



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 110 862.0**

(22) Anmeldetag: **31.07.2014**

(43) Offenlegungstag: **05.02.2015**

(51) Int Cl.: **F02B 37/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

13/959,178

05.08.2013

US

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336
München, DE**

(71) Anmelder:

**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

(72) Erfinder:

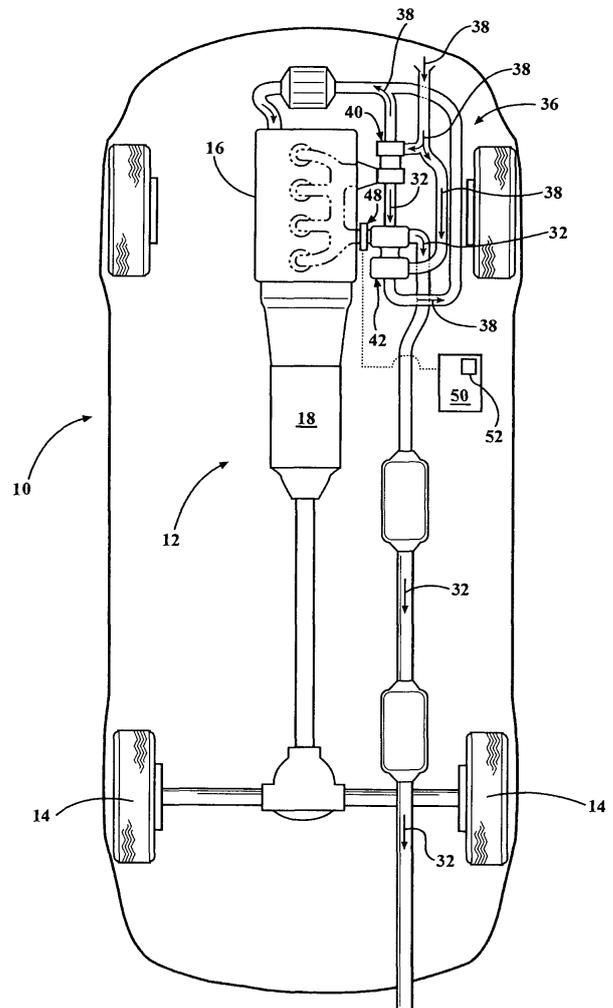
**Wu, Ko-Jen, Troy, Mich., US; Loveland, Dustin,
Holly, Mich., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Turboaufladesystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Verbrennungsmotor weist einen Zylinderblock, der einen Zylinder definiert, und einen Zylinderkopf auf, der an dem Block montiert ist. Der Zylinderkopf liefert Luft und Kraftstoff an den Zylinder zur Verbrennung darin. Der Motor weist auch einen Abgaskrümmer auf, der funktional mit dem Zylinderkopf verbunden ist und einen ersten Auslass und einen zweiten Auslass besitzt, die derart konfiguriert sind, Nachverbrennungsgase von dem Zylinder auszutragen. Der Motor weist auch ein Turboaufladesystem auf, das derart konfiguriert ist, eine Luftströmung zur Lieferung davon an den Zylinder mit Druck zu beaufschlagen. Das Turboaufladesystem weist einen Turbolader für niedrigen Durchfluss, der durch die Nachverbrennungsgase von dem ersten Auslass angetrieben wird, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen, und einen Turbolader für hohen Durchfluss auf, der durch die Nachverbrennungsgase von dem zweiten Auslass angetrieben wird, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen. Das Turboaufladesystem weist zusätzlich eine Strömungssteuervorrichtung zum selektiven Lenken der Nachverbrennungsgase zu den Turboladern für niedrigen und hohen Durchfluss auf. Es ist auch ein Fahrzeug, das einen solchen Motor verwendet, offenbart.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Turboaufladesystem für einen Verbrennungsmotor.

HINTERGRUND

[0002] Von Verbrennungsmotoren (ICE von engl.: "internal combustion engine") wird oftmals gefordert, erhebliche Niveaus an Leistung für längere Zeitperioden auf einer abhängigen Basis zu erzeugen. Viele derartige ICE-Baugruppen verwenden eine Ladervorrichtung, wie einen abgasturbinengetriebenen Turbolader, um die Luftströmung zu komprimieren, bevor diese in den Ansaugkrümmer des Motors eintritt, um die Leistung und Effizienz zu steigern.

[0003] Genauer ist ein Turbolader ein Zentrifugalgasverdichter, der mehr Luft und somit mehr Sauerstoff in die Brennräume des ICE treibt, als ansonsten mit atmosphärischen Umgebungsdruck erreichbar wäre. Die zusätzliche Masse an sauerstoffhaltiger Luft, die in den ICE getrieben wird, verbessert den Volumenwirkungsgrad des Motors und ermöglicht, dass dieser mehr Kraftstoff in einem gegebenen Zyklus verbrennt und dadurch mehr Leistung erzeugt.

[0004] Ein typischer Turbolader weist eine Zentralwelle auf, die durch ein oder mehrere Lager gelagert ist und eine Rotationsbewegung zwischen einem abgasgetriebenen Turbinenrad und einem Luft-Verdichterrad überträgt. Sowohl das Turbinen- als auch Verdichterrad sind an der Welle fixiert, die in Kombination mit verschiedenen Lagerkomponenten die Rotationsbaugruppe des Turboladers bilden.

[0005] Die Trägheit einer derartigen Rotationsbaugruppe beeinflusst typischerweise das Ansprechen eines Turboladers, wobei der Durchmesser des Turbinenrades einen der Hauptfaktoren darstellt. Andererseits ist, da der Turbolader über einen spezifischen Bereich von Drehzahlen und Luftströmungen allgemein effizient ist, der Durchmesser des Turbinenrades ebenfalls ein Hauptfaktor neben einer Erzeugung der notwendigen Luftströmung für erhöhte Motorleistung. Derartige Betrachtungen fordern häufig einen Kompromiss zwischen maximalem Motorleistungsausgang und -ansprechen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0006] Eine Ausführungsform der Offenbarung ist auf einen Verbrennungsmotor gerichtet, der einen Zylinderblock aufweist. Der Zylinderblock definiert einen Zylinder und einen Zylinderkopf, der an dem Zylinderblock montiert ist. Der Zylinderkopf ist derart konfiguriert, Luft und Kraftstoff an den Zylinder zur Verbrennung darin zu liefern. Der Motor weist auch

einen Abgaskrümmer auf, der funktional mit dem Zylinderkopf verbunden ist. Der Abgaskrümmer weist einen ersten Auslass und einen zweiten Auslass auf, wobei jeder Auslass derart konfiguriert ist, Nachverbrennungsgase von dem Zylinder auszustoßen. Der Motor weist auch ein Turboaufladesystem auf, das derart konfiguriert ist, eine Luftströmung, die von der Umgebung aufgenommen wird, zur Lieferung an den Zylinder mit Druck zu beaufschlagen. Das Turboaufladesystem weist einen Turbolader für niedrigen Durchfluss auf, der zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase von dem ersten Auslass konfiguriert ist, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen und die druckbeaufschlagte Luftströmung an den Zylinder auszutragen. Das Turboaufladesystem weist auch einen Turbolader für hohen Durchfluss auf, der zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase von dem zweiten Auslass konfiguriert ist, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen und die druckbeaufschlagte Luftströmung an den Zylinder auszutragen. Das Turboaufladesystem weist zusätzlich eine Strömungssteuervorrichtung auf, die derart konfiguriert ist, die Nachverbrennungsgase selektiv an den Turbolader für niedrigen Durchfluss und den Turbolader für hohen Durchfluss zu lenken.

