

(19)



(11)

**EP 2 017 457 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.01.2009 Patentblatt 2009/04**

(51) Int Cl.:  
**F02M 25/07<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08104103.0**

(22) Anmeldetag: **27.05.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(72) Erfinder:  
• **Köster, Andreas**  
**45149, Essen (DE)**  
• **Dismon, Heinrich**  
**52538, Gangelt (DE)**  
• **Nowak, Martin**  
**40476, Düsseldorf (DE)**  
• **Haushälter, Peter**  
**41065, Mönchengladbach (DE)**

(30) Priorität: **17.07.2007 DE 102007033675**

(71) Anmelder: **Pierburg GmbH**  
**41460 Neuss (DE)**

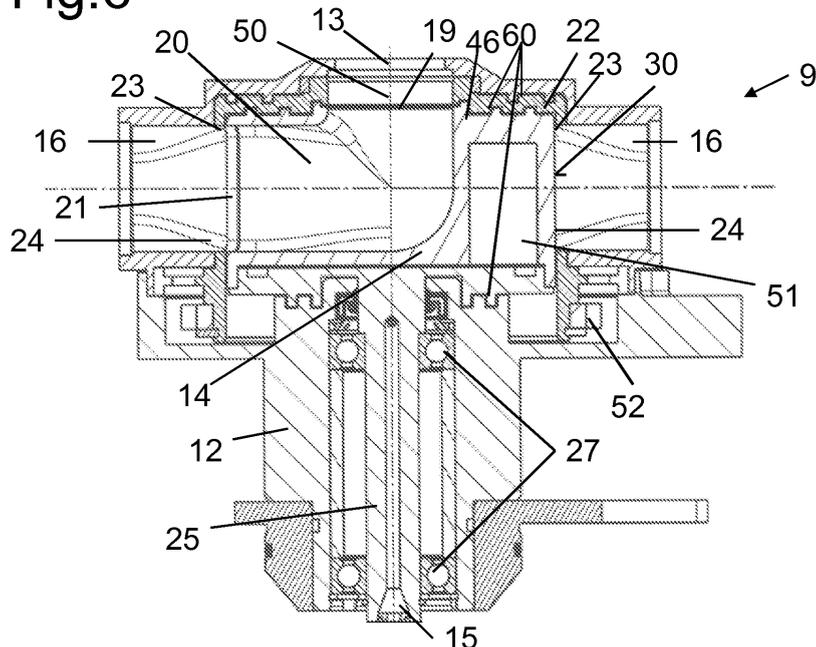
(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten**  
**Burgunder Strasse 29**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

### (54) **Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine**

(57) Es wird eine Abgasrückführvorrichtung vorgeschlagen, welche ein Verteilerelement (14) aufweist, das korrespondierend zur Drehzahl der Nockenwelle (11) einer Verbrennungskraftmaschine (1) angetrieben wird, wobei über das Verteilerelement (14) eine fluidische Verbindung eines Abgaseinlasskanals (13) mit je einem von zur Zylinderanzahl korrespondierenden Anzahl an Abgasauslasskanälen (16) herstellbar ist.

Vorteilhafterweise kann zusätzlich zum Verteilerelement (14) ein Steuerelement (22) Verwendung finden, welches über ein Stellelement (47) bewegbar ist und mittels dessen die Freigabe der fluidischen Verbindung zwischen der Auslassöffnung (21) des Verteilerelementes (14) und den Abgasauslasskanälen (16) der Abgasrückführvorrichtung (9) im Vergleich zum Phasenwinkel der Nockenwelle (11) verschiebbar ist.

**Fig.6**



**EP 2 017 457 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasmengenregler und mit einem Gehäuse, in dem ein zentraler Abgaseinlasskanal und mehrere zur Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine korrespondierende Abgasauslasskanäle angeordnet sind, wobei zwischen dem Abgaseinlasskanal und den Abgasauslasskanälen ein bewegbares Verteilerelement angeordnet ist, wobei das Verteilerelement korrespondierend zur Drehzahl einer Nockenwelle der Verbrennungskraftmaschine angetrieben ist und dass über das Verteilerelement eine fluidische Verbindung des Abgaseinlasskanals mit je einem der Abgasauslasskanäle herstellbar ist.

**[0002]** Es sind diverse Abgasrückführvorrichtungen und -systeme bekannt. Zur Verminderung der Emissionen wurden in den letzten Jahren verschiedene Systeme vorgestellt, über die das Abgas zur Verbesserung der Verbrennung zylinderselektiv zurückgeführt werden sollte. Dies wurde sowohl über einzelne Klappen realisiert, die in einzelnen zu den Zylinder führenden Abgasrückführleitungen angeordnet sind und gemeinsam betätigt wurden, wie es beispielsweise aus der DE 19842349 bekannt ist, als auch über zylinderinterne oder -nahe Abgasrückführung. Eine derartige System ist aus der DE 10 2005 025 904 bekannt. Hier sind jedoch zusätzliche Rückschlagklappen und mehrere Dosierventile in den Abgasrückführleitungen vorzusehen.

**[0003]** Als nachteilig bei der externen Abgasrückführung haben sich insbesondere die großen Volumina der Abgasrückführkanäle erwiesen. Durch die Einführung einzelner in den Abgasrückführkanälen vorhandener Drosselorgane konnten niedrigere Schadstoffemissionen erreicht werden, da eine genaue Restgassteuerung für jeden Zylinder möglich wird. Allerdings arbeiten diese bekannten Systeme mit einer gemeinsamen Betätigung für alle einzelnen Abgasrückführkanäle, so dass jeweils alle Abgasrückführleitungen synchron geöffnet werden.

**[0004]** Eine solche zylinderselektive Rückführung wird durch die DE 198 51 922 A1 offenbart, in der hinter einem Abgasrückführventil ein Rohr in einer Bohrung des Saugrohrs der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist, welches über eine elektrische Stelleinheit gedreht werden kann. Dieses Rohr, welches als Verteilerelement wirkt, weist eine Anzahl von Öffnungen auf, über die eine Verbindung zu einem zum Saugkanal führenden Abgasrückführkanal hergestellt werden kann. Hierdurch wird das Abgas erst zu einem späten Zeitpunkt in die Nähe des Zylinders zurückgeführt, so dass die Aufladung störende Schwingungen durch rückgeführtes Abgas im Saugrohr vermieden werden können.

**[0005]** Des Weiteren ist aus der DE 37 22 048 A1 eine Abgasrückführvorrichtung mit einem Gehäuse bekannt, in dem ein Abgaseinlasskanal und mehrere zur Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine korrespondierende Abgasauslasskanäle angeordnet sind. Zwischen dem Abgaseinlasskanal und den Abgasauslas-

skanälen ist ein mit der Drehzahl der Nockenwelle angetriebenes Verteilerelement im Gehäuse angeordnet, welches eine Durchgangsöffnung aufweist, über welche bei Rotation des Verteilerelementes eine fluidische Verbindung des Abgaseinlasskanals mit je einem der Abgasauslasskanäle hergestellt wird. Eine Phasenverschiebung zur Vor-oder Nachlagerung des Abgases oder zur Anpassung an veränderte Öffnungszeiten der Einlassventile ist nicht vorgesehen.

