

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139621 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02B 75/04 (2006.01) *F02D 15/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/006214
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2011 (09.12.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 017 202.5
15. April 2011 (15.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FIWEGER, Klaus** [DE/DE]; Im Leiblensbett 31, 73230 Kirchheim/Teck (DE). **FINKBEINER, Hansjörg** [DE/DE]; Kalixtenbergstrasse 31, 73235 Weilheim (DE). **KURTZER, Gernot** [DE/DE]; Gaisburgstrasse 9, 70182 Stuttgart (DE). **LENGFELD, Markus** [DE/DE]; Gertrud-

Bäumer-Allee 18, 71364 Winnenden (DE). **SCHRÖER, Dietmar** [DE/DE]; Tannenstrasse 21, 71554 Weissach im Tal (DE). **SEIDEL, Georg** [DE/DE]; Gögelsbachstrasse 33, 70327 Stuttgart (DE). **VON GAISBERG-HELFENBERG, Alexander** [DE/DE]; Goethestrasse 26, 71717 Beilstein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATING DEVICE FOR VARIABLY ADJUSTING A COMPRESSION RATIO OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : STELLEINRICHTUNG ZUM VARIABLEN EINSTELLEN EINES VERDICHTUNGSVERHÄLTNISSSES EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

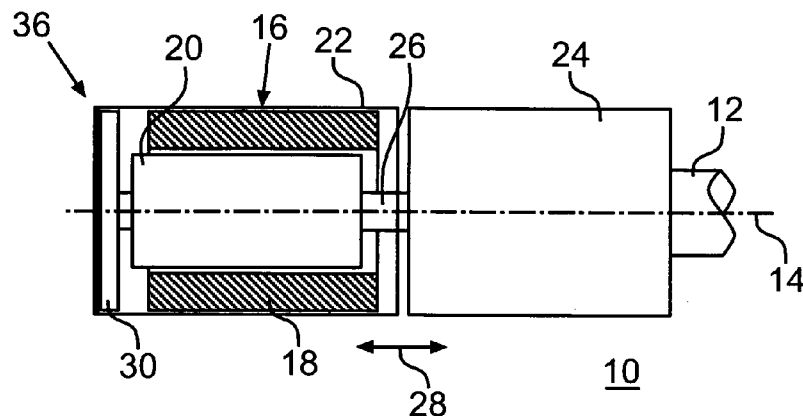


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an actuating device (10) for variably adjusting at least one compression ratio of an internal combustion engine, in particular of a reciprocating-piston internal combustion engine, having at least one motor (16) for variably adjusting the compression ratio and having at least one brake device (36) for holding the set compression ratio, said motor and brake device being assigned at least one common component (20) or the like by means of which the compression ratio can be adjusted and held, wherein the brake device (36) and the motor (16) are integrated into at least one common housing part (22) of the actuating device (10).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/139621 A2

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung (10) zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, mit wenigstens einem Motor (16) zum variablen Einstellen des Verdichtungsverhältnisses und mit wenigstens einer Bremseinrichtung (36) zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, welchen beiden wenigstens ein gemeinsames Bauteil (20) oder dergleichen zugeordnet ist, mittels welchem das Verdichtungsverhältnis einstellbar und zu halten ist, wobei die Bremseinrichtung (36) und der Motor (16) in wenigstens ein gemeinsames Gehäuseteil (22) der Stelleinrichtung (10) integriert sind.

Stelleinrichtung zum variablen Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

Die DE 601 29 392 T2 offenbart einen Mechanismus für ein variables Verdichtungsverhältnis für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, die einen Kolben, der durch einen Hub in dem Motor bewegbar ist und einen Kolbenbolzen aufweist. Der Mechanismus weist ferner eine Kurbelwelle auf, die die Hin- und Herbewegungen des Kolbens in Drehbewegungen ändert. Ferner weist die Kurbelwelle einen Kurbelwellenzapfen auf. Der Mechanismus umfasst eine Vielzahl von Verbindungen, die den Kolbenbolzen mechanisch mit dem Kurbelwellenzapfen verbinden. Der Mechanismus umfasst ferner eine Steuerwelle, die sich parallel zu einer Achse der Kurbelwelle erstreckt. Es ist ein Exzenternocken vorgesehen, der so an der Steuerwelle angebracht ist, dass eine Mitte des Exzenternockens zu einer Mitte der Steuerwelle exzentrisch ist. Der Mechanismus umfasst weiter ein Steuerglied, welches an einem ersten Ende mit einer Vielzahl von Verbindungen und einem zweiten Ende mit dem Exzenternocken verbunden ist. Darüber hinaus ist ein Aktor vorgesehen, der die Steuerwelle innerhalb eines vorgegebenen geregelten Winkelbereichs antreibt und die Steuerwelle in einer erwünschten Winkelstellung so hält, dass sich ein Verdichtungsverhältnis des Motors durch Antreiben der Steuerwelle in einer ersten Drehrichtung kontinuierlich verringert, wenn sich die Motordrehzahl und/oder die Motorlast von einem ersten Wert auf einen zweiten, dazu höheren Wert ändert, und so, dass sich das Verdichtungsverhältnis durch Antreiben der Steuerwelle in einer zweiten Drehrichtung, entgegengesetzt zu der ersten Drehrichtung, kontinuierlich erhöht, wenn sich die Motordrehzahl und/oder die Motorlast von dem zweiten Wert auf den ersten Wert