[0007] Der Abgaskrümmer kann in den Zylinderkopf integriert sein. Zusätzlich kann der Zylinderkopf in den Zylinderblock integriert oder gemeinsam mit diesem gegossen sein.

[0008] Die Strömungssteuervorrichtung kann direkt an dem zweiten Auslass befestigt sein und auch in Fluidkommunikation mit dem zweiten Auslass stehen.

[0009] Der Turbolader für niedrigen Durchfluss kann ein erstes Twin-Scroll-Turbinengehäuse aufweisen. Ferner kann der Zylinder einen ersten Satz von Zylindern und einen zweiten Satz von Zylindern aufweisen. Der Abgaskrümmer kann gegabelt sein, um separat Nachverbrennungsgase von dem ersten Satz von Zylindern an ein Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses und Nachverbrennungsgase von dem zweiten Satz von Zylindern an das andere Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses zu führen.

[0010] Der Turbolader für hohen Durchfluss kann ein zweites Twin-Scroll-Turbinengehäuse aufweisen. Ferner kann der Zylinder einen ersten Satz von Zylindern und einen zweiten Satz von Zylindern aufweisen. Zusätzlich kann der integrierte Abgaskrümmer gegabelt sein, um separat Nachverbrennungsgase aus dem ersten Satz von Zylindern und Nachverbrennungsgase aus dem zweiten Satz von Zylindern zu führen. Ferner kann die Strömungssteuervorrichtung eine gegabelte Kammer aufweisen, die derart konfiguriert ist, nach dem gegabelten Abgaskrümmer die Nachverbrennungsgase des ersten Satzes

von Zylindern zu einem Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses und die Nachverbrennungsgase des zweiten Satzes von Zylindern an das andere Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses separat hindurch zu führen.

[0011] Der Motor kann zusätzlich einen programmierbaren Controller aufweisen, der derart konfiguriert ist, um den Betrieb der Strömungssteuervorrichtung zu regulieren.

[0012] Der Controller kann derart programmiert sein, die Strömungssteuervorrichtung zu schließen, um die Nachverbrennungsgase zu dem Turbolader für niedrigen Durchfluss zu lenken, und das Steuerventil zu öffnen, um die Nachverbrennungsgase zu dem Turbolader für hohen Durchfluss zu lenken.

[0013] Der Controller kann auch derart programmiert sein, die Strömungssteuervorrichtung unter einem vorbestimmten Durchfluss des Nachverbrennungsgases zu schließen und die Strömungssteuervorrichtung bei oder über dem vorbestimmten Durchfluss zu öffnen.

[0014] Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf ein Fahrzeug gerichtet, das den Motor, wie oben beschrieben ist, verwendet.

[0015] Die obigen Merkmale und Vorteile wie auch weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden leicht aus der folgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsform(en) und besten Mode(n) zur Ausführung der beschriebenen Erfindung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen und angefügten Ansprüchen offensichtlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs, das einen Motor mit einem zweistufigen Turboaufladesystem gemäß der Offenbarung aufweist.

[0017] Fig. 2 ist eine schematische Draufsicht teilweise im Schnitt eines Motors mit einem zweistufigen Turboladersystem, wie in Fig. 1 gezeigt ist, gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0018] Fig. 3 ist eine schematische Draufsicht teilweise im Schnitt eines Motors mit einem zweistufigen Turboaufladesystem, wie in Fig. 1 gezeigt ist, gemäß einer anderen Ausführungsform der Offenbarung.

[0019] Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht teilweise im Schnitt eines Motors mit einem zweistufigen Turboladersystem, wie in Fig. 1 gezeigt ist, gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der Offenbarung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0020] Bezug nehmend auf die Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen gleichen oder ähnlichen Komponenten in den verschiedenen Figuren entsprechen, zeigt Fig. 1 ein Fahrzeug **10**, das einen Antriebsstrang **12** zum Antrieb desselben über angetriebene Räder **14** verwendet. Wie gezeigt ist, weist der Antriebsstrang **12** einen Verbrennungsmotor **16**, wie einen Funkenzündungs- oder Kompressionszündungstyp, sowie eine Getriebebaugruppe **18** auf, die funktional damit verbunden ist. Der Antriebsstrang **12** kann auch einen oder mehrere Elektromaschinen/Generatoren aufweisen, von denen keiner gezeigt ist, deren Anwesenheit jedoch dem Fachmann bekannt sein können.

[0021] Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist der Motor **16** einen Zylinderblock **20** mit einer Mehrzahl von darin angeordneten Zylindern **22** und einem Zylinderkopf **24** auf, der an dem Zylinderblock montiert ist. Wie in den Fig. 2–Fig. 4 gezeigt ist, kann der Zylinderkopf **24** in den Zylinderblock **20** integriert oder gemeinsam mit diesem gegossen sein. Der Zylinderkopf **24** nimmt Luft und Kraftstoff zur Verwendung innerhalb der Zylinder **22** zur anschließenden Verbrennung auf. Jeder Zylinder **22** weist einen Kolben auf, der nicht speziell gezeigt ist, von dem jedoch bekannt ist, dass er darin eine Hubbewegung ausführt. Die Brennräume **28** sind in den Zylindern **22** zwischen der unteren Fläche des Zylinderkopfes **24** und den Oberseiten der Kolben geformt. Wie dem Fachmann bekannt sei, nimmt jeder der Brennräume **28** Kraftstoff und Luft von dem Zylinderkopf **24** auf, die ein Kraftstoff-Luft-Gemisch zur anschließenden Verbrennung innerhalb des betreffenden Brennraumes bilden. Obwohl ein Reihen-Vier-Zylindermotor gezeigt ist, ist es nicht ausgeschlossen, dass die vorliegende Offenbarung auf einen Motor Anwendung findet, der eine andere Anzahl und/oder Anordnung von Zylindern besitzt.