**[0006]** Aus der US 6,308,666 B1 ist eine interne Abgasrückführung bekannt, bei der das Abgas vom Auslassventil eines ersten Zylinders zum Auslassventil eines benachbarten zweiten Zylinders zurückgeführt wird. Um eine derartige Rückführung zu verhindern weist das Verbindungsrohr zwischen den beiden Zylindern eine Abzweigung auf, wobei im Rohr hinter der Abzweigung ein drehbares Element angeordnet ist, mittels dessen eine in die Atmosphäre zu führenden Abgasmenge gesteuert wird. Das Element dreht sich mit Nockenwellengeschwindigkeit. Über einen Phasenverschieber kann die rückgeführte beziehungsweise abgeführte Abgasmenge verändert werden.

**[0007]** Zur weiteren Verbesserung der Rohemissionen werden insbesondere variable Ventiltriebe entwickelt, deren Möglichkeiten zur internen Restgassteuerung jedoch sehr komplex und entsprechend kostenintensiv sind. Nachteilig bei bekannten kostengünstigeren Systemen zur externen Abgasrückführung sind jedoch die fehlende Systemdynamik sowie die Bemessung und Bemessung des rückgeführten Abgases zu den einzelnen Zylindern.

**[0008]** Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Abgasrückführvorrichtung zu schaffen, welche zylinderselektiv und zyklusgenau arbeitet, so dass den einzelnen Zylindern zum jeweils optimalen Zeitpunkt Abgas extern zugeführt werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs gelöst. Auf diese Weise kann zyklusgenau entsprechend zur Öffnung der Einlassventile der Verbrennungskraftmaschine jedem einzelnen Zylinder eine genau dosierte Menge Abgas zum optimalen Zeitpunkt zurückgeführt werden. Ein derartiges Steuerelement wirkt somit als den Abgasrückführstrom im Vergleich zur jeweiligen Öffnung der Einlassventile zeitlich verschiebendes Element, so dass beispielsweise Abgas, falls gewünscht, vorgelagert werden kann. Je nach Betriebszustand des Motors ist somit eine Anpassung des Zeitpunktes zum Rückführen des Abgas zum Zylinder möglich, so dass ein jeweils optimaler Zeitpunkt einstellbar ist.

**[0010]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Verteilerelement über eine Kupplung mit der Nockenwelle verbunden und dreht sich mit der Drehzahl der Nockenwelle. Dies kann beispielsweise über eine formschlüssige Kupplung oder über entsprechende Zahnrad- oder Riementriebe gewährleistet werden. Auf diese Weise wirkt der Antrieb des Verteilerelementes mit exakt der gleichen Drehzahl wie die Nockenwelle, so

dass die Zyklusgenauigkeit auf einfache Weise sichergestellt ist.

**[0011]** In einer weiterführenden Ausgestaltung weist das Verteilerelement eine Einlassöffnung auf, die eine fluidische Verbindung zum Abgaseinlasskanal aufweist und eine Auslassöffnung auf, welche mit je einem der Abgasauslasskanäle verbindbar ist. Somit wird bei einer Übersetzung von 1:1 zwischen der Nockenwelle und dem Verteilerelement jeweils das Abgas beispielsweise genau zu dem Zeitpunkt zu dem jeweiligen Zylinder zurückgeführt, bei dem eine Öffnung des Einlassventils vorliegt.

**[0012]** In einer besonderen Ausführungsform weist das Verteilerelement eine zylinderförmige Außenfläche auf, wodurch eine Drehung des Verteilerelementes bei gleichzeitig möglicher sicherer Abdichtung gewährleistet wird.

**[0013]** In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform weist das Verteilerelement an seiner zylinderförmigen Außenfläche eine erste Nut auf, die sich zumindest in axialer Richtung erstreckt und als Auslassöffnung dient und eine zweite Nut auf, die mit der ersten Nut in fluidischer Verbindung steht, sich jedoch über den Umfang der Außenfläche des Verteilerelementes erstreckt und als Einlassöffnung dient. Diese Nut wird bei einer derartigen Ausführung bei geöffnetem Abgasmengenregler mit Abgas gefüllt, so dass bei Drehung der zylinderförmigen Außenfläche das Abgas über die erste Nut zum Abgasauslass strömen kann. Eine derartige Strömung erfolgt jeweils, wenn eine Überdeckung zwischen der Auslassöffnung und dem Abgasauslasskanal vorhanden ist. Eine derartige Überdeckung findet pro Zylinder einmal je Umdrehung des Verteilerelementes statt. So kann auf einfache und kostengünstige Weise eine Verteilung über ein Verteilerelement realisiert werden.

**[0014]** In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform ist das Verteilerelement axial verschiebbar im Gehäuse angeordnet und die erste Nut ist auf der Außenfläche des Verteilerelementes unter einem Winkel zur Mittelachse angeordnet, so dass das Verteilerelement gleichzeitig als Steuerelement dient. Bei einer derartigen unter einem Winkel zur Mittelachse verlaufenden Nut wird der Phasenwinkel der Überschneidung des Abgasauslasskanals mit der Auslassöffnung des Verteilerelementes im Vergleich zum Nockenwellenwinkel durch die axiale Verschiebung des Kolbens geändert, so dass auf einfache Art und Weise die Funktion des Verteilerelementes und des zur Phasenverschiebung dienenden Steuerelementes in einem Bauteil vereinigt werden.

**[0015]** In einer alternativen Ausführungsform weist das Verteilerelement eine kreisförmige Grundfläche auf, in der eine Einlassöffnung ausgebildet ist, die mit einer Auslassöffnung fluidisch verbunden ist, die an der Außenfläche des Zylinders angeordnet ist. Ein derartiges Verteilerelement kann im Vergleich zum vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel axial kleiner gebaut werden. Die Anströmung erfolgt bei einer derartigen Anordnung axial, so dass je nach zur Verfügung stehendem Bau-

raum eine der Ausführungsformen bevorzugt werden kann.

**[0016]** In einer hierzu weiterführenden Ausführung weist die kreisförmige Grundfläche des Verteilerelementes eine ringförmige Nut auf, die als Einlassöffnung dient und deren Außendurchmesser kleiner ist als der Durchmesser der zylinderförmigen Außenfläche. Somit wird auch bei axialem, jedoch nicht zentralem Einlass ständig die Nut mit Abgas gefüllt, vorausgesetzt, ein vorgeschalteter Abgasmengenregler lässt einen derartigen Abgasstrom zu.

**[0017]** Alternativ hierzu weist das Verteilerelement eine zentrale Einlassöffnung auf. Bei einer derartigen Einlassöffnung können größere Durchströmungsquerschnitte im Verteilerelement realisiert werden. Auch die Herstellung eines derartigen Elementes ist im Vergleich zum Vorbeschriebenen kostengünstiger.