ändert. Es ist ein Abstand von der Mitte der Steuerwelle zur einer Mittellinie des Steuerglieds vorgesehen, die sowohl durch einen Verbindungspunkt des ersten Endes als auch einen Verbindungspunkts des zweiten Endes des Steuerglieds verläuft. In einer Position der Verbrennungskraftmaschine mit dem Kolben nahe dem oberen Totpunkt ist der Abstand so bemessen, dass sich der Abstand kontinuierlich verkleinert, während sich das Verdichtungsverhältnis verringert.

Der DE 10 2009 000 772 A1 ist eine Einstellvorrichtung zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses einer Hubkolbenmaschine mit variablem Verdichtungsverhältnis als bekannt zu entnehmen. Die Einstellvorrichtung umfasst eine Exzenterwelle, wobei die wirksame Pleuellänge durch das Verdrehen der Exzenterwelle veränderbar ist. Es ist ein Linearmotor zum Antreiben der Exzenterwelle vorgesehen. Der Linearmotor umfasst einen Stator und einen relativ dazu bewegbaren Läufer. Es ist eine Arretierung vorgesehen, mit deren Hilfe der Läufer und damit die gesamte Einstellvorrichtung in einer Einstellung festgehalten werden kann. Dazu können Fixierelemente reibschlüssig mit dem Läufer in Kontakt gebracht werden.

Diese Einstellvorrichtungen weisen einen unerwünscht hohen Bauraumbedarf auf.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Stelleinrichtung zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, bereitzustellen, welche einen reduzierten Bauraumbedarf aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Stelleinrichtung zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie eine solche Stelleinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht-trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Der erste Aspekt der Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, mit wenigstens einem Motor. Der Motor dient zum variablen Einstellen des Verdichtungsverhältnisses, indem er Kräfte und/oder Drehmomente aufbringt.

Die Stelleinrichtung umfasst ferner wenigstens eine Bremseinrichtung zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, wobei dem Motor und der Bremseinrichtung wenigstens ein gemeinsames Bauteil oder dergleichen zugeordnet ist, mittels welchem das Verdichtungsverhältnis einstellbar und zu halten ist. Mit anderen Worten dient das gemeinsame Bauteil einerseits dazu, die Kräfte und/oder Drehmomente des Elektromotors aufzubringen oder zu übertragen, so dass das Verdichtungsverhältnis von einem ersten auf einen zweiten, dazu unterschiedlichen Wert, eingestellt wird. Das gemeinsame Bauteil dient außerdem dazu, das Verdichtungsverhältnis gegen Kräfte und/oder Drehmomente, welches beispielsweise aus Verbrennungen in einem Brennraum mit dem variabel einstellbaren Verdichtungsverhältnis resultieren, auf einem zumindest im Wesentlichen konstanten Wert zu halten. Somit dient das gemeinsame Bauteil auch zum Aufbringen oder zum Abstützen der Kräfte und/oder der Drehmomente, um das Verdichtungsverhältnis beizubehalten.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung und der Motor, insbesondere mit dem gemeinsamen Bauteil, in einem, der Bremseinrichtung und dem Motor gemeinsamen Gehäuseteil integriert sind. Dadurch weist die erfindungsgemäße Stelleinrichtung ein sehr geringes Gewicht sowie einen nur sehr geringen Bauraumbedarf auf, was insbesondere in einem platzkritischen Bereich wie einem Motorraum eines Kraftwagens, insbesondere eines Personenkraftwagens, mit der Verbrennungskraftmaschine und der Stelleinrichtung zur Vermeidung und/oder zur Lösung von Package-Problemen beiträgt.

Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung weist ferner einen besonders geringen Bauraum auf, da eine Antriebsfunktion zum Einstellen bzw. Verstellen des Verdichtungsverhältnisses sowie eine Haltefunktion zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses zumindest teilweise von dem wenigstens einen gemeinsamen Bauteil bereitgestellt wird. Das geringe Gewicht der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung führt dazu, dass der Kraftwagen mittels der Verbrennungskraftmaschine mit einem nur sehr geringen Energiebedarf angetrieben werden kann, was ihren Kraftstoffverbrauch sowie ihre CO₂-Emissionen gering hält.

Bei dem zweiten Aspekt der Erfindung sind der Motor als Elektromotor und die Bremseinrichtung als elektrisch betätigbare Bremseinrichtung ausgebildet, wobei dem Motor und der Bremseinrichtung wenigstens eine elektrische Spule als das gemeinsame Bauteil zugeordnet ist, mittels welcher zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses der Elektromotor und zum Halten und/oder Freigeben des Verdichtungsverhältnisses die

Bremseinrichtung betätigbar sind. Vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

Beim zweiten Aspekt der Erfindung ist eine Funktionsintegration realisiert, da die Spule sowohl die Aufgabe erfüllt, Drehmomente und/oder Kräfte zum Einstellen bzw. Verstellen des Verdichtungsverhältnisses aufzubringen. Ferner erfüllt die Spule die Aufgabe, Kräfte zum Betätigen der Bremseinrichtung bereitzustellen, damit die Bremseinrichtung das Verdichtungsverhältnis gegen ein unerwünschtes Verstellen sichern und/oder für ein erwünschtes Verstellen freigeben kann.

Der zweite Aspekt der Erfindung birgt insbesondere den Vorteil, dass die Bremseinrichtung beim Versorgen des Elektromotors mit elektrischem Strom, d.h. beim Bestromen des Elektromotors, automatisch und zumindest im Wesentlichen gleichzeitig geöffnet wird und das Verdichtungsverhältnis freigibt, so dass der Elektromotor das Verdichtungsverhältnis von einem ersten auf einen dazu unterschiedlichen zweiten Wert einstellen kann. Ist das Verdichtungsverhältnis auf den zweiten, gewünschten Wert eingestellt, so wird die Bestromung des Elektromotors beendet. Damit einher geht das Schließen der Bremseinrichtung, welche so in einem unbestromten Zustand das eingestellte Verdichtungsverhältnis sicher und fest gegen ein unerwünschtes Verstellen halten kann. Dadurch sind besonders hohe Stelldynamiken der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung ermöglicht, so dass das Verdichtungsverhältnis in besonders kurzer Zeit um einen besonders großen Wert verstellt werden kann. Ferner sind dadurch häufige Verstellvorgänge in einer nur sehr kurzen Zeitspanne darstellbar.

Ebenso möglich ist es, dass der Bremseinrichtung und dem Elektromotor ein Anker als das gemeinsame Bauteil zugeordnet ist. In jeglicher Hinsicht hält dies die Teileanzahl der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung gering, was mit einem geringen Bauraumbedarf, geringen Kosten und einem geringen Gewicht einhergeht. Ferner hält dies die Komplexität der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung gering, so dass diese einfach zu montieren und einfach zu warten ist. Darüber hinaus weist sie eine hohe Funktionserfüllungssicherheit auf, so dass sie das Verdichtungsverhältnis auch über eine hohe Lebensdauer hinweg präzise einstellen und besonders präzise auf diesem eingestellten Wert halten kann.

Ist der Bremseinrichtung und dem Elektromotor wenigstens ein elektronisches bzw. elektrisches Bauteil zugeordnet, beispielsweise die Spule und/oder der Anker, so hält dies

auch einen Verkabelungsaufwand zum elektrischen Verbinden der Bauteile der Stelleinrichtung gering. Auch dies hält den Montageaufwand und die Kosten der Stelleinrichtung gering.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Motor als Elektromotor ausgebildet und umfasst einen Stator sowie einen relativ zu dem Stator um eine Drehachse drehbaren Rotor. Zum Einstellen bzw. Verstellen des Verdichtungsverhältnisses wird der Rotor relativ zu dem Stator um die Drehachse gedreht. Dadurch kann das Verdichtungsverhältnis in einem sehr geringen Bauraum verstellt werden, insbesondere gegenüber Linearmotoren.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Rotor, als das dem Elektromotor und der Bremseinrichtung gemeinsame Bauteil, mittels der Bremseinrichtung relativ zum Stator fixierbar. Das Halten des Verdichtungsverhältnisses durch Fixieren des Rotors birgt den Vorteil, dass dadurch auch besonders hohe, bei einem aktuell eingestellten Verdichtungsverhältnis wirkende Kräfte und/oder Drehmomente abgestützt werden können. So kann das eingestellte Verdichtungsverhältnis besonders präzise und fest auf dem eingestellten Wert gehalten werden. Die Verbrennungskraftmaschine kann somit über eine hohe Zeitdauer hinweg mit dem zumindest im Wesentlichen konstanten und auf thermodynamische Erfordernisse der Verbrennungskraftmaschine angepassten Verdichtungsverhältnis effizient betrieben werden. Dies hält den Kraftstoffverbrauch sowie die CO₂-Emissionen der Verbrennungskraftmaschine besonders gering.

