



(11) **EP 2 077 386 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.07.2009 Patentblatt 2009/28

(51) Int Cl.:
F02F 1/42^(2006.01) F02M 25/07^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08100145.5**

(22) Anmeldetag: **07.01.2008**

(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

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn, MI 48126 (US)

(72) Erfinder:
• **Lenz, Ingo**
50858 Köln (DE)

- **Quiring, Stefan, Dr.**
51373 Leverkusen (DE)
- **Fritsche, Richard**
42929 Wermelskirchen (DE)
- **Kuhlbach, Kai**
51427 Bergisch Gladbach (DE)
- **Lutz, Martin**
50678 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten**
Henry-Ford Str. 1
50725 Köln (DE)

(54) **Zylinderkopf mit im Zylinderkopf integriertem Abgaskrümmter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern (1a, 1b, 1c), bei dem

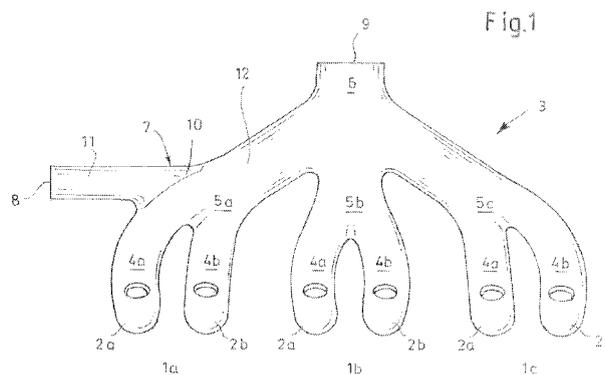
- jeder Zylinder (1a, 1b, 1c) mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder (1a, 1b, 1c) aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung (2a, 2b) eine Abgasleitung (4a, 4b) anschließt,
- die Abgasleitungen (4a, 4b) unter Ausbildung eines Abgaskrümmers (3) innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen, wobei zunächst die Abgasleitungen (4a, 4b) der mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) jedes Zylinders (1a, 1b, 1c) zu einer dem Zylinder (1a, 1b, 1c) zugehörigen Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen (5a, 5b, 5c) der mindestens zwei Zylinder (1a, 1b, 1c) zu der Gesamtabgasleitung (6) zusammen-

führen.

Es soll ein Zylinderkopf bereitgestellt werden, der mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffsstelle zur Abgasrückführung ausgestattet ist und mit dem insbesondere hohe Abgasrückführaten erzielt werden können.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Zylinderkopf der oben genannten Art, der dadurch gekennzeichnet ist, dass

- eine Leitung (7) zur Rückführung von Abgas im Zylinderkopf vorgesehen ist, die von dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmter (3) abzweigt und mit der zumindest ein Teil des aus den Zylindern (1a, 1b, 1c) abgeführten Abgases dem Abgaskrümmter (3) innerhalb des Zylinderkopfes entnehmbar ist, wobei
- die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas von einer Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) abzweigt und aus dem Zylinderkopf austritt.



EP 2 077 386 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem

- jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt,
- die Abgasleitungen unter Ausbildung eines Abgaskrümmers innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, wobei zunächst die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen jedes Zylinders zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen der mindestens zwei Zylinder zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen.

[0002] Des weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung eines derartigen Zylinderkopfes.

[0003] Brennkraftmaschinen verfügen über einen Zylinderblock und einen Zylinderkopf, die zur Ausbildung der einzelnen Zylinder d. h. Brennräume miteinander verbunden werden.

[0004] Der Zylinderblock weist zur Aufnahme der Kolben bzw. der Zylinderrohre eine entsprechende Anzahl an Zylinderbohrungen auf. Die Kolben werden axial beweglich in den Zylinderrohren geführt und bilden zusammen mit den Zylinderrohren und dem Zylinderkopf die Brennräume der Brennkraftmaschine aus.

[0005] Der Zylinderkopf dient häufig auch zur Aufnahme des Ventiltriebs. Um den Ladungswechsel zu steuern, benötigt eine Brennkraftmaschine Steuerorgane und Betätigungseinrichtungen zur Betätigung dieser Steuerorgane. Im Rahmen des Ladungswechsels erfolgt das Ausschleichen der Verbrennungsgase über die Auslaßöffnungen und das Füllen des Brennraums d. h. das Ansaugen des Frischgemisches bzw. der Frischluft über die Einlaßöffnungen. Zur Steuerung des Ladungswechsels werden bei Viertaktmotoren nahezu ausschließlich Hubventile als Steuerorgane verwendet, die während des Betriebs der Brennkraftmaschine eine oszillierende Hubbewegung ausführen und auf diese Weise die Ein- und Auslaßöffnungen freigeben und verschließen. Der für die Bewegung der Ventile erforderliche Ventilbetätigungsmechanismus einschließlich der Ventile selbst wird als Ventiltrieb bezeichnet.