**[0018]** Vorzugsweise weist das Steuerelement eine hohlzylindrische Wand mit Durchgangsöffnungen auf, deren Anzahl der Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine entspricht, wobei die hohlzylindrische Wand zumindest mit dem Abschnitt, in dem die Durchgangsöffnungen angeordnet sind, zwischen dem Verteilerelement und den Abgasauslasskanälen angeordnet ist und wobei die Ausdehnung der Durchgangsöffnungen in Umfangsrichtung kleiner ist als die Ausdehnung der sich in Strömungsrichtung anschließenden Enden der Abgasauslasskanäle. Ein derartiges Steuerelement kann beispielsweise als einseitig offener Hohlzylinder ausgeführt werden und somit das Verteilerelement radial umschließen. Durch Verdrehen dieses Steuerelementes im Vergleich zu den Abgasauslasskanälen kann wiederum der Phasenwinkel im Vergleich zum Phasenwinkel der Nockenwelle vor- oder nachgelagert, also verschoben werden. Auch eine Verdrehung neben die Abgasauslasskanäle ist denkbar, wodurch der Abgasstrom vollständig gestoppt würde. Die Durchgangsöffnungen können von der Ausdehnung in Umfangsrichtung etwa die Größe aufweisen wie die Austrittsöffnung des Verteilerelementes, so dass zu einem bestimmten Zeitpunkt pro Umdrehung eine genaue Überdeckung beider Öffnungen vorhanden wäre. Zu diesem Zeitpunkt würde der maximale Abgasstrom zu dem jeweiligen Zylinder zurückgeführt werden.

**[0019]** In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform ist der Abgasmengenregler durch das Steuerelement gebildet, welches axial verschiebbar im Gehäuse angeordnet ist, wobei die axiale Höhe der Durchtrittsöffnung der Höhe der sich anschließenden Enden der Abgasauslasskanäle entspricht. Dies bedeutet, dass das durch eine axiale Verschiebung des Steuerelementes das jeweils zu öffnende Fenster im Vergleich zum Abgasauslasskanal verkleinert würde. Hierdurch wäre eine Abgasmengenregelung bei gleichzeitiger möglicher Phasenverschiebung realisierbar. Dies bedeutet, dass mit wenigen Bauteilen sowohl die rückgeführte Abgasmenge als auch der Zeitpunkt genau an die Anforderungen der Verbrennungskraftmaschine angepasst werden

könnten.

**[0020]** In einer zu den beiden vorherbeschriebenen Ausführungen alternativen Form ist das Steuerelement als drehbar angeordnete Scheibe mit einer zur Zylinderzahl entsprechenden Anzahl an axialen Durchgangsöffnungen ausgebildet und ist zwischen einem mit der Drehzahl der Nockenwelle rotierenden Verteilerelement mit einer Einlass- und Auslassöffnung und einem Teil des Gehäuses angeordnet, in dem eine zur Zylinderanzahl entsprechende Anzahl an Abgasauslasskanälen ausgebildet ist, wobei die zum Steuerelement gewandten Enden der Abgasauslasskanäle in Umfangsrichtung eine größere Erstreckung aufweisen als die Durchgangsöffnungen des Steuerelementes. Es ergibt sich somit ein sehr flach bauendes Verteiler- und Steuerelement, welches im Übrigen auf gleiche Weise wie in den anderen Beispielen die zyklusgenaue und zylinderselektive Abgasrückführung sicherstellt. Vorteilhaft ist hier, dass eine vollständige axiale Durchströmung ohne Richtungsänderung der Strömungswege realisiert wird.

**[0021]** Vorzugsweise ist der Abgasmengenregler ein Abgasrückführventil, welches im Abgaseinlasskanal angeordnet ist und beispielsweise als Kegelventil ausgeführt werden kann. Mit einem derartigen Ventil kann zuverlässig eine genaue Abgasmenge dosiert werden.

**[0022]** Diese Ausführungen erhöhen deutlich die bisher bekannte Systemdynamik und verbessern die AGR-Beimessung eines jeden Zylinders. So kann zyklusgenau dosiert und somit die Verbrennung bei Abgasrückführung optimiert werden.

**[0023]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

Figur 1 zeigt die Anordnung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung an einem Verbrennungsmotor in schematischer Darstellung.

Figur 2 zeigt in geschnittener Darstellung eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung in Seitenansicht.

Figur 3 zeigt eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung in geschnittener Darstellung.

Figur 4 zeigt eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung in geschnittener Darstellung.

Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Abgasrückführvorrichtung aus Figur 4 in geschnittener Darstellung.

Figur 6 zeigt eine Seitenansicht einer weiteren alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Abgasrückführventils in geschnittener Darstellung.

**[0024]** Die Figur 1 zeigt eine Verbrennungskraftmaschine 1 mit vier Zylindern 2, die über ein Saugrohr 3 mit Luft versorgt werden. Hinter einem Abgaskrümmern 4 wird Abgas über eine externe Abgasrückföhrleitung 5 zur Verbrennungskraftmaschine 1 zurückgeföhrt. Der übrige Abgasstrom strömt über eine Turbine 6 in die Atmosphäre. Das Saugrohr 3 erhält die Luft über einen mit der Turbine 6 gekoppelten Verdichter 7. In der Abgasrückföhrleitung 5 ist ein Abgasmengenregler 8 angeordnet, der sich vor einer Abgasrückföhrvorrichtung 9 befindet, in welche das geregelte Abgas vom Abgasmengenregler 8 einströmt. Von der Abgasrückföhrvorrichtung 9 föhren vier Einzelabgasrückföhrleitungen 10 zu den Einzelansaugkanälen des Saugrohres 3 oder direkt zu den einzelnen Einlasskanälen der Zylinder 2 der Verbrennungskraftmaschine. Erfindungsgemäß ist die Abgasrückföhrvorrichtung 9 mit einer Nockenwelle 11 der Verbrennungskraftmaschine 1 gekoppelt. Auf welche Weise diese Kopplung zur zyklusgenauen Rückföhrung des Abgases erfolgen kann, ist in den folgenden Figuren dargestellt.

**[0025]** Die Figur 2 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, bei dem die Abgasrückföhrvorrichtung 9 aus einem Gehäuse 12 besteht, in dem ein Abgaseinlasskanal 13 ausgebildet ist, der mit einem Verteilerelement 14 korrespondiert, welches über eine Kupplung 15, die an einem Zapfen 25 des Verteilerelementes 14 ausgebildet ist, mit der Nockenwelle 11 verbindbar ist und sich somit im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine mit Nockenwellendrehzahl im Gehäuse 12 dreht.

**[0026]** Neben dem im Gehäuse 12 angeordneten Abgaseinlasskanal 13 sind am Gehäuse 12 vier Abgasauslasskanäle 16 ausgebildet entsprechend zur Anzahl der Zylinder 2 der Verbrennungskraftmaschine 1, von denen in der Figur zwei ersichtlich sind. Entsprechend zur zylindrischen Form des sich drehenden Verteilerelementes 14 ist der Abgaseinlasskanal 13 radial im zylinderförmigen Gehäuse 12 angeordnet, während die vier Abgasauslasskanäle 16 in gleichmäßigem Abstand, also im Abstand von jeweils 90° zueinander gleichmäßig an der Grundfläche des Gehäuses 12 verteilt und in axialer Richtung verlaufend ausgebildet. Im Inneren des Gehäuses 12 ist um das Verteilerelement 14 im Gehäuse 12 eine umlaufende Nut 17 ausgeformt, die einen Kanal 18 bildet, über den einströmendes Abgas aus dem Abgaseinlasskanal 13 gleichmäßig über den Umfang des Verteilerelementes 14 verteilt wird. Dieser Kanal 18 weist eine ständige fluidische Verbindung zu einer Einlassöffnung 19 des Verteilerelementes 14 auf, so dass jeweils über die Einlassöffnung 19 Abgas in das Verteilerelement 14 strömen kann.