[0022] Der Motor **10** weist auch eine Kurbelwelle (nicht gezeigt) auf, die zur Rotation in dem Zylinderblock **20** konfiguriert ist. Wie dem Fachmann bekannt sei, wird die Kurbelwelle durch die Kolben infolge dessen rotiert, dass ein geeignet proportioniertes Luft-Kraftstoff-Gemisch in den Brennräumen **28** verbrannt wird. Nachdem das Luft-Kraftstoff-Gemisch in einem spezifischen Brennraum **28** verbrannt wird, dient die Hubbewegung eines bestimmten Kolbens dazu, Nachverbrennungsgase **22** von dem jeweiligen Zylinder **22** auszustoßen. Der Zylinderkopf **24** ist auch derart konfiguriert, Nachverbrennungsgase **32** von den Brennräumen **28** über einen Abgaskrümmter **34** auszustoßen. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, kann der Abgaskrümmter **34** intern in den Zylinderkopf **24** gegossen, d. h. integriert sein. Abgaskanäle von verschiedenen Zylindern **22** sind gemeinsam in dem Abgaskrümmter **34** zusammengefügt, wodurch die Aus-

bildung von zwei separaten Auslässen, einem ersten Auslass **34-1** und einem zweiten Auslass **34-2**, zum Abkühlen der Abgasmachverbrennungsgase **32** von allen Zylindern **22** ermöglicht wird.

[0023] Der Motor **10** weist auch ein Turboaufladesystem **36** auf, das derart konfiguriert ist, zur Lieferung an die Zylinder **22** einen Aufladedruck zu entwickeln, d. h. eine Luftströmung, die von der Umgebung aufgenommen wird, mit Druck zu beaufschlagen. Das Turboaufladesystem **36** ist als eine zweistufige Aufladungsanordnung für den Motor **10** konfiguriert. Das Turboaufladesystem **36** weist einen Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss auf, der in Fluidkommunikation mit dem Abgaskrümmter **34** angeordnet und zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase **32** von dem ersten Auslass **34-1** konfiguriert ist. Der Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss beaufschlagt die Luftströmung **38** zu den Zylindern **22** mit Druck und trägt diese bei geringeren Durchflüssen der Nachverbrennungsgase **32** aus, die typischerweise bei geringeren Drehzahlen, wie unterhalb etwa 3000 U/min, des Motors **10** erzeugt werden.

[0024] Das Turboaufladesystem **36** weist auch einen Turbolader **42** für hohen Durchfluss auf, der in Fluidkommunikation mit dem Abgaskrümmter **34** steht und zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase **32** von dem zweiten Auslass **34-2** konfiguriert ist. Der Turbolader **42** für hohen Durchfluss beaufschlagt die Luftströmung **38** zu den Zylindern **22** mit Druck und trägt diese bei höheren Durchflüssen der Nachverbrennungsgase **32** aus, die typischerweise bei dazwischenliegenden und höheren Drehzahlen, wie etwa 3000 U/min und darüber, des Motors **10** erzeugt werden. Um derartige separate Motordrehzahlbereiche und Raten einer Luftströmung **38** zu unterstützen, ist der Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss typischerweise vergleichsweise kleiner bemessen und besitzt somit eine kleinere Rotationsträgheit, als der Turbolader **42** für hohen Durchfluss. Somit ist der Abgaskrümmter **34** funktional mit dem Zylinderkopf **24** verbunden, während die beiden separaten Auslässe **34-1** und **34-2** eine Montage von zwei Turboladern **40**, **42** ausreichend weit voneinander zulassen.

[0025] Allgemein kann bei einer zweistufigen Aufladungsanordnung der Auslassdruck von mehreren Turboladern größer sein, als durch einen einzelnen Turbolader bereitgestellt wird. Eine derartige zweistufige Aufladungsanordnung kann zum Betrieb als ein sequentielles System konfiguriert sein, wobei bei zumindest einigen, typischerweise höheren Motordrehzahlbereichen Turbolader für niedrigen als auch hohen Durchfluss gleichzeitig arbeiten, d. h. mit einer Betriebsüberlappung. Eine zweistufige Aufladungsanordnung kann auch derart konfiguriert sein, einen Aufladedruck als ein gestuftes System zu erzeugen, d. h. wo die Turbolader für niedrigen und hohen Durchfluss einen Aufladedruck infolge ohne

jegliche Betriebsüberlappung erzeugen. Bei derartigen zweistufigen Aufladungsanordnungen verstärkt der erste Turbolader mit größerer Strömung den Ansaugluftdruck so weit wie möglich, beispielsweise auf das Dreifache des Ansaugdrucks, und der/die anschließende(n) Turbolader mit kleinerem Durchfluss nimmt/nehmen die Ansaugluftladung von der vorhergehenden Stufe auf und komprimieren diese weiter auf beispielsweise einen zusätzlichen dreifachen Ansaugdruck für eine Gesamtaufladung eines neunfachen atmosphärischen Drucks.

[0026] Wie in den **Fig. 2–Fig. 4** gezeigt ist, weist jeder der Turbolader **40** und **42** eine Rotationsbaugruppe, eine Rotationsbaugruppe **40-1** bzw. eine Rotationsbaugruppe **42-1** auf. Die Rotationsbaugruppen **40-1** und **42-1** weisen jeweilige Turbinenräder **40-2** und **42-2** auf, die an jeweiligen Wellen **40-3** bzw. **42-3** montiert sind. Die Turbinenräder **40-2** und **42-2** sind zur Rotation zusammen mit den jeweiligen Wellen **40-3**, **42-3** durch Nachverbrennungsgase **32** konfiguriert, die von den Zylindern **22** ausgestoßen werden. Die Rotationsbaugruppe **42-1** ist physikalisch größer als die Rotationsbaugruppe **40-1**, so dass der Turbolader **42** für hohen Durchfluss die vergleichsweise höheren Luftdurchflüsse, die davon gefordert sind, erzeugen kann. Die Turbinenräder **40-2** und **42-2** sind typischerweise aus einem temperatur- und oxidationsbeständigen Material aufgebaut, wie einer auf Nickel und Chrom basierenden "Inconel"-Superlegierung, um Temperaturen der Nachverbrennungsgase **32** zuverlässig auszuhalten, die sich bei einigen Motoren etwa 2.000 Grad Fahrenheit annähern können.

[0027] Die Turbinenräder **40-2** und **42-2** sind in jeweiligen Turbinengehäusen **40-4** und **42-4** angeordnet, die typischerweise aus Gusseisen oder Stahl aufgebaut sind, und weisen geeignet konfigurierte, d. h. konstruierte und bemessene jeweilige Turbinenschneckengehäuse oder -spiralgehäuse auf. Die Turbinenspiralgehäuse der Turbinengehäuse **40-4** und **42-4** nehmen die Nachverbrennungsgase **32** auf und lenken die Gase zu den jeweiligen Turbinenrädern **40-2** und **42-2**. Die Turbinenspiralgehäuse sind derart konfiguriert, spezifische Leistungscharakteristiken, wie Effizienz und Ansprechen, des jeweiligen Turboladers **40** und **42** zu erreichen. Jedes der Turbinengehäuse **40-4** und **42-4** kann auch ein integriertes Ladedruckregelventil (nicht gezeigt) aufweisen, um eine präzisere Steuerung über die Aufladedrücke, die durch das Turboaufladesystem **36** erzeugt werden, wie auch den Übergang und die Überlappung zwischen dem Betrieb des Turboladers **40** für niedrigen Durchfluss und des Turboladers **42** für hohen Durchfluss zu unterstützen. Jedoch kann eine Strömungssteuervorrichtung **44**, die detailliert unten beschrieben ist, als ein Ladedruckregelventil für den Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss dienen.