Das Halten des Verdichtungsverhältnisses durch das Fixieren des Rotors relativ zum Stator birgt ferner den Vorteil, dass dadurch besonders große Flächen zur Verfügung stehen, um gegebenenfalls zumindest einen Reibschluss zum Halten des Verdichtungsverhältnisses auszubilden. So können auch besonders hohe Kräfte und/oder Drehmomente abgestützt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Rotor mit wenigstens einem Bremsselement drehfest verbunden, über welches der Rotor relativ zu dem Stator fixierbar ist. Das Bremsselement kann dabei insbesondere hinsichtlich der Aufgabe, das Verdichtungsverhältnis zu halten und den Rotor zu fixieren besonders effizient ausgestaltet und ausgelegt werden, so dass auch hohe Kräfte und/oder Drehmomente abgestützt werden können. Dementsprechend kann der Rotor auf seine Aufgabe effizient ausgestaltet werden, Kräfte und/oder Drehmomente zum Verstellen des

Verdichtungsverhältnisses aufzubringen. Dazu ist es ermöglicht, die Stelleinrichtung einerseits besonders effizient zum Verstellen bzw. Einstellen des Verdichtungsverhältnisses zu betreiben, andererseits kann das Verdichtungsverhältnis dadurch besonders effizient und präzise auf einem zumindest im Wesentlichen konstanten Wert gehalten werden. Ferner bietet das Bremsselement den Vorteil, entsprechende Geometrien oder Bremssteile vorzusehen, um das Verdichtungsverhältnis entgegen besonders großer Kräfte und/oder Drehmomente zu halten.

Vorteilhafterweise umfasst das Bremsselement wenigstens einen Reibbelag. Dieser Reibbelag ermöglicht die Darstellung eines Reibschlusses zum Fixieren des Rotors relativ zum Stator, welcher ein besonders hohes Kraftniveau aufweist. So ist die Darstellung besonders hoher Haltekräfte oder besonders hoher Drehmomente zum Fixieren des Rotors und damit zum Halten des Verdichtungsverhältnisses darstellbar. Dieses effiziente Halten und feste Fixieren des Rotors ist dabei mit relativ einfachen Mitteln dargestellt, so dass die erfindungsgemäße Stelleinrichtung eine geringe Komplexität sowie geringe Kosten aufweist.

Zum Fixieren des Rotors relativ zum Stator ist der Rotor, in Wirkverbindung mit einem, der Bremsvorrichtung und dem Elektromotor gemeinsamen, relativ zum Stator festen Gehäuseteil der Stelleinrichtung, relativ zum Gehäuseteil bewegbar. Mit anderen Worten ist der Rotor zum Fixieren des Verdichtungsverhältnisses sowohl relativ zum Stator als auch relativ zum Gehäuseteil fixiert, so dass die Wirkverbindung zwischen dem Rotor und dem Gehäuseteil ausgebildet ist. Dadurch ist eine sehr hohe Integrationsfunktion geschaffen, die die Teileanzahl, das Gewicht und den Bauraumbedarf der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung gering hält. Vorteilhafterweise ist zwischen dem Gehäuseteil und dem Rotor der wenigstens eine Reibbelag angeordnet, so dass zwischen dem Gehäuse und dem Rotor ein besonders hoher Reibschluss ausgebildet werden kann. So können besonders hohe Kräfte und/oder Drehmomente abgestützt werden.