**[0027]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel verläuft im Verteilerelement 14 ein Strömungskanal 20, der in einer axial verlaufenden Auslassöffnung 21 mündet und eine ständige fluidische Verbindung zwischen der Auslassöffnung 21 und dem Abgaseinlasskanal 13 sicherstellt. Diese Auslassöffnung 21 ist in gleichem radialen

Abstand zur Drehachse des Verteilerelementes 14 angeordnet wie die Abgasauslasskanäle 16 des Gehäuses 12, so dass bei jeder Drehung des Verteilerelementes 14 jeweils eine Überschneidung der Auslassöffnung 21 mit jedem der Abgasauslasskanäle 16 stattfindet. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, das Verteilerelement 14 als flache Scheibe auszuführen und somit Abgas in den gesamten Bereich oberhalb des Verteilerelementes 14 einzuleiten, so dass dann eine axiale Durchgangsöffnung durch die Scheibe die Funktionen des Kanals 20 sowie der Einlassöffnung 19 und der Auslassöffnung 21 erfüllen würde.

**[0028]** Zwischen dem Verteilerelement 14 und dem Gehäuse 12 mit den Abgasauslasskanälen 16 ist zusätzlich ein Steuerelement 22 angeordnet, welches vier Durchgangsöffnungen 23 aufweist, die ebenfalls in gleichem radialen Abstand zur Drehachse des Verteilerelementes 14 angeordnet sind wie die Auslassöffnung 21 bzw. die Abgasauslasskanäle 16. Dieses Steuerelement 22 ist ebenfalls als kreisförmige Scheibe ausgeführt und weist einen zentralen Zapfen 26 auf, über den das kreisförmige Steuerelement 22 mittels eines nicht dargestellten Stellelementes im Gehäuse 12 gedreht werden kann.

**[0029]** Die Durchgangsöffnungen 23 des Steuerelementes 22 sind in Umfangsrichtung des Steuerelementes 22 kürzer ausgebildet als korrespondierende Enden 24 der Abgasauslasskanäle 16. Hierdurch wird es möglich, durch leichtes Verdrehen des Steuerelementes 22, den Zeitpunkt der Abgasrückführung zum jeweiligen Zylinder 2 im Vergleich zum Nockenwellendrehwinkel nach hinten bzw. vorne zu verschieben.

**[0030]** Wird nun beispielsweise die Durchgangsöffnung 23 des Steuerelementes 22 im Vergleich zur Drehrichtung der Nockenwelle in entgegengesetzter Richtung verdreht, erfolgt eine frühere Überschneidung der Auslassöffnung 21 des Verteilerelementes 14 mit der entsprechenden Durchgangsöffnung 23 des Verteilerelementes 22, so dass früher Abgas zu den Zylindern 2 geführt wird. Selbstverständlich ist auch eine Verdrehung in die entgegengesetzte Richtung zum Hinauszögern der Abgasrückführung während des Zyklusses denkbar.

**[0031]** Zu Sicherstellung der Funktion ist es notwendig, das Verteilerelement 14 als auch das Steuerelement 22 gegeneinander und zum Gehäuse 12 abzudichten, was beispielsweise über als Labyrinthdichtung 60 wirkende Nuten und korrespondierende Stege erfolgen kann. Die Lagerung des Steuerelementes 22 und des Verteilerelementes 14 erfolgt über die sich axial erstreckenden Zapfen 25, 26, die in den Erfordernissen entsprechenden Lagereinheiten 27 im Gehäuse 12 angeordnet sind. Zusätzlich können zur Abdichtung nach außen weitere Dichtelemente verwendet werden.

**[0032]** In der Beschreibung der folgenden Figuren werden für funktionsgleiche Bauteile gleiche Bezugszeichen verwendet.

**[0033]** Die alternative Ausführung einer erfindungsgemäßen Abgasrückführvorrichtung 9 gemäß Figur 3 besteht aus einem mehrteiligen Gehäuse 12, in dem wie-

derum das Verteilerelement 14 angeordnet ist, welches eine zylinderförmige Außenfläche 30 aufweist. Das Verteilerelement weist an seinen axialen Enden jeweils einen Zapfen 25, 42 auf, von denen der eine als Kupplung 15 zur Nockenwelle 11 dient und der andere im Gehäuse 12 gelagert ist.

**[0034]** An der zylinderförmigen Außenfläche 30 ist eine erste Nut 31 angeordnet, welche sich an der zylinderförmigen Außenfläche 30 in Axial- und gleichzeitig in Umfangsrichtung erstreckt. Dies bedeutet, dass diese erste Nut 31 in einem Winkel zur Drehachse des Verteilerelementes 14 angeordnet ist. Diese erste Nut 31 dient gleichzeitig als Auslassöffnung 21 für in das Gehäuse 12 strömende Abgas zu einem am Gehäuse ausgebildeten Abgasauslasskanal, der sich radial zum Verteilerelement 14 erstreckt und als Kanal 20 zur fluidischen Verbindung mit einer Einlassöffnung 19 des Verteilerelementes 14. Diese Einlassöffnung 19 wird durch eine zweite Nut 32 gebildet, die sich in Umfangsrichtung erstreckt und in fluidischer Verbindung zu einem im Gehäuse 12 ausgebildeten Abgaseinlasskanal 13 steht, der sich radial erstreckt. Im Abgaseinlasskanal ist ein Abgasmengenregler 8 in Form eines Abgasrückführventils angeordnet, welches an das Gehäuse 12 angeflanscht ist.

**[0035]** Insgesamt sind wiederum gleichmäßig über den Umfang verteilt vier Abgasauslasskanäle 16 im Gehäuse 12 ausgebildet, die sich radial erstrecken und von denen auch in diesem Ausführungsbeispiel zwei ersichtlich sind. Wird das Verteilerelement 14 nun mit Nockenwellendrehzahl gedreht so entsteht erneut pro Umdrehung einmal pro Abgasauslasskanal 16 eine fluidische Verbindung dessen zum Abgaseinlasskanal 13, so dass Abgas zum jeweiligen angeschlossenen Zylinder 2 zurückgeführt wird. Entsprechend ist die Abgasrückführvorrichtung auch hier für eine Vierzylinder-Verbrennungskraftmaschine geeignet.

**[0036]** Des Weiteren ist im Gehäuse 12 ein Kühlkanal 33 ausgebildet, der sich in mehreren Windungen um die erste Nut 31 erstreckt, so dass das Abgas gleichzeitig in dieser Abgasrückführvorrichtung 9 gekühlt werden kann.

**[0037]** Das Verteilerelement 14 ist nicht nur drehbar im Gehäuse 12 angeordnet, sondern kann gleichzeitig auch über ein nicht dargestelltes Stellelement axial im Gehäuse 12 verschoben werden. Hierdurch wird erreicht, dass die schräg verlaufende erste Nut 31 zu den Abgasauslasskanälen 16 verschoben wird, wodurch die jeweilige Verbindung zwischen Abgaseinlasskanal 13 und den Abgasauslasskanälen 16 im Vergleich zum vorhandenen Drehwinkel der Nockenwelle 11 und somit zum Öffnungszeitpunkt der Einlassventile verschoben wird. Entsprechend dient dieses Verteilerelement 14 gleichzeitig als Steuerelement 22, so dass eine zyklusgenaue Dosierung und beispielsweise eine Vorlagerung des rückgeführten Abgases zum Einlassventil möglich werden. Der Zeitpunkt der Zuführung ist somit von der axialen Stellung des Verteilerelementes 14 abhängig.