[0028] Jede Rotationsbaugruppe **40-1**, **42-1** weist auch ein Verdichterrad **40-6** und **42-6** auf, die an der jeweiligen Welle **40-3**, **42-3** montiert sind. Die Verdichterräder **40-6** und **42-6** sind derart konfiguriert, die Luftströmung **38**, die von der Umgebung aufgenommen wird, zur schließlichen Lieferung an die Zylinder **22** mit Druck zu beaufschlagen. Die Verdichterräder **40-6** und **42-6** sind in einer jeweiligen Verdichterabdeckung **40-7** und **42-7** angeordnet. Jede Verdichterabdeckung **40-7**, **42-7** ist typischerweise aus Aluminium aufgebaut und weist ein jeweiliges Verdichterschneckengehäuse oder -spiralgewinde auf. Wie dem Fachmann zu verstehen sei, beeinflussen die variable Strömung und Kraft der Nachverbrennungsgase **32** die Menge an Aufladedruck, die von jedem Verdichterrad **40-6** und **42-6** der jeweiligen Turbolader **40** und **42** über dem Betriebsbereich des Motors **16** erzeugt werden kann. Jedes Verdichterrad **40-6**, **42-6** wird typischerweise aus einer hochfesten Aluminiumlegierung geformt, die das Verdichterrad mit reduzierter Rotationsträgheit und schnellerem Hochdrehansprechen versieht.

[0029] Der Motor **16** weist zusätzlich ein Ansaugsystem auf, das eine Luftröhre und einen Luftfilter stromaufwärts der Turbolader **40**, **42** aufweisen kann, die derart konfiguriert sind, die Luftströmung **38** von der Umgebung an das Turboaufladesystem **36** zu führen. Obwohl das Ansaugsystem nicht gezeigt ist, ist die Anwesenheit desselben dem Fachmann bekannt. Jeder der Turbolader **40**, **42** kann auch fluidtechnisch mit einem Ansaugkrümmer (nicht gezeigt) verbunden sein, der derart konfiguriert ist, die druckbeaufschlagte Luftströmung **38** an jeden der Zylinder **22** zum Misch mit einer geeigneten Menge an Kraftstoff und zur anschließenden Verbrennung des resultierenden Kraftstoff-Luft-Gemisches zu verteilen.

[0030] Wie in den **Fig. 2–Fig. 4** gezeigt ist, weist das Turboaufladesystem **36** auch eine Strömungssteuervorrichtung **44** auf. Die Strömungssteuervorrichtung **44** ist an dem Zylinderkopf **24** montiert und direkt an dem zweiten Auslass **34-2** des Abgaskrümmers **34** befestigt und steht mit dem zweiten Auslass **34-2** des Abgaskrümmers **34** in Fluidkommunikation. Der Turbolader **42** für hohen Durchfluss ist an der Strömungssteuervorrichtung **44** so montiert, dass die Nachverbrennungsgase **32** den Turbolader für hohen Durchfluss nur dadurch erreichen können, dass sie zunächst durch die Strömungssteuervorrichtung gelangen. Ein Fluidströmungspfad aus dem ersten Krümmerauslass **34-1** heraus wird unblockiert gehalten, um so die Nachverbrennungsgase **32** an den Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss zu liefern, während ein anderer Fluidströmungspfad von dem zweiten Krümmerauslass **34-2** mit der Strömungssteuervorrichtung **44** verbunden ist.

[0031] Die Strömungssteuervorrichtung **44** weist ein Ventil **46** und eine Kammer **48** auf und wird dazu

verwendet, den Fluidströmungspfad von dem zweiten Krümmerauslass **34-2** selektiv in den Turbolader **42** für hohen Durchfluss zu öffnen und zu schließen. Die Strömungssteuervorrichtung **44** ist auch offen, d. h. fluidtechnisch verbunden mit dem Turbinengehäuse **40-4** für niedrigen Durchfluss. Wie gezeigt ist, kann das Ventil **46** als eine Tür konfiguriert sein, die so ausgelegt ist, um eine Achse **X** zu schwenken, um die Strömungssteuervorrichtung **44** selektiv zu öffnen und zu schließen. Wenn die Strömungssteuervorrichtung **44** geschlossen ist und das Ventil **46** den zweiten Krümmerauslass **34-2** blockiert, strömen die Nachverbrennungsgase **32** natürlicherweise in den Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss. Nach dem Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss verlässt das Nachverbrennungsgas **32** das Turbinengehäuse **40-4** für niedrigen Durchfluss in das Turbinengehäuse **42-4** für hohen Durchfluss stromabwärts des Ventils **46**. Andererseits wird sich, da die Kammer **48** fluidtechnisch mit der Turbine für niedrigen Durchfluss verbunden ist, wenn das Ventil **46** den zweiten Krümmerauslass **34-2** vollständig öffnet, der Druck über die beiden Seiten der Turbinengehäuse **40-4** für niedrigen Durchfluss ausgleichen, wobei die Nachverbrennungsgase **32** natürlicherweise in das Turbinengehäuse **42-4** für hohen Durchfluss strömen.

[0032] Das Ventil **46** kann derart bemessen sein, den Betriebsübergangspunkt zwischen dem Rad des Turbinenrades **40-2** für niedrigen Durchfluss und des Turbinenrades **42-2** für hohen Durchfluss zu wählen. Auch kann eine Öffnung in die Strömungssteuervorrichtung **44** über das Ventil **46** moduliert werden, um die Strömung von Nachverbrennungsgasen **32** durch das Turbinengehäuse **40-4** für niedrigen Durchfluss einzustellen oder zu variieren, wodurch der Betrag an Überlappung zwischen dem Betrieb der Turbolader für niedrigen und hohen Durchfluss **40**, **42** variiert wird. Auch sind die relativen Größen der Turbinengehäuse **40-4**, **42-4** für niedrigen und hohen Durchfluss so gewählt, den Betriebsübergangspunkt zwischen dem Turbinenrad **40-2** für niedrigen Durchfluss und dem Turbinenrad **42-2** für hohen Durchfluss zu variieren. Demgemäß kann die Öffnung in die Kammer **48** des Ventils **46** auch so gesteuert sein, um einen sequentiellen Betrieb der beiden Turbolader **40**, **42** zu bewirken. Durch eine derartige Anordnung ist die Strömungssteuervorrichtung **44** derart konfiguriert, das Nachverbrennungsgas **32** selektiv an den Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss und den Turbolader **42** für hohen Durchfluss zu lenken, wodurch effektiv zwischen dem Turbolader für niedrigen Durchfluss und dem Turbolader für hohen Durchfluss während des Betriebs des Motors **16** gewechselt wird.