[0006] Es ist die Aufgabe des Ventiltriebs die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Brennkammer rechtzeitig freizugeben bzw. zu schließen, wobei eine schnelle Freigabe möglichst großer Strömungsquerschnitte angestrebt wird, um die Drosselverluste in den ein- bzw. ausströmenden Gasströmungen gering zu halten und eine möglichst gute Füllung des Brennraumes mit Frischgemisch

bzw. ein effektives d. h. vollständiges Abführen der Abgase zu gewährleisten. Nach dem Stand der Technik werden daher auch zunehmend zwei oder mehr Einlaß- bzw. Auslaßöffnungen vorgesehen, wie auch bei dem Zylinderkopf, der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist.

[0007] Die Einlaßkanäle, die zu den Einlaßöffnungen führen, und die Auslaßkanäle bzw. Abgasleitungen, die sich an die Auslaßöffnungen anschließen, sind nach dem Stand der Technik zumindest teilweise im Zylinderkopf integriert. Die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen eines einzelnen Zylinders werden dabei häufig - innerhalb des Zylinderkopfes - zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammengeführt, wobei diese Teilabgasleitungen dann außerhalb des Zylinders zu einer einzelnen Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden. Die Zusammenführung der Abgasleitungen bis hin zu der Gesamtabgasleitung wird im allgemeinen und im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Abgaskrümmers bzw. Krümmers bezeichnet.

[0008] Stromabwärts des Krümmers werden die Abgase dann gegebenenfalls der Turbine eines Abgasturboladers und/oder einem oder mehreren Abgasnachbehandlungssystemen zugeführt.

[0009] Dabei ist man zum einen bemüht, die Turbine möglichst nahe am Auslaß der Brennkraftmaschine anzuordnen, um auf diese Weise die Abgasenthalpie der heißen Abgase optimal nutzen zu können und ein schnelles Ansprechverhalten des Turboladers zu gewährleisten. Zum anderen soll auch der Weg der heißen Abgase zu den verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen möglichst kurz sein, damit den Abgasen wenig Zeit zur Abkühlung eingeräumt wird und die Abgasnachbehandlungssysteme möglichst schnell ihre Betriebstemperatur bzw. Anspringtemperatur erreichen, insbesondere nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine.

[0010] In diesem Zusammenhang ist man daher grundsätzlich bemüht, die thermische Trägheit des Teilstücks der Abgasleitung zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasnachbehandlungssystem bzw. zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasturbolader zu minimieren, was durch Reduzierung der Masse und der Länge dieses Teilstückes erreicht werden kann.

[0011] Um die zuvor genannten Ziele zu erreichen, wird gemäß einem Lösungsansatz nach dem Stand der Technik der Abgaskrümmers teilweise bzw. vollständig im Zylinderkopf integriert. Ein Zylinderkopf, bei dem sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt und die Abgasleitungen der Zylinder innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

[0012] Ein derartiger Zylinderkopf zeichnet sich durch eine sehr kompakte Bauweise aus, wobei die Gesamtwegstrecke der Abgasleitungen des Abgaskrümmers minimiert wurde. Die Verwendung eines derartigen Zylinderkopfes führt des weiteren zu weniger Bauteilen und folglich zu einer Verringerung der Kosten, insbesondere der Montage- und Bereitstellungskosten.

[0013] Ein solcher Zylinderkopf ist aber thermisch höher belastet als ein herkömmlicher Zylinderkopf, der mit einem externen Krümmer ausgestattet ist, und stellt daher erhöhte Anforderungen an die Kühlung.

[0014] Die bei der Verbrennung durch die exotherme, chemische Umwandlung des Kraftstoffes freigesetzte Wärme wird teilweise über die den Brennraum begrenzenden Wandungen an den Zylinderkopf und den Zylinderblock und teilweise über den Abgasstrom an die angrenzenden Bauteile und die Umgebung abgeführt. Um die thermische Belastung des Zylinderkopfes in Grenzen zu halten, muß ein Teil des in den Zylinderkopf eingeleiteten Wärmestromes dem Zylinderkopf wieder entzogen werden.

[0015] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Kühlung in Gestalt einer Luftkühlung oder einer Flüssigkeitskühlung auszuführen. Aufgrund der wesentlich höheren Wärmekapazität von Flüssigkeiten gegenüber Luft können mit der Flüssigkeitskühlung wesentlich größere Wärmemengen abgeführt werden als dies mit einer Luftkühlung möglich ist.