Es sollte deutlich sein, dass bei einer derartigen Ausführung die Kupplung 15 zur Nockenwelle 11 entsprechend

ausgeführt werden muss und zur axialen Verstellung beispielsweise der Zapfen 25 mit dem entsprechenden Stellelement verbunden werden muss. Auch bei dieser Ausführung muss eine entsprechende Lagerung und Abdichtung des Verteilerelementes vorgesehen werden.

**[0038]** In der Figur 4 ist eine weitere alternative Abgasrückführvorrichtung 9 dargestellt, welche wiederum ein in einem Abgaseinlasskanal 13 angeordneten Abgasmengenregler 8 aufweist, über den Abgas in das Gehäuse 12 strömen kann. Dieses Gehäuse 12 ist wiederum mehrteilig ausgebildet, wobei in dem an den Abgasmengenregler 8 anschließenden Gehäuseteil wiederum ein Kühlkanal 33 ausgebildet ist.

**[0039]** Der Abgaseinlasskanal 13 erstreckt sich zum Verteilerelement 14, welches in vorliegender Ausführungsform eine kreisförmige Grundfläche 40 aufweist, in der eine ringförmige Nut 41 ausgebildet ist, die als Einlassöffnung 19 des Verteilerelementes zum Abgaseinlasskanal 13 dient. Diese ringförmige Nut 41 weist einen kleineren Durchmesser auf als die zylinderförmige Außenfläche 30 des Verteilerelementes 14. Sie weist eine fluidische Verbindung über den Kanal 20 zu einer radial verlaufenden Auslassöffnung 21 auf, über die eine fluidische Verbindung zu jeweils einem der vier Abgasauslasskanäle 16 hergestellt werden kann, die wiederum im Gehäuse 12 ausgebildet sind.

**[0040]** Das Verteilerelement 14 weist auch in dieser Ausführung zwei Zapfen 25, 42 auf, wobei am Ende des Zapfens 25 die Kupplung 15 zur Nockenwelle 11 ausgeformt ist. Des Weiteren dient dieser Zapfen 25 als eine Lagerstelle des Verteilerelementes 14 im Gehäuse 12, wobei diese Lagereinheit 43 als Kugellager ausgebildet ist. Der in entgegengesetzter axialer Richtung verlaufende Zapfen 42 ist ebenfalls in zwei Lagern 44, 45 gelagert, deren Außenring jeweils an einem im Wesentlichen glockenförmig ausgebildeten Steuerelement 22 anliegen. Dieses Steuerelement weist somit eine hohlzylindrische Wand 48 auf, die das Verteilerelement 14 radial umgibt, während die obere Fläche des glockenförmigen Steuerelementes 22 die zur Grundfläche 40 entgegen gesetzte Oberfläche 46 des Verteilerelementes 14 abdeckt. Das Steuerelement 22 ist über ein Stellelement 47 drehbar im Gehäuse 12 angeordnet.

**[0041]** Aus der Figur 5, welche einen Schnitt entlang der Linien E-E der Figur darstellt, wird deutlich, dass auch dieses Steuerelement 22 Durchgangsöffnungen 23 aufweist, deren Erstreckung in Umfangsrichtung kleiner ist als das zu den Durchgangsöffnungen 23 gewandte Ende 24 der Abgasauslasskanäle 16. Bezüglich der Umfangserstreckung noch kleiner ausgeführt ist die Auslassöffnung 21 des Verteilerelementes 14.

**[0042]** Aus dieser Ansicht wird sehr deutlich, dass bei Drehung des Verteilerelementes 14 mit Nockenwellengeschwindigkeit pro Umdrehung jeder der vier Abgasauslasskanäle 16 einmal von der Auslassöffnung 21 überstrichen wird, so dass zu diesem Zeitpunkt in den entsprechenden Abgasauslasskanal 16 Abgas strömen kann, vorausgesetzt, der Abgasmengenregler 8 gibt ei-

nen entsprechenden Querschnitt frei. Nimmt man nun an, dass sich das Verteilerelement 14 im Uhrzeigersinn dreht und bewegt man gleichzeitig über das Stellelement 47 das Steuerelement 22 entgegen des Uhrzeigersinnes, beispielsweise so, dass jeweils die vordere Kante der Durchgangsöffnung 23 und das Ende 24 der Abgasauslasskanäle 16 übereinander liegen, so wird deutlich, dass die fluidische Verbindung im Vergleich zur Drehung der Nockenwelle 11 und somit zur Öffnung des jeweiligen Einlassventils zeitlich nach vorne verschoben wird. Entsprechend kann auch bei Verdrehung des Steuerelementes 22 im Uhrzeigersinn der Zeitpunkt der Abgasrückführung im Vergleich zum Zeitpunkt der Öffnung des Einlassventils des Zylinders 2 nach hinten verschoben werden.

**[0043]** Des Weiteren wird deutlich, dass es möglich ist, das Steuerelement 22 soweit zu verdrehen, dass die Durchgangsöffnungen 23 außerhalb des Bereichs der Enden 24 der Abgasauslasskanäle 16 angeordnet ist, wodurch der rückgeführte Abgasstrom vollständig unterbrechbar ist.

**[0044]** Betrachtet man nun wiederum Figur 4, so wird des Weiteren deutlich, dass bei gleicher Höhe der Durchgangsöffnungen 23 und der Enden 24 der Abgasauslasskanäle durch axiale Verschiebung des Verteilerelementes 14 auch eine Abgasmengenregelung möglich wäre, so dass der vorgeschaltete Abgasmengenregler 8 entfallen könnte. Hierzu wäre selbstverständlich eine zusätzliche axiale Stelleinheit am Steuerelement 22 vorzusehen. Des Weiteren wäre selbstverständlich die freie Höhe des Gehäuses 12, welches in der dargestellten Ausführungsform das Steuerelement 22 axial begrenzt, anders zu wählen. Auch bei dieser Ausführung sind selbstverständlich entsprechende Abdichtungen vorzusehen.

**[0045]** Das Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 6 ist ähnlich zu dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel, wobei der Abgaseinlasskanal 13 in dieser Ausführungsform zentral im Bereich der Drehachse des Verteilerelementes 14 angeordnet ist. Entsprechend weist auch das Steuerelement 22 eine entsprechende axial verlaufende Durchgangsöffnung 50 auf, die in die zentrale Einlassöffnung 19 des Verteilerelementes 14 mündet. Im Verteilerelement 14 ist erneut der Kanal 20 zur fluidischen Verbindung zur radial verlaufenden Auslassöffnung 21 des Verteilerelementes 14 ausgebildet, welcher in vorbeschriebener Weise über die radiale Durchgangsöffnung 23 des Steuerelementes 22 mit dem jeweiligen Abgasauslasskanal 16 durch Drehung des Verteilerelementes 14 verbindbar ist.

**[0046]** Wie im vorbeschriebenen Beispiel weist selbstverständlich das Verteilerelement 14 eine einzelne Auslassöffnung 21 auf, während das Steuerelement 22 sowie das Gehäuse 12 wiederum vier Abgasauslasskanäle 16 bzw. vier Durchgangsöffnungen 23 aufweisen, von denen zwei ersichtlich sind.