Alternativ oder zusätzlich sind anderweitige Wirkverbindungen zwischen dem Gehäuseteil und dem Rotor möglich. Und so ist es möglich, den Rotor kraftschlüssig und/oder formschlüssig relativ zu dem Gehäuseteil an diesem zu fixieren, um das Verdichtungsverhältnis zu halten.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Rotor zum Ausbilden und Aufheben der Wirkverbindung zumindest im Wesentlichen translatorisch

relativ zu dem Stator und dem Gehäuseteil bewegbar. Dazu ist der Rotor relativ zu dem Stator und dem Gehäuseteil zumindest im Wesentlichen in axialer Richtung zwischen einer Freigabestellung und einer Haltestellung bewegbar. In der Haltestellung ist die Wirkverbindung, insbesondere zumindest der Reibschluss, zwischen dem Rotor und dem Gehäuseteil ausgebildet, so dass der Rotor relativ zu dem Stator fixiert und das Verdichtungsverhältnis auf dem aktuell eingestellten Wert gehalten ist. In der Freigabestellung ist die Wirkverbindung zwischen dem Rotor und dem Gehäuseteil aufgehoben, so dass das Verdichtungsverhältnis freigegeben ist und mittels des Motors von einem ersten auf einen zweiten, dazu unterschiedlichen Wert eingestellt werden kann. Dadurch ist die vorteilhafte Funktionsintegration auf einfache und kostengünstige Weise realisiert, was die Kosten für die Stelleinrichtung und damit für die gesamte Verbrennungskraftmaschine in einem geringen Rahmen hält.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 ausschnittsweise eine schematische Längsschnittansicht einer Stelleinrichtung zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, mit einem Elektromotor zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses und mit einer Bremseinrichtung zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, wobei der Bremseinrichtung und dem Elektromotor ein Rotor des Elektromotors zugeordnet ist, mittels welchem das Verdichtungsverhältnis einstellbar sowie zumindest im Wesentlichen konstant zu halten ist, und wobei sich der Rotor in einer Haltestellung zum Halten des Verdichtungsverhältnisses befindet; und

Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische Längsschnittansicht der Stelleinrichtung gemäß Fig. 1, wobei sich der Rotor in einer Freigabestellung zum Freigeben des Verdichtungsverhältnisses befindet.

Das Streben, Kraftstoffverbräuche von Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen zu reduzieren, führt dazu, die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen mit jeweils wenigstens einer Stelleinrichtung zum variablen Einstellen eines Verdichtungsverhältnisses der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine zu versehen. Die Stelleinrichtungen ermöglichen es, dass wenigstens ein Verdichtungsverhältnis der jeweiligen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen auf thermodynamische Erfordernisse der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen angepasst werden können, so dass die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen besonders effizient und mit einem nur geringen Kraftstoffverbrauch betrieben werden können. Damit einher gehen besonders geringe CO₂-Emissionen.

Die Figur zeigt einen solche Stelleinrichtung 10 mittels welcher wenigstens ein Verdichtungsverhältnis einer zugehörigen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine variabel einstellbar ist.

Die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfasst wenigstens einen Brennraum in Form eines Zylinders, in welchem ein Kolben translatorisch relativ zu dem Zylinder bewegbar aufgenommen ist. Der Kolben ist mit einem Pleuel gelenkig gekoppelt, welches wiederum mit einem Hebelement der Stelleinrichtung gelenkig gekoppelt ist. Das einerseits gelenkig mit dem Pleuel gekoppelte Hebelement ist andererseits mit einer Verstellwelle 12 der Stelleinrichtung 10 gelenkig gekoppelt. Die Verstellwelle 12 ist beispielsweise als Exzenterwelle ausgebildet und weist wenigstens einen Exzenter auf, mit welchem das einerseits mit dem Pleuel gelenkig verbundene Hebelement andererseits zumindest mittelbar verbunden ist.

Das Hebelement ist ferner an einem Hubzapfen der Kurbelwelle der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine relativ zu dem Hubzapfen drehbar gelagert. Durch die Kopplung des Kolbens über das Pleuel und das Hebelements mit der Kurbelwelle können translatorische Bewegungen des Kolbens relativ zu diesem in eine rotatorische Bewegung der Kurbelwelle umgewandelt werden.

Die Kopplung des Kolbens über das Pleuel und das Hebelement mit der Verstellwelle 12 ermöglicht es, den Kolben translatorisch in den Zylinder relativ zu diesem zu bewegen. So kann das Verdichtungsverhältnis bedarfsgerecht eingestellt werden.

Die Verstellwelle 12 ist dabei um eine Drehachse 14 drehbar gelagert. Ein Verdrehen der Verstellwelle 12 um die Drehachse 14 bewirkt ein Verdrehen des Hebelements relativ zu dem Hubzapfen der Pleuelwelle, was wiederum ein translatorisches Verschieben des Kolbens relativ zu diesem bewirkt.

Zum Drehen der Verstellwelle 12 um die Drehachse 14 und damit zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses umfasst die Stelleinrichtung 10 einen Elektromotor 16 mit einem Stator 18 und mit einem Rotor 20. Der Stator 18 und der Rotor 20 sind dabei in einem Gehäuse 22 des Elektromotors 16 aufgenommen. Der Stator 18 ist relativ zu dem Gehäuse 22 fest an diesem gehalten, während der Rotor 20 relativ zu dem Stator 18 um die Drehachse 14 drehbar ist.