[0033] Das Fahrzeug **10** kann zusätzlich einen programmierbaren Controller **50** aufweisen, der derart konfiguriert ist, einen Betrieb des Motors zu regulieren, wie durch Steuern einer Kraftstoffmenge, die in

die Zylinder **22** zum Mischen und zur anschließenden Verbrennung mit der druckbeaufschlagten Luftströmung **38** eingespritzt wird. Der Controller **50** ist auch derart konfiguriert, die Strömungssteuervorrichtung **44** zu regulieren. Insbesondere ist der Controller **50** derart programmiert, abhängig von Betriebsparametern, wie der Last, Temperatur und Drehzahl des Motors **16** die Strömungssteuervorrichtung **44** (wie in **Fig. 2** gezeigt ist) zu schließen, um die Nachverbrennungsgase **32** zu dem Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss zu lenken, und das Steuerventil (wie in **Fig. 3** gezeigt ist) zu öffnen, um die Nachverbrennungsgase an den Turbolader **42** für hohen Durchfluss zu lenken. Demgemäß kann der Controller **50** so programmiert sein, die Strömungssteuervorrichtung **44** unter einem vorbestimmten Durchfluss **52** der Verbrennungsgase **32** zu schließen und das Steuerventil bei oder über dem vorbestimmten Durchfluss zu öffnen.

[0034] Der vorbestimmte Durchfluss **52** der Nachverbrennungsgase **32** kann ein spezifischer Durchflusswert sein, unterhalb dem die Nachverbrennungsgase des betreffenden Motors **16** ausreichend Energie haben, um den Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss bis zu einer gewünschten Rate hochzudrehen, um den gewünschten Aufladedruck innerhalb eines gewünschten Zeitrahmens bereitzustellen, jedoch nicht ausreichend sind, um gleichermaßen den Turbolader **42** für hohen Durchfluss mit höherer Trägheit hochzudrehen. Der betreffende vorbestimmte Durchfluss **52** der Nachverbrennungsgase **32** kann durch Berechnungen festgestellt und dann durch eine empirische Vorgehensweise während eines Prüfens des tatsächlichen Motors **16** sowohl auf einem Prüfstand als auch in dem Fahrzeug **10** verifiziert werden.

[0035] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, kann jedes von dem Turbinengehäuse **40-4** des Turboladers **40** für niedrigen Durchfluss und des Turbinengehäuses **42-4** des Turboladers **42** für hohen Durchfluss eine Standard- oder Grundlinien-Single-Scroll-Konfiguration aufweisen. Optional dazu kann, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, das Turbinengehäuse **40-4** des Turboladers **40** für niedrigen Durchfluss eine erste Twin-Scroll-Konfiguration aufweisen. Gleichermaßen kann, wie ebenfalls in **Fig. 4** gezeigt ist, das Turbinengehäuse **42-4** des Turboladers **42** für hohen Durchfluss eine zweite Twin-Scroll-Konfiguration aufweisen. Der Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss mit der ersten Twin-Scroll-Konfiguration kann in Kombination mit dem Turbolader **42** für hohen Durchfluss, der eine Single-Scroll-Konfiguration aufweist, verwendet werden.

[0036] Eine Ventilzeitsteuerung des Motors kann derart konfiguriert sein, dass Abgasventile in verschiedenen Zylindern gleichzeitig geöffnet werden können, wobei sie sich an dem Ende eines Arbeitstaktes in einem Zylinder und dem Ende eines Auspufftaktes in einem anderen überlappen. Daher kön-

nen sich derartige überlappende Nachverbrennungsgasimpulse von den Motorzylindern überlagern und die Pulsenergie reduzieren, die verfügbar ist, um das Turbinenrad des Turboladers anzutreiben. Um derartige Belange zu berücksichtigen, wie es allgemein für jeden der Turbolader **40** und **42** anwendbar ist, weisen Twin-Scroll-Turbinengehäuse oder unterteilte Turbinengehäuse zwei Abgaseinlässe in das Turbinengehäuse und zwei Düsen auf. Typischerweise besitzen die Twin-Scroll-Turbinengehäuse eine kleinere, schärfer angewinkelte Düse für ein schnelles Ansprechen und eine größere, weniger angewinkelte Düse für eine Spitzenleistung.

[0037] Ein Twin-Scroll-Turbinengehäuse ist typischerweise mit einem spezifisch konstruierten gegabelten Abgaskrümmern gepaart, der so ausgelegt ist, Zylinder eines Motors richtig zu gruppieren, so dass eine maximale Impulsenergie auf das Turbinenrad für eine verbesserte Motorbetriebseffizienz angewendet werden kann. Ein derartiger Abgaskrümmern trennt die Abgaskanäle für die Zylinder physikalisch, die sich während des Betriebs des Motors einander überlagern können, so dass die pulsierenden Nachverbrennungsgase zu separaten Spiralgehäusen des Twin-Scroll-Turbinengehäuses strömen. Bei Paarung auf solche Weise erlauben das Twin-Scroll-Turbinengehäuse und der gegabelte Abgaskrümmern, dass der Motor Abgasabkühltechniken effizient verwenden kann. Einige der Vorteile einer derartigen effizienten Abgaskühlung können eine verbesserte Turbineneffizienz, die eine Verzögerung im Turbinenansprechen reduziert, sowie eine Reduzierung von Abgastemperaturen und NOx-Emissionen aufweisen.

[0038] Gemäß der obigen Praxis können, wie in den **Fig. 3–Fig. 4** gezeigt ist, an der Abgasseite des Zylinderkopfs **24** die Zylinder **22** in einen ersten Satz von Zylindern **22-1** und einen zweiten Satz von Zylindern **22-2** getrennt sein, so dass sich die einzelnen Zylinder nicht gegenseitig während des Auspuffteils des Verbrennungstaktes überlagern. Um zusätzlich den Vorteil der Twin-Scroll-Konfiguration der Turbinenspiralgehäuse **40-4** und **42-4** zu erhalten, kann der Abgaskrümmern **34** gegabelt sein, um Nachverbrennungsgase **32** von dem ersten Satz von Zylindern **22-1** zu einem Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses **40-4** und Nachverbrennungsgase von dem zweiten Satz von Zylindern **22-2** zu dem anderen Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses an dem ersten Auslass **34-1** separat zu führen.