**[0047]** Zur Gewichtsverminderung ist das Verteilerelement 14 mit Hohlräumen 51 ausgeführt. Durch die zen-

trale Einleitung des Abgases muss das nicht dargestellte Stellelement selbstverständlich zum Antrieb des Steuerelementes 22 bei der vorliegenden Ausführungsform anders angeordnet werden. Hierzu ist am Steuerelement 22 ein Zahnrad 52 ausgebildet, das mit einem nicht dargestellten Zahnrad kämmt, welches beispielsweise auf der Welle eines Stellelementes 47 angeordnet sein kann.

[0048] Die Lagerung des Verteilerelementes 14 erfolgt in diesem Fall einseitig über zwei Kugellager, die die Lagereinheit 27 bilden, wobei der zur Nockenwelle 11 führende Zapfen 25 deutlich verlängert ausgebildet werden muss. Des Weiteren ist aus der Zeichnung ersichtlich, dass sowohl das außen liegende Gehäuse 12 als auch das Verteilerelement 14 und das Steuerelement 22 korrespondierende Nuten und Stege aufweisen, die wie im ersten Ausführungsbeispiel als Labyrinthdichtungen 60 dienen. Zusätzlich ist im Bereich des Abgaseinlasskanals 11 eine ringförmige Dichtung 53 angeordnet, welche dem gleichen Zweck dient.

[0049] Es wird deutlich, dass durch die beschriebenen Ausführungsformen eine Abgasrückführvorrichtung geschaffen wird, welche zylinderselektiv und zyklusgenau arbeitet, wobei eine Phasenverschiebung zum Drehwinkel der Nockenwelle und somit zum Öffnungszeitpunkt des Einlassventils der jeweiligen Zylinder möglich wird. Hierdurch können Emissionen von Verbrennungskraftmaschinen weiter verringert werden. Es entsteht somit eine prozesssynchrone Abgasrückführsteuerung mit sehr geringen Totzeiten.

[0050] Selbstverständlich sind zu diesem Zweck verschieden konstruktiv von den beschriebenen Ausführungsformen abweichende Abgasrückführvorrichtungen denkbar, wobei erfindungsgemäß insbesondere der Antrieb des Verteilerelementes mit einer zur Drehzahl der Nockenwelle korrespondierenden Drehzahl gegeben sein sollte, um eine Verbindung des jeweiligen Abgasrückführkanals entsprechend zum Zyklus des Verbrennungsmotors herzustellen. Denkbar ist es auch, die Steueröffnungen des Verteilerelementes konturiert auszuführen, um den Volumenstromverlauf gegebenenfalls über die Öffnung eines Einlassventils zu ändern.

### Patentansprüche

1. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Abgasmengenregler und mit einem Gehäuse, in dem ein Abgaseinlasskanal und mehrere zur Anzahl der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine entsprechende Abgasauslasskanäle angeordnet sind, wobei zwischen dem Abgaseinlasskanal und den Abgasauslasskanälen ein bewegbares Verteilerelement angeordnet ist, wobei das Verteilerelement (14) korrespondierend zur Drehzahl einer Nockenwelle (11) der Verbren-

nungskraftmaschine (1) angetrieben ist und dass über das Verteilerelement (14) eine fluidische Verbindung des Abgaseinlasskanals (13) mit je einem der Abgasauslasskanäle (16) herstellbar ist

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasrückführvorrichtung (9) ein Steuerelement (22) aufweist, welches über ein Stellelement (47) bewegbar ist und mittels dessen die Freigabe der fluidischen Verbindung zwischen der Auslassöffnung (21) des Verteilerelementes (14) und den Abgasauslasskanälen (16) der Abgasrückführvorrichtung (9) im Vergleich zum Phasenwinkel der Nockenwelle (11) verschiebbar ist..

2. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) über eine Kupplung (15) mit der Nockenwelle (11) verbunden ist und sich mit der Drehzahl der Nockenwelle (11) dreht.
3. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) eine Einlassöffnung (19) aufweist, die eine fluidische Verbindung zum Abgaseinlasskanal (13) aufweist und eine Auslassöffnung (21) aufweist, welche mit je einem der Abgasauslasskanäle (16) verbindbar ist.
4. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) eine zylinderförmige Außenfläche (30) aufweist.
5. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) an seiner zylinderförmigen Außenfläche (30) eine erste Nut (31) aufweist, die sich zumindest in axialer Richtung erstreckt und als Auslassöffnung (21) dient und eine zweite Nut (32) aufweist, die mit der ersten Nut (31) in fluidischer Verbindung steht, sich über den Umfang der Außenfläche (30) des Verteilerelementes (14) erstreckt und als Einlassöffnung (19) dient.
6. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) axial verschiebbar im Gehäuse (12) angeordnet ist und die erste Nut (31) auf der Außenfläche (30) des Verteilerelementes (14) unter einem Winkel zur Mittelachse angeordnet ist, so dass das Verteilerelement (14) als Steuerelement (22) dient.
7. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungs-

- kraftmaschine nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) eine kreisförmige Grundfläche (40) aufweist, in der eine Einlassöffnung (19) ausgebildet ist, die mit einer Auslassöffnung (21) fluidisch verbunden ist, die an der zylinderförmigen Außenfläche (30) des Verteilerelementes (14) angeordnet ist. 5
8. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die kreisförmige Grundfläche (40) des Verteilerelementes (14) eine ringförmige Nut (41) aufweist, die als Einlassöffnung (19) dient und deren Außendurchmesser kleiner ist als der Durchmesser der zylinderförmigen Außenfläche (30). 10 15
9. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilerelement (14) eine zentrale Einlassöffnung (19) aufweist. 20
10. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 5 oder 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerelement (22) eine hohlzylindrische Wand (47) mit Durchgangsöffnungen (23) aufweist, deren Anzahl der Anzahl der Zylinder (2) der Verbrennungskraftmaschine (1) entspricht, wobei die hohlzylindrische Wand (48) zumindest mit dem Abschnitt, in dem die Durchgangsöffnungen (23) angeordnet sind, zwischen dem Verteilerelement (14) und den Abgasauslasskanälen (16) angeordnet ist und wobei die Ausdehnung der Durchgangsöffnungen (23) in Umfangsrichtung kleiner ist als die Ausdehnung der sich in Strömungsrichtung anschließenden Enden (24) der Abgasauslasskanäle (16). 25 30 35
11. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgasmengenregler (8) durch das Steuerelement (22) gebildet ist, welches axial verschiebbar im Gehäuse (12) angeordnet ist, wobei die axiale Höhe der Durchgangsöffnungen (23) der Höhe der sich anschließenden Enden (24) der Abgasauslasskanäle (16) entspricht. 40 45
12. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerelement (22) als drehbar angeordnete Scheibe mit einer zur Zylinderanzahl entsprechenden Anzahl an axialen Durchgangsöffnungen (23) ausgebildet ist und zwischen einem mit der Drehzahl der Nockenwelle rotierenden Verteilerelement (14) mit einer Einlass- und Auslassöffnung (19, 21) und einem Teil des Gehäuses (12) angeordnet ist, in dem eine zur Zylinderanzahl entsprechende Anzahl an Abgasauslasskanälen (16) ausgebildet ist, wobei die zum Steuerelement (22) gewandten Enden (24) der Abgasauslasskanäle (16) in Umfangsrichtung eine größere Erstreckung aufweisen als die Durchgangsöffnungen (23) des Steuerelementes (22). 50 55
13. Abgasrückführvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgasmengenregler (8) ein Abgasrückführventil ist, welches im Abgaseinlasskanal (13) angeordnet ist.

