse (3) auf der der Abtriebseite (6) der Kurbelwelle (1) abgewandten Seite angeordnet ist.
6. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit mehreren Zylindern, mit einem Antriebsstrang (2) mit einer Kurbelwelle (1) und einer von der Kurbelwelle (1) antreibbaren Schwungmasse (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebsstranges (2) während des Betriebes verändert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehträgheitsmoment des Antriebsstranges (2) durch Aktivieren oder Deaktivieren einer zwischen Kurbelwelle (1) und Schwungmasse (3) angeordneten schaltbaren Kupplung (4) verändert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehträgheitsmoment durch Betätigen eines zwischen der Schwungmasse (3) und der Kurbelwelle (1) angeordneten variabel verstellbaren Getriebes (9) verändert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Komfortbereich (K) niedriger Drehzahl die Brennkraftmaschine mit höherem Drehträgheitsmoment betrieben wird als in einem Dynamikbereich (D) mit höherer Drehzahl.