Die Stelleinrichtung 10 umfasst ferner ein Getriebe 24, welches über eine Verbindungswelle 26 mit dem Rotor 20 drehfest gekoppelt ist. Das Getriebe 24 ist auch mit der Verstellwelle 12 drehfest gekoppelt. Dies bedeutet, dass die Verbindungswelle 26 als Eingangswelle des Getriebes 24 fungiert, während die Verstellwelle 12 als Ausgangswelle des Getriebes 24 fungiert.

Zum Drehen der Verstellwelle 12 wird eine Spule des Elektromotors 16 mit elektrischem Strom versorgt, d.h., die Spule wird bestromt. Dies bewirkt, dass der Elektromotor 16 ein Drehmoment aufbringt bzw. aufwendet, welches von dem Rotor 20 über die Verbindungswelle 26 in das Getriebe 24 eingeleitet wird. Das Getriebe 24 übersetzt dieses Drehmoment in ein dazu höheres Drehmoment, welches es auf die Verstellwelle 12 überträgt. So sind sehr hohe Stellmomente zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses darstellbar, wobei die vom Elektromotor 16 aufzubringenden Drehmomente gering gehalten werden können. So kann der Elektromotor 16 hinsichtlich seiner Leistungsaufnahme und seiner Dimensionen gering ausgebildet werden, was den Bauraumbedarf der Stelleinrichtung 10 gering hält.

Ist das Verdichtungsverhältnis auf einem gewünschten und thermodynamisch vorteilhaften Wert eingestellt, so wird die Bestromung des Elektromotors 16 beendet, d.h., dieser wird nicht mit elektrischem Strom versorgt.

Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, befindet sich der Rotor 20 relativ zum Stator 18 in dem unbestomten Zustand des Elektromotors 16 in einer Haltestellung. In dieser Haltestellung ist der Rotor 20 gegenüber dem Stator 18 in axialer Richtung des Rotors 20 gemäß einem Richtungspfeil 28 derart positioniert, dass der Rotor 20 über eine mit dem Rotor 20 drehfest verbundene Bremsscheibe 30 eine Wirkverbindung mit dem Gehäuse 22 eingeht. Diese Wirkverbindung liegt in Form eines Reibschlusses vor. Zur Darstellung eines besonders hohen Kraftniveaus dieses Reibschlusses weist eine dem Gehäuse 22 zugewandte Wandung 32 der Bremsscheibe 30 ein Reibbelag auf. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass eine der Bremsscheibe 32 zugewandte Wandung 34 des Gehäuses 22 ebenso einen Reibbelag aufweist.

In dieser Haltestellung sind der Rotor 20 wie auch der Stator 18 relativ zum Gehäuse 22 an diesem fixiert und festgehalten. Dies bedeutet, dass der Rotor 20 in der in der Fig. 1 gezeigten Haltestellung über das Gehäuse 22 relativ zum Stator 18 gehalten ist. So ist auch das aktuell eingestellte Verdichtungsverhältnis gegen von dem Zylinder aus auf die Stelleinrichtung 10 wirkende Kräfte und/oder Drehmomente gehalten und gegen ein unerwünschtes Verstellen gesichert.

Daraus ist es ersichtlich, dass die Stelleinrichtung 10 eine Bremseinrichtung 36 umfasst, der das Gehäuse 16, zumindest teilweise, die gegebenenfalls vorhandenen Reibbeläge, sowie die Bremsscheibe 30 zugeordnet ist. Der Bremsvorrichtung 36 ist auch der Rotor 20 zugeordnet, welcher aber auch dem Elektromotor 16 zugeordnet ist. Dies bedeutet, dass der Rotor 20 sowohl eine Antriebsfunktion der Stelleinrichtung erfüllt und das Verdichtungsverhältnis einstellen bzw. verstellen kann. Der Rotor 20 erfüllt ferner eine Bremsfunktion der Stelleinrichtung 10, durch welche das Verdichtungsverhältnis gegen ein unerwünschtes Verstellen über den Rotor 20 gesichert ist. Darüber hinaus sind der Elektromotor 16 und die Bremseinrichtung 36 in das dem Elektromotor 16 und der Bremseinrichtung gemeinsame Gehäuse 22 integriert. Dadurch ist sowohl eine funktionale als auch räumliche Funktionsintegration geschaffen, was die Teileanzahl, das Gewicht, die Kosten und insbesondere den Bauraumbedarf der Stelleinrichtung 10 gering hält.