Fig.1

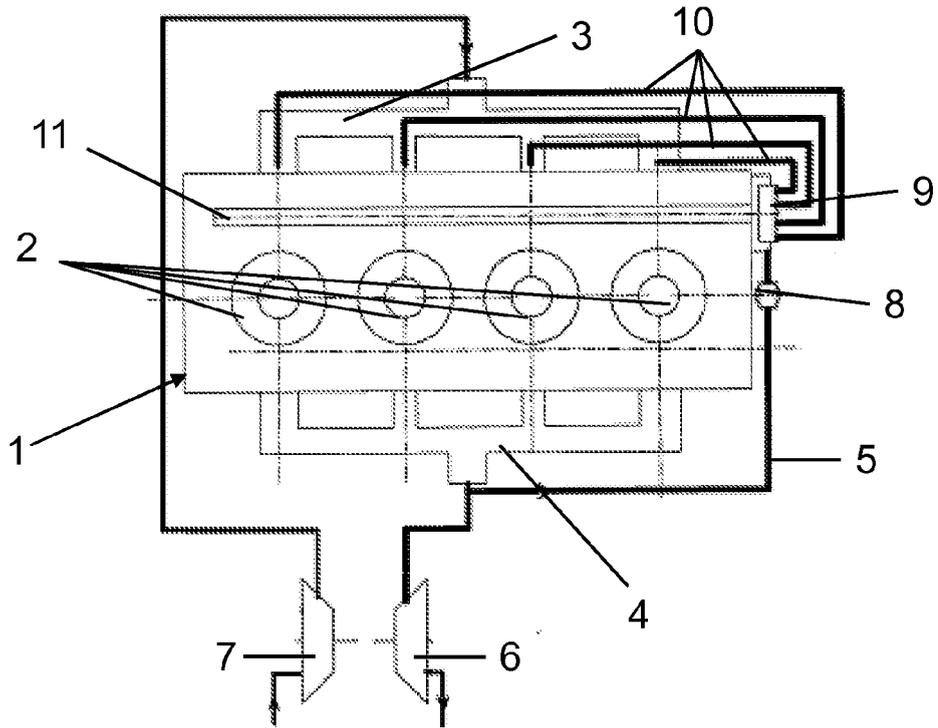


Fig.2

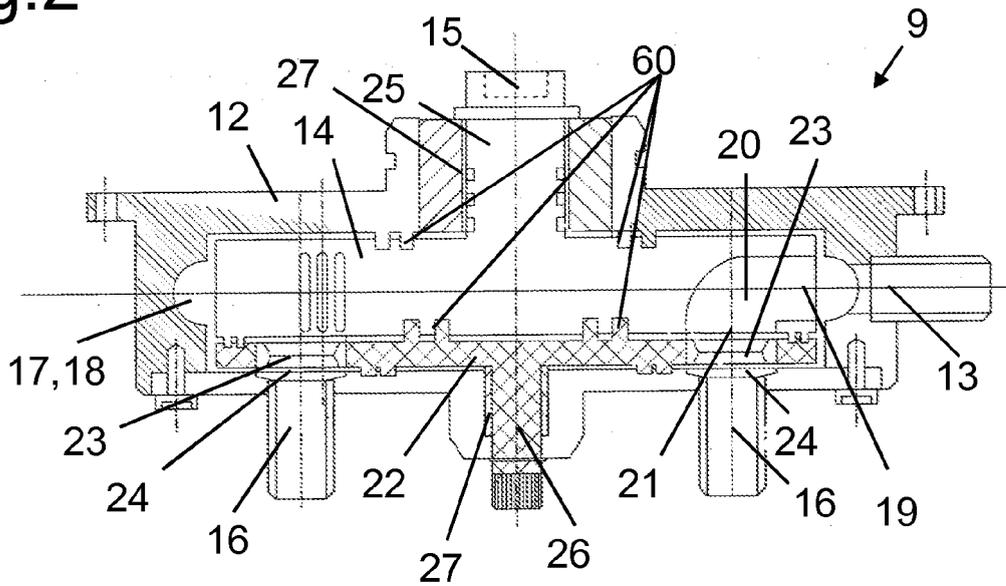


Fig.3

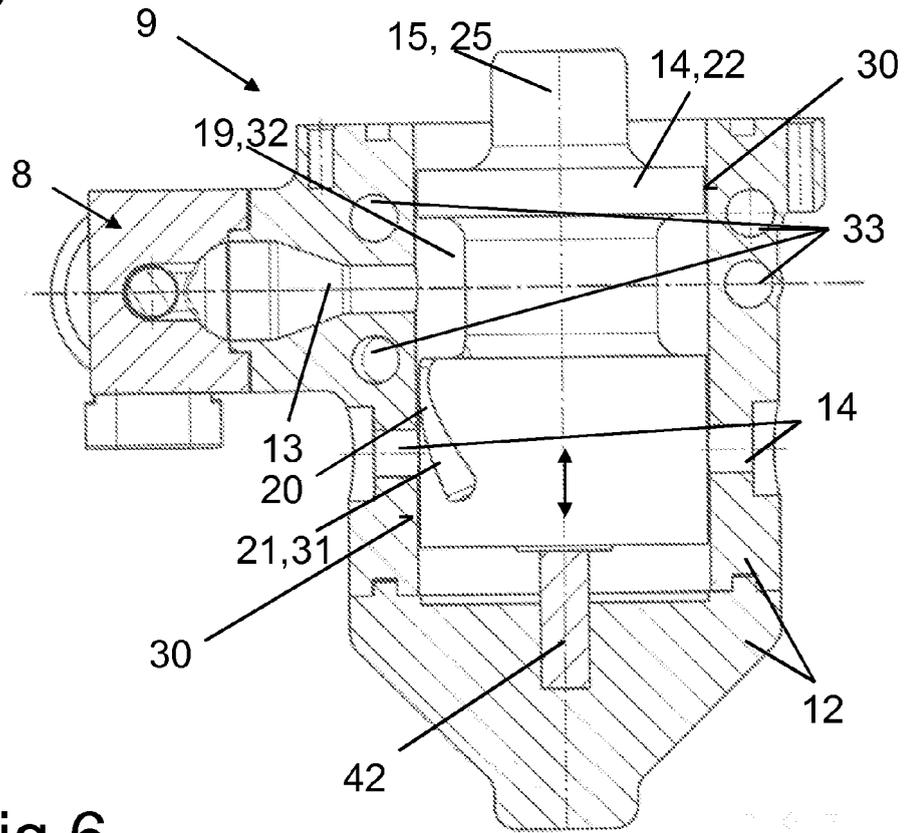


Fig.6

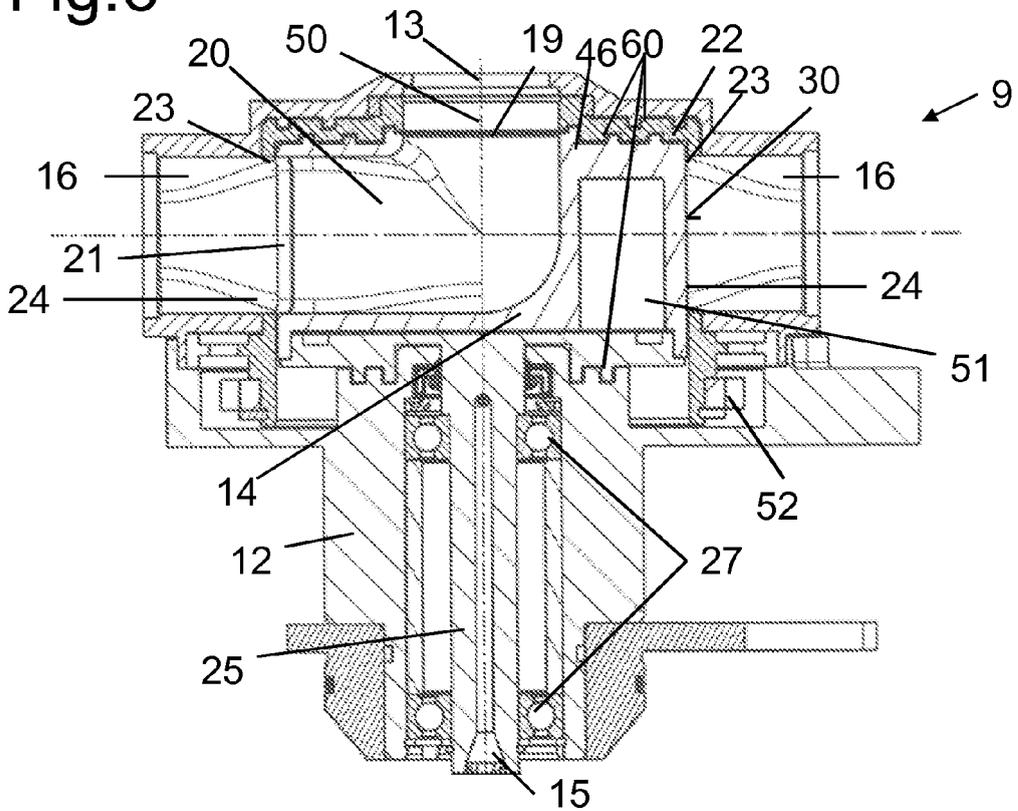


Fig.4

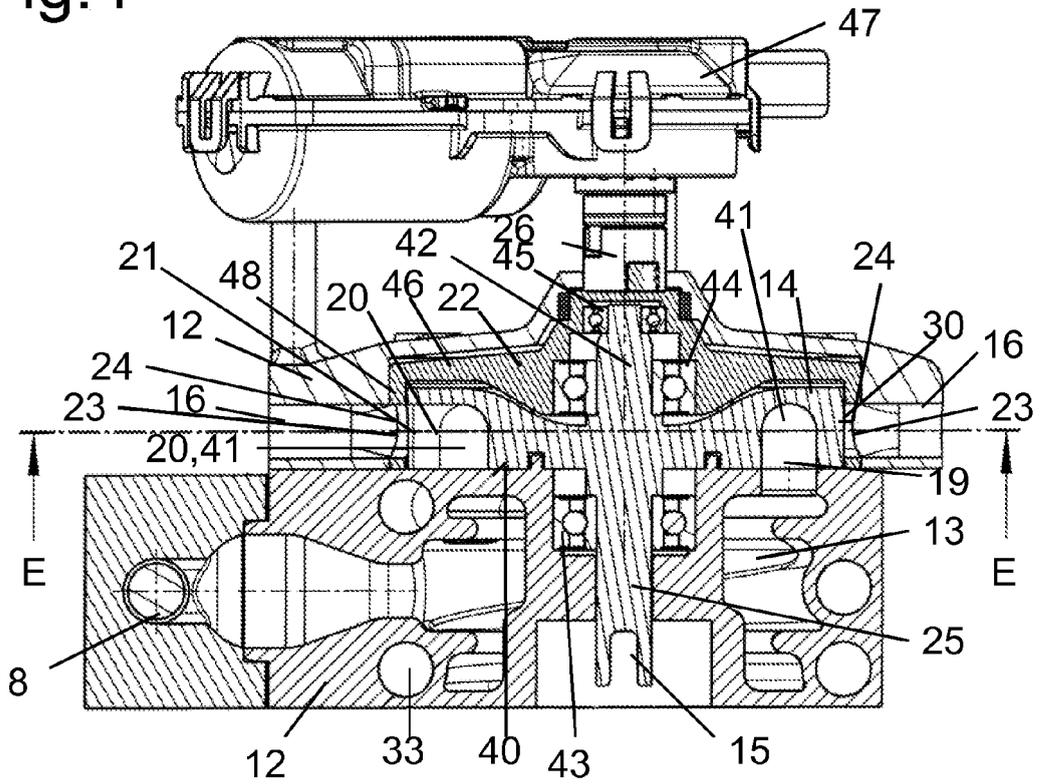