[0039] Ähnlich dem Obigen, und wie in **Fig. 4** gezeigt ist, kann der Abgaskrümmern **34** gegabelt sein, um separat Nachverbrennungsgase **32** von dem ersten Satz von Zylindern **22-1** zu einem Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses **42-4** und Nachverbrennungsgase von dem zweiten Satz von

Zylindern **22-2** zu dem anderen Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses an dem zweiten Auslass **34-2** zu führen. Zusätzlich kann, da die Strömungssteuervorrichtung **44** an dem Zylinderkopf **24** montiert und direkt an dem zweiten Auslass **34-2** befestigt ist, die Kammer **48** in Unterkammern **48-1** und **48-2** gegabelt sein und einzelne Ventile **46-1** bzw. **46-2** aufweisen, um die Nachverbrennungsgase **32** hindurch auf dem Weg zu dem Twin-Scroll-Turbinengehäuse **42-4** separat zu führen. Demgemäß können nach dem gegabelten zweiten Auslass **34-2** des Abgaskrümmers **34** die Nachverbrennungsgase des ersten Satzes von Zylindern **22-1** separat über die gegabelte Kammer **48** zu einem Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses **42-4** und die Nachverbrennungsgase des zweiten Satzes von Zylindern **22-2** zu dem anderen Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses geführt werden.

[0040] Ein typischer Reihen-Vier-Zylindermotor mit einer Zündfolge von 1-3-4-2 ist in den **Fig. 2–Fig. 4** gezeigt. Wie gezeigt ist, werden die Nachverbrennungsgase **32** von aufeinanderfolgend zündenden Zylindern in separate Strömungsabzweige getrennt, und Strömungen in demselben Abzweig werden zeitlich beabstandet, wobei das Ziel der Beibehaltung hoher Abgasdruckimpulse erreicht wird. Für den Reihen-Vier-Zylindermotor mit einer Zündfolge von 1-3-4-2 sind die Kanäle von Zylinder #1 und #4 in einen Abzweig gruppiert, und die Kanäle von Zylinder #2 und #3 sind in einen anderen Abzweig gruppiert. Jeder Abzweig weist zwei Austritte auf, einen an dem ersten Auslass **34-1** und einen an dem zweiten Auslass **34-2**, die zu den zwei separaten Turboladern **40**, **42** führen. Jeder Austritt von einem Abzweig ist mit einem Austritt von dem anderen Abzweig gepaart, um eine einzelne Flanschseite an jedem Auslass **34-1** und **34-2** zu bilden. Durchlassöffnungen an dem Eintritt zu dem Turbolader **40** und der Strömungssteuervorrichtung **44** müssen so geformt sein, um die entsprechenden Flanschseiten an den Auslässen **34-1**, **34-2** für eine effiziente Strömung der Nachverbrennungsgase **32** anzupassen.

[0041] Insgesamt erlauben die zwei separaten Auslässe **34-1** und **34-2** des Abgaskrümmers **34**, dass der Turbolader **40** für niedrigen Durchfluss und der Turbolader **42** für hohen Durchfluss des zweistufigen Turboaufladesystems **36** ausreichend beabstandet montiert werden und einen Einschluss der Twin-Scroll-Technologie erlauben. Somit kann das Twin-Scroll-Turbinengehäuse **40-4** des Turboladers **40** für niedrigen Durchfluss entweder allein oder mit dem Twin-Scroll-Turbinengehäuse **42-4** des Turboladers **42** für hohen Durchfluss ausgenutzt werden, um ein Strömungsmanagement des Nachverbrennungsgases **32** zu steigern und dadurch den Betriebswirkungsgrad des Motors **16** zu verbessern. Zusätzlich ist das zweistufige Turboaufladesystem **36** dazu be-

stimmt, eine Motorverkleinerung infolge der Systemfähigkeiten, höhere Aufladedrücke über einen breiten Strömungsbereich zu erzeugen, zu ermöglichen. Ferner kann für funkengezündete Motoren eine Twin-Scroll-Technologie in dem zweistufigen Turboaufladesystem verwendet werden, um Ladetemperaturen der druckbeaufschlagten Luftströmung zu steuern, wodurch zugelassen wird, dass höhere Aufladedrücke bei höheren Niveaus von Motorausgangsdrehmoment verwirklicht werden.

[0042] Die detaillierte Beschreibung und die Zeichnungen oder Figuren unterstützen und beschreiben die Erfindung, jedoch ist der Schutzzumfang der Erfindung ausschließlich durch die Ansprüche definiert. Während einige der besten Moden und anderen Ausführungsformen zur Ausführung der beanspruchten Erfindung detailliert beschrieben worden sind, sind verschiedene alternative Konstruktionen und Ausführungsformen zur Ausführung der Erfindung, wie in den angefügten Ansprüchen definiert ist, vorhanden. Ferner sind die in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsformen oder die Eigenschaften verschiedener Ausführungsformen, die in der vorliegenden Beschreibung erwähnt sind, nicht notwendigerweise als voneinander unabhängige Ausführungsformen zu verstehen. Vielmehr ist es möglich, dass jede der in einem der Beispiele einer Ausführungsform beschriebenen Eigenschaften mit einer oder mehreren anderen gewünschten Eigenschaften von anderen Ausführungsformen kombiniert werden kann, was andere Ausführungsformen zur Folge hat, die nicht in Worten oder durch Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben sind. Dementsprechend fallen derartige andere Ausführungsformen in den Rahmen des Schutzzumfangs der beigefügten Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, umfassend:
 - einen Zylinderblock, der einen Zylinder definiert;
 - einen Zylinderkopf, der an dem Zylinderblock montiert und derart konfiguriert ist, Luft und Kraftstoff an den Zylinder zur Verbrennung darin zu liefern;
 - einen Abgaskrümmers, der funktional mit dem Zylinderkopf verbunden ist und einen ersten Auslass und einen zweiten Auslass aufweist, wobei sowohl der erste als auch zweite Auslass derart konfiguriert sind, Nachverbrennungsgase von dem Zylinder auszutragen; und
 - ein Turboaufladesystem, das derart konfiguriert ist, eine Luftströmung, die von der Umgebung aufgenommen wird, zur Lieferung an den Zylinder mit Druck zu beaufschlagen, wobei das Turboaufladesystem umfasst:
 - einen Turbolader für niedrigen Durchfluss, der zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase von dem ersten Auslass konfiguriert ist, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen und die druckbeaufschlagte Luftströmung an den Zylinder auszutragen;

einen Turbolader für hohen Durchfluss, der zum Antrieb durch die Nachverbrennungsgase von dem zweiten Auslass konfiguriert ist, um die Luftströmung mit Druck zu beaufschlagen und die druckbeaufschlagte Luftströmung an den Zylinder auszutragen; und
eine Strömungssteuervorrichtung, die derart konfiguriert ist, die Nachverbrennungsgase selektiv zu dem Turbolader für niedrigen Durchfluss und dem Turbolader für hohen Durchfluss zu lenken.

2. Motor nach Anspruch 1, wobei der Abgaskrümmmer in den Zylinderkopf integriert ist und/oder der Zylinderkopf in dem Zylinderblock integriert ist.

3. Motor nach Anspruch 1, wobei die Strömungssteuervorrichtung direkt an dem zweiten Auslass befestigt ist und mit diesem in Fluidkommunikation steht.