Dies führt insbesondere zur Vermeidung und/oder zur Lösung von Package-Problemen insbesondere in einem platzkritischen Bereich wie einem Motorraum eines Personenkraftwagens mit der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine und der Stelleinrichtung 10. Die Stelleinrichtung 10 weist ferner den Vorteil auf, dass das Verdichtungsverhältnis in dem unbestomten Zustand des Elektromotors 10 und der

Bremseinrichtung 36 gehalten ist. Dies bedeutet, dass die Stelleinrichtung 10 zum Halten des Verdichtungsverhältnisses zumindest im Wesentlichen keine Energie verbraucht.

Soll das Verdichtungsverhältnis verstellt werden, so werden der Elektromotor 16 und damit auch die Bremseinrichtung 36 bestromt. Dies bewirkt ein sogenanntes Lüften der Bremseinrichtung 36, wobei sich der Rotor 20 in axialer Richtung gemäß dem Richtungspfeil 28 relativ zu dem Rotor 18 in eine in der Fig. 2 gezeigte Freigabestellung bewegt. In dieser Freigabestellung ist die Wirkverbindung in Form des Kontakts bzw. des Reibschlusses zwischen der Bremsscheibe 30 und dem Gehäuse 22 aufgehoben. Dadurch können der Rotor 20 und damit die Verstellwelle 12 mit einem nur sehr geringen Drehmomentaufwand gedreht werden. Somit sind sehr hohe Stelldynamiken der Stelleinrichtung realisierbar, so dass das Verdichtungsverhältnis in einer nur sehr kurzen Zeit eingestellt bzw. verstellt werden kann. Ist das Verdichtungsverhältnis auf einen gewünschten Wert eingestellt, so wird das Bestromen des Elektromotors 10 bzw. der Bremseinrichtung 36 beendet und der Stator 26 bewegt sich in dem unbestromten Zustand wieder zurück in die in der Fig. 1 gezeigte Haltestellung, in welcher das Verdichtungsverhältnis gehalten ist.

Daraus ist ferner ersichtlich, dass der Bremseinrichtung 36 und dem Elektromotor 16 eine gemeinsame Spule zugeordnet sein kann. Wird die Spule bestromt, so wird die Bremseinrichtung 36 gelüftet und das Verdichtungsverhältnis wird verstellt. Wird das Bestromen der Spule aufgehoben, so kann das Verdichtungsverhältnis unter Vermeidung eines Energieverbrauchs durch die Stelleinrichtung 10 auch bei hohen, von Seiten des Zylinders her wirkenden Kräften und/oder Drehmomenten gehalten werden.

Bezugszeichenliste

10	Stelleinrichtung
12	Verstellwelle
14	Drehachse
16	Elektromotor
18	Stator
20	Rotor
22	Gehäuse
24	Getriebe
26	Verbindungswelle
28	Richtungspfeil
30	Bremsscheibe
32	Wandung
34	Wandung
36	Bremseinrichtung

Patentansprüche

1. Stelleinrichtung (10) zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, mit wenigstens einem Motor (16) zum variablen Einstellen des Verdichtungsverhältnisses und mit wenigstens einer Bremseinrichtung (36) zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, welchen beiden wenigstens ein gemeinsames Bauteil (20) oder dergleichen zugeordnet ist, mittels welchem das Verdichtungsverhältnis einstellbar und zu halten ist, dadurch gekennzeichnet, dass Bremseinrichtung (36) und der Motor (16) in wenigstens ein gemeinsames Gehäuseteil (22) der Stelleinrichtung (10) integriert sind.
2. Stelleinrichtung (10), insbesondere nach Anspruch 1, zum variablen Einstellen wenigstens eines Verdichtungsverhältnisses einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, mit wenigstens einem Motor (16) zum variablen Einstellen des Verdichtungsverhältnisses und mit wenigstens einer Bremseinrichtung (36) zum Halten des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, welchen beiden wenigstens ein gemeinsames Bauteil oder dergleichen zugeordnet ist, mittels welchem das Verdichtungsverhältnis einstellbar und zu halten ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (16) als Elektromotor (16) und die Bremseinrichtung (36) als elektrisch betätigbare Bremseinrichtung (36) ausgebildet sind, wobei dem Motor (16) und der Bremseinrichtung (36) wenigstens eine elektrische Spule als das gemeinsame

Bauteil zugeordnet ist, mittels welcher zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses der Elektromotor und zum Halten und/oder Freigeben des Verdichtungsverhältnisses die Bremseinrichtung betätigbar sind.

3. Stelleinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (16) als Elektromotor (16) mit einem Stator (18) und mit einem relativ zu dem Stator (18) um eine Drehachse (14) drehbaren Rotor (20) ausgebildet ist.
4. Stelleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (20), als das dem Elektromotor (16) und der Bremseinrichtung (20) gemeinsame Bauteil bzw. als ein weiteres dem Elektromotor (16) und der Bremseinrichtung (20) gemeinsames Bauteil, mittels der Bremseinrichtung (36) relativ zum Stator (18) fixierbar ist.
5. Stelleinrichtung (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (20) mit wenigstens einem Bremsselement (30) drehfest verbunden ist, über welches der Rotor (20) relativ zu Stator (18) fixierbar ist.
6. Stelleinrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsselement (30) wenigstens einen Reibbelag umfasst.
7. Stelleinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Fixieren des Rotors (20) relativ zum Stator (18), der Rotor (20) in Wirkverbindung mit einem, der Bremseinrichtung (36) und dem Elektromotor (16) gemeinsamen, relativ zum Stator (18) festen Gehäuseteil (22) der Stelleinrichtung (10), relativ zu dem Gehäuseteil (22) bewegbar ist.

8. Stalleinrichtung (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor (18) zum Ausbilden und Aufheben der Wirkverbindung zumindest im
Wesentlichen translatorisch relativ zu dem Stator (18) und dem Gehäuseteil (22)
bewegbar ist.

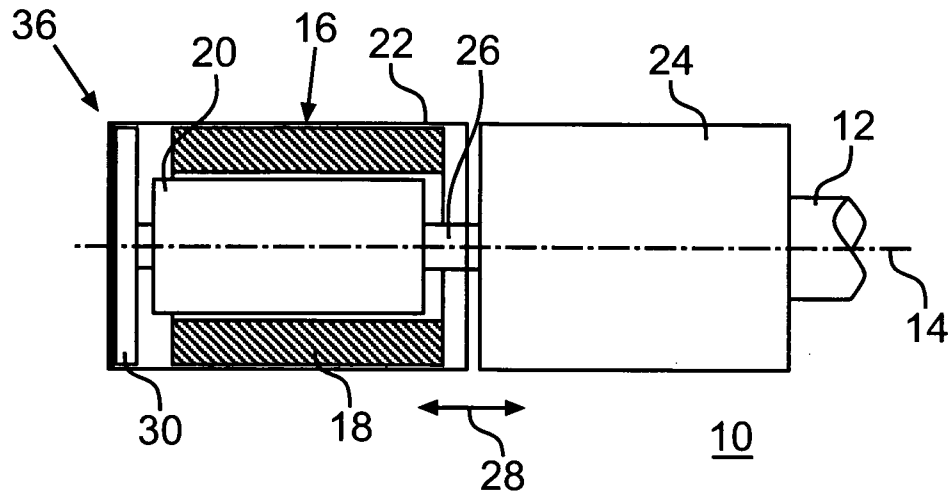


Fig.1

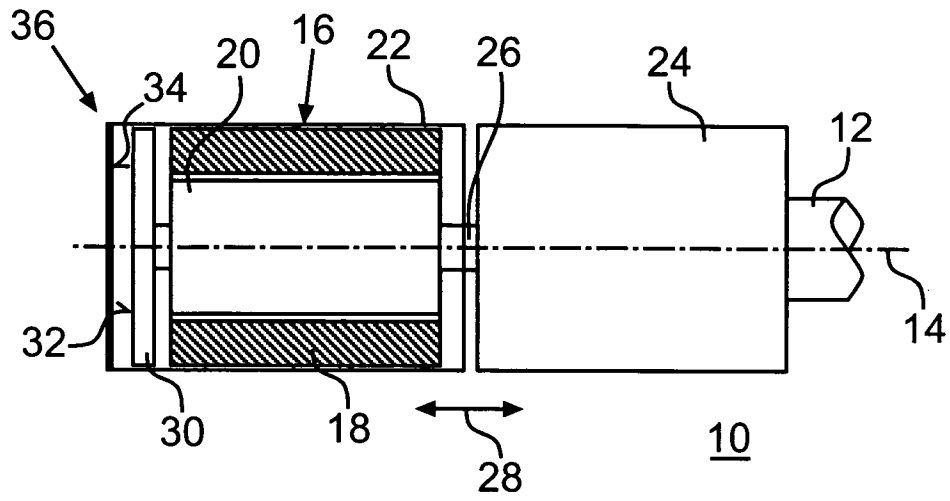


Fig.2