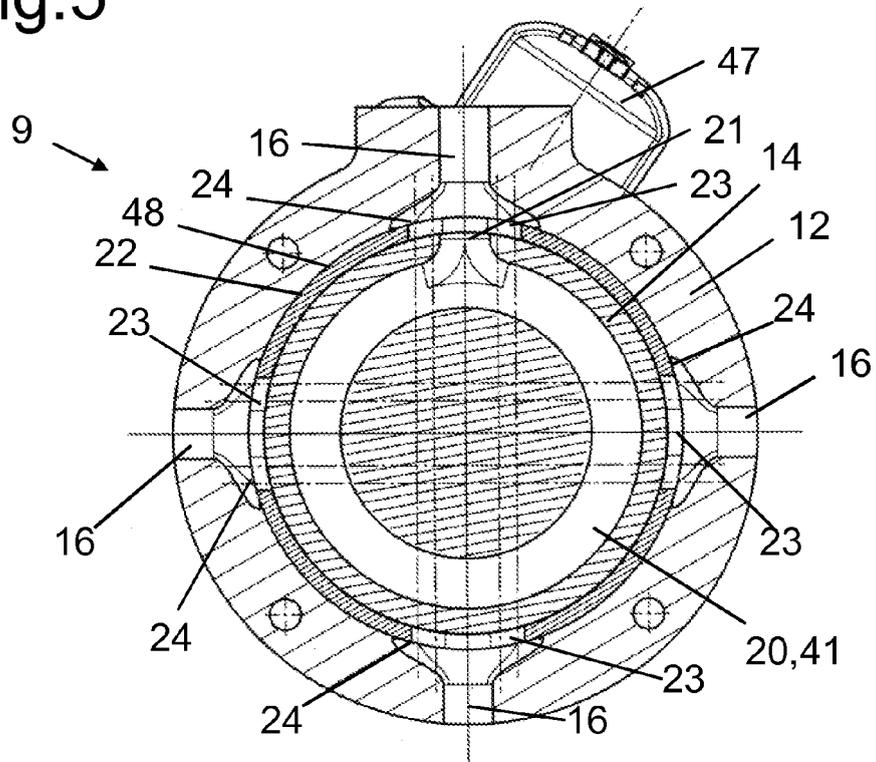


Fig.5



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19842349 [0002]
- DE 102005025904 [0002]
- DE 19851922 A1 [0004]
- DE 3722048 A1 [0005]
- US 6308666 B1 [0006]