4. Motor nach Anspruch 1, wobei der Turbolader für niedrigen Durchfluss ein erstes Twin-Scroll-Turbinengehäuse aufweist.

5. Motor nach Anspruch 4, wobei:
der Zylinder einen ersten Satz von Zylindern und einen zweiten Satz von Zylindern aufweist; und
der Abgaskrümmmer gegabelt ist, um separat Nachverbrennungsgase von dem ersten Satz von Zylindern an ein Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses und Nachverbrennungsgase von dem zweiten Satz von Zylindern an das andere Spiralgehäuse des ersten Twin-Scroll-Turbinengehäuses zu führen.

6. Motor nach Anspruch 1, wobei der Turbolader für hohen Durchfluss ein zweites Twin-Scroll-Turbinengehäuse aufweist.

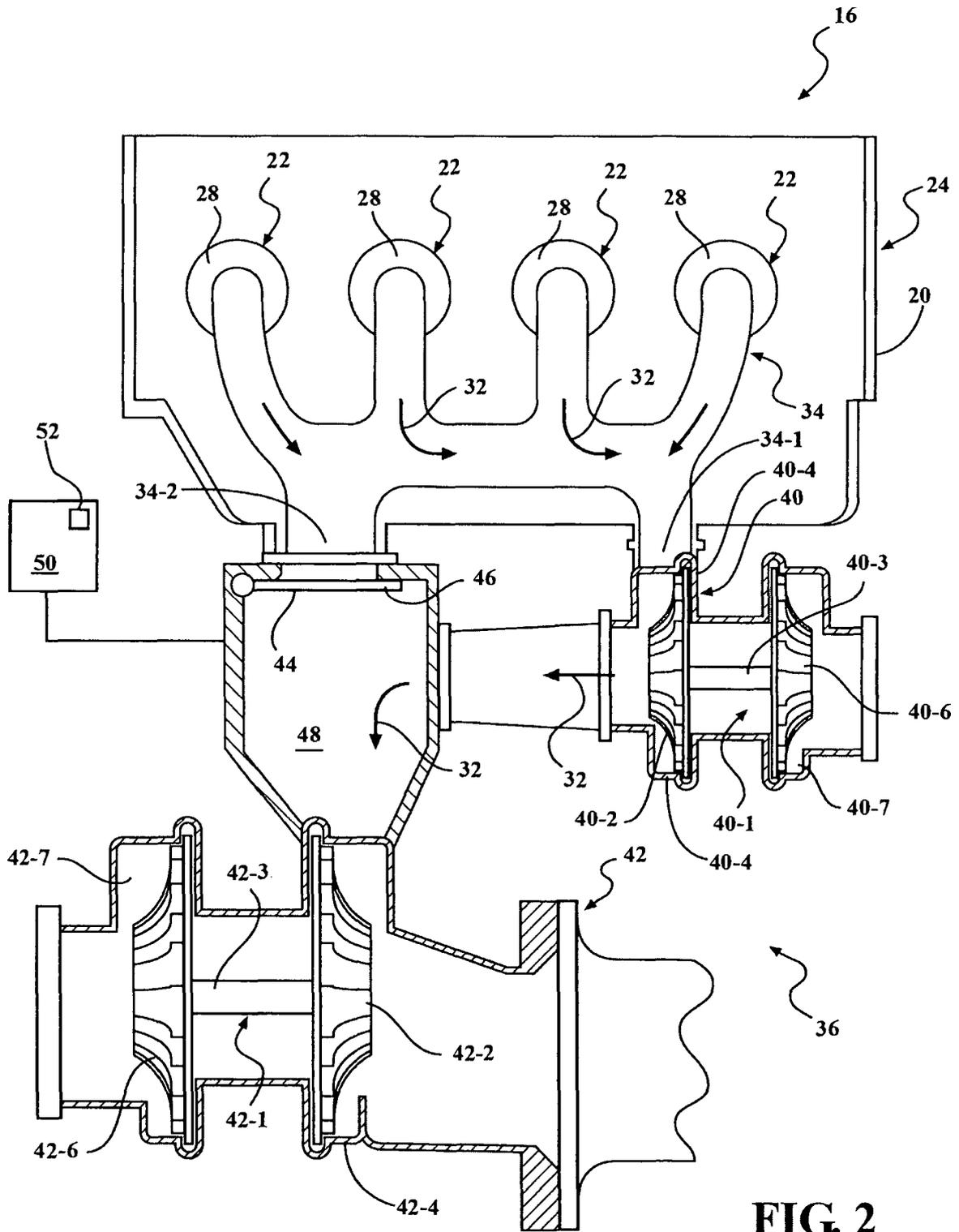
7. Motor nach Anspruch 6, wobei:
der Zylinder einen ersten Satz von Zylindern und einen zweiten Satz von Zylindern aufweist;
der integrierte Abgaskrümmmer gegabelt ist, um separat Nachverbrennungsgase von dem ersten Satz von Zylindern und Nachverbrennungsgase von dem zweiten Satz von Zylindern zu führen; und
die Strömungssteuervorrichtung eine gegabelte Kammer aufweist, die derart konfiguriert ist, nach dem gegabelten Abgaskrümmmer die Nachverbrennungsgase des ersten Satzes von Zylindern zu einem Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses und die Nachverbrennungsgase des zweiten Satzes der Zylinder zu dem anderen Spiralgehäuse des zweiten Twin-Scroll-Turbinengehäuses separat hindurch zu führen.

8. Motor nach Anspruch 1, ferner mit einem programmierbaren Controller, der derart konfiguriert ist, einen Betrieb der Strömungssteuervorrichtung zu regulieren.

9. Motor nach Anspruch 8, wobei der Controller derart programmiert ist, die Strömungssteuervorrichtung zu schließen, um die Nachverbrennungsgase zu dem Turbolader für niedrigen Durchfluss zu lenken, und die Strömungssteuervorrichtung zu öffnen, um die Nachverbrennungsgase zu dem Turbolader für hohen Durchfluss zu lenken.

10. Motor nach Anspruch 9, wobei der Controller so programmiert ist, die Strömungssteuervorrichtung unter einem vorbestimmten Durchfluss des Nachverbrennungsgases zu schließen und die Strömungssteuervorrichtung bei oder über dem vorbestimmten Durchfluss zu öffnen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen



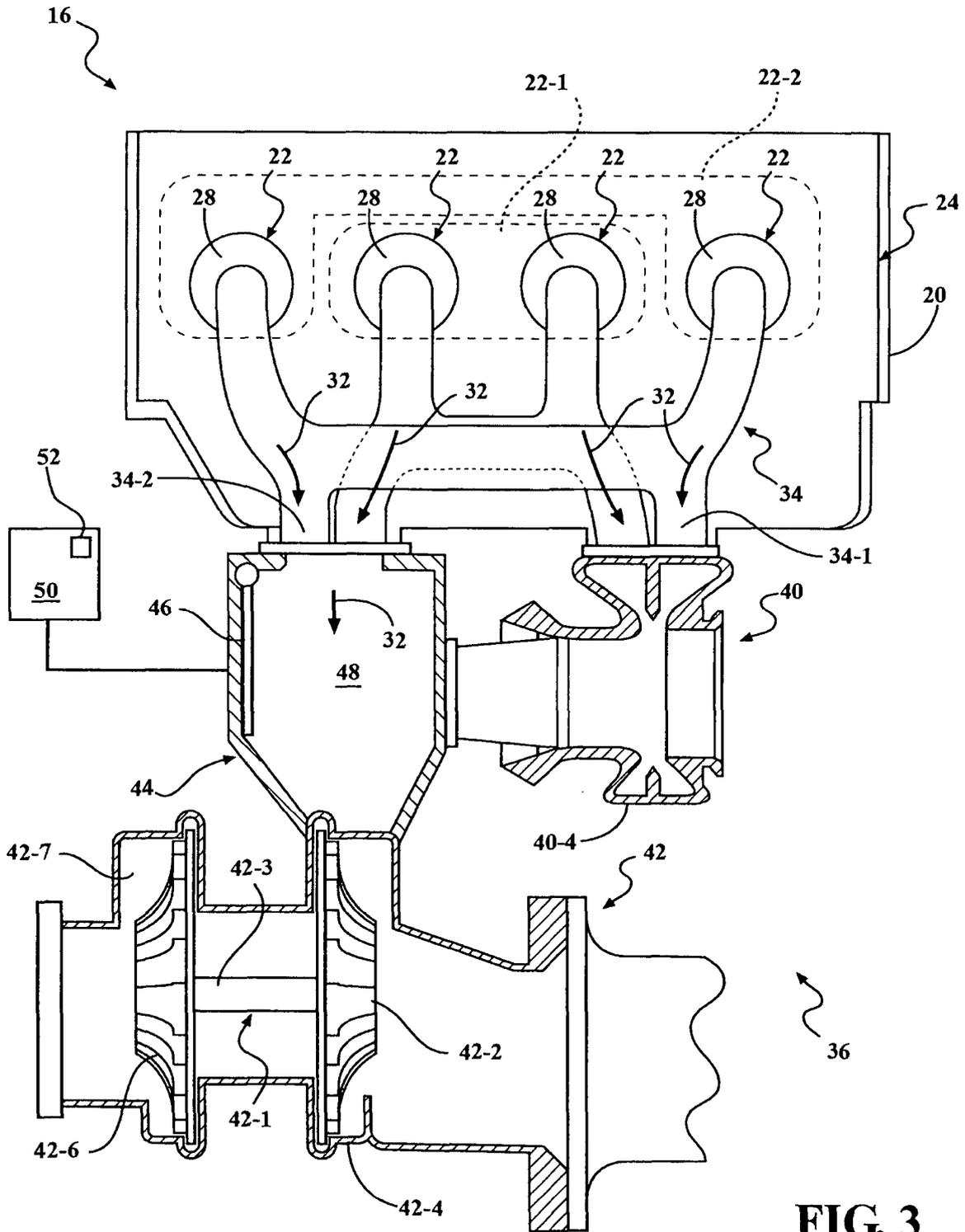


FIG. 3

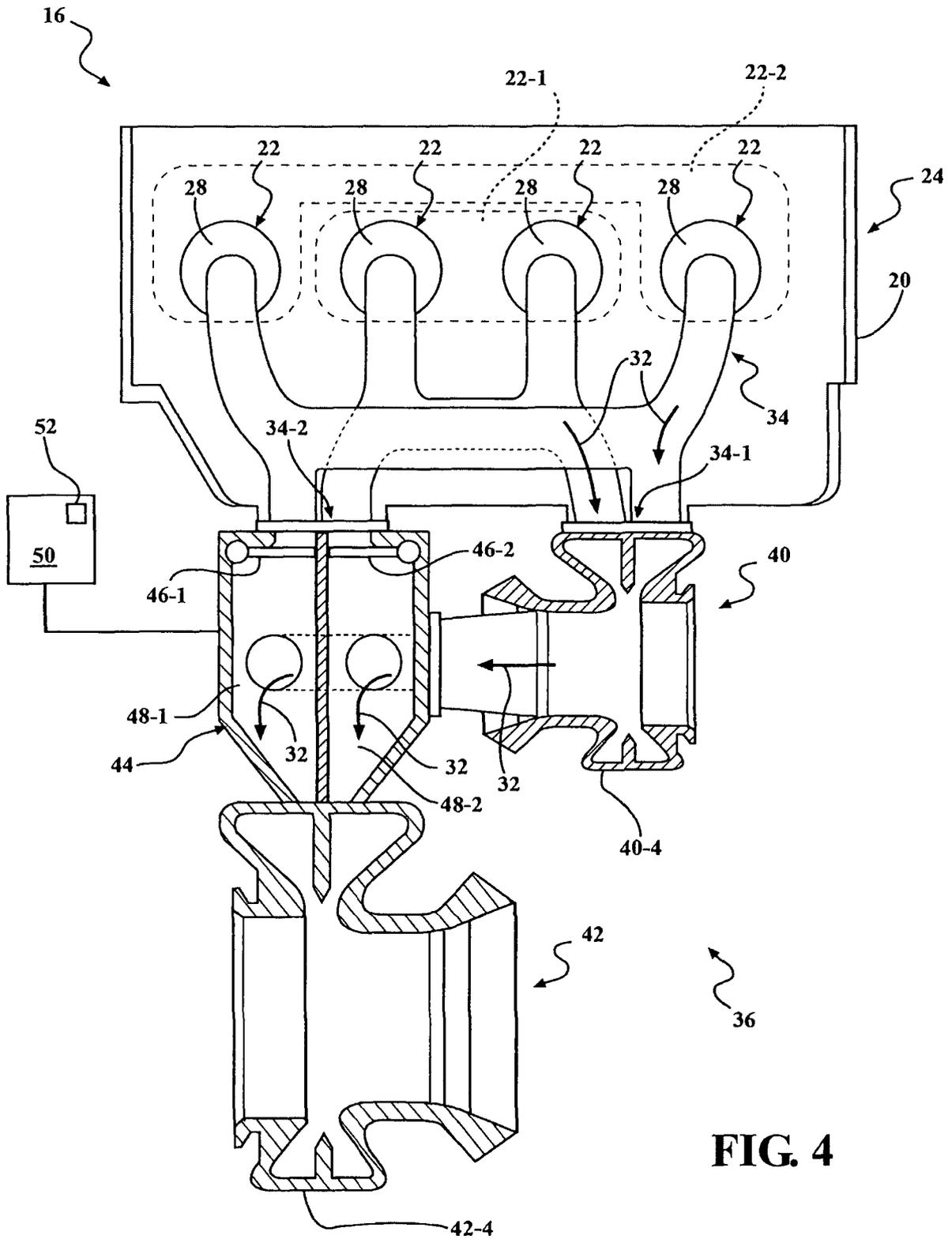


FIG. 4