[0016] Die Flüssigkeitskühlung erfordert die Ausstattung der Brennkraftmaschine bzw. des Zylinderkopfes mit einem Kühlmittelmantel d. h. die Anordnung von das Kühlmittel durch den Zylinderkopf führenden Kühlmittelkanälen, was eine komplexe Struktur der Zylinderkopfkonstruktion bedingt. Dabei wird der mechanisch und thermisch hochbelastete Zylinderkopf durch das Einbringen der Kühlmittelkanäle einerseits in seiner Festigkeit geschwächt. Andererseits muß die Wärme nicht wie bei der Luftkühlung erst an die Zylinderkopfoberfläche geleitet werden, um abgeführt zu werden. Die Wärme wird bereits im Inneren des Zylinderkopfes an das Kühlmittel, in der Regel mit Additiven versetztes Wasser, abgegeben. Das Kühlmittel wird dabei mittels einer im Kühlkreislauf angeordneten Pumpe gefördert, so daß es im Kühlmittelmantel zirkuliert. Die an das Kühlmittel abgegebene Wärme wird auf diese Weise aus dem Inneren des Zylinderkopfes abgeführt und in einem Wärmetauscher dem Kühlmittel wieder entzogen.

[0017] Aus den genannten Gründen wird nach dem Stand der Technik bei einem Zylinderkopf der vorliegenden Art ein Kühlmittelmantel im Zylinderkopf integriert.

[0018] Einen Zylinderkopf mit integrierter Abgaskrümmer und integrierter Flüssigkeitskühlung d. h. einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 d. h. der gattungsbildenden Art offenbart beispielsweise die EP 1 722 090 A2, sowie die Anmeldung EP 07110193.5.

[0019] Moderne Brennkraftmaschinen werden zunehmend mit einem Zylinderkopf der in Rede stehenden Art ausgestattet. Zunehmend wird auch eine Abgasrückführung vorgesehen.

[0020] Die Abgasrückführung d. h. die Rückführung von Verbrennungsgasen von der Abgasseite auf die Ansaugseite der Brennkraftmaschine wurde als zielführend erkannt, um zukünftige Grenzwerte für Schadstoffemissionen einzuhalten, insbesondere die Grenzwerte für

Stickoxidemissionen. Da die Bildung der Stickoxide nicht nur einen Luftüberschuß, sondern auch hohe Temperaturen erfordert, besteht ein Konzept zur Senkung der Stickoxidemissionen darin, Verbrennungsprozesse bzw. -verfahren mit niedrigeren Verbrennungstemperaturen zu entwickeln, wobei die Abgasrückführung ein Mittel ist zur Senkung der Temperaturen.

[0021] Mit zunehmender Abgasrückführrate können die Stickoxidemissionen deutlich gesenkt werden. Die Abgasrückführrate x_{AGR} bestimmt sich dabei wie folgt:

$$x_{AGR} = m_{AGR} / (m_{AGR} + m_{Frischluff})$$

wobei m_{AGR} die Masse an zurückgeführtem Abgas und $m_{Frischluff}$ die zugeführte und gegebenenfalls komprimierte Frischluft bzw. Ladeluft bezeichnet.

[0022] Die Abgasrückführung eignet sich auch zur Reduzierung der Emissionen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen im Teillastbereich.

[0023] Um eine deutliche Senkung der Stickoxidemissionen zu erreichen, sind hohe Abgasrückführraten erforderlich, die in der Größenordnung von $x_{AGR} \approx 50\%$ bis 70% liegen können.

[0024] Das Abgas kann dabei grundsätzlich stromabwärts oder stromaufwärts eines auf der Abgasseite vorgesehenen Abgasnachbehandlungssystems bzw. einer Turbine eines Abgasturboladers abgezweigt d.h. entnommen werden.

[0025] Wird das Abgas außerhalb des Zylinderkopfes abgezweigt, so dass die Abgriffsstelle zur Abgasrückführung außerhalb des Zylinderkopfes angeordnet ist, zweigt die Leitung zur Rückführung des Abgases in der Regel von der Gesamtabgasleitung ab. Dabei muß die Rückführleitung mit der Gesamtabgasleitung verbunden werden, beispielsweise mittels einer Flanschverbindung. Die Verbindungsstelle ist zum einen eine potentielle Leckagestelle für das unerwünschte Austreten von Abgasen, was hohe Anforderungen an die Dichtung impliziert. Zum anderen ist diese Verbindung durch die heißen Abgase thermisch hochbelastet, so dass an die Ausführung der Verbindung hohe Anforderungen gestellt werden. Ist die Gesamtabgasleitung aus hochtemperaturfestem Werkstoff gefertigt, muß die Verbindung ebenfalls aus kostenintensivem und schwer zu bearbeitendem Material hergestellt werden.

[0026] Der Stand der Technik umfaßt aber auch Konzepte, bei denen eine Leitung zur Abgasrückführung in den Zylinderkopf integriert wird, wobei die Rückführleitung von einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmer abzweigt.

[0027] Die in den Zylinderkopf integrierte Abgriffsstelle ermöglicht die einteilige Ausbildung von Krümmer und Rückführleitung d. h. die Vermeidung der Ausbildung und Abdichtung einer kraftschlüssigen Verbindungsstelle. Des weiteren führt die Integration der Rückführleitung zu einer Verringerung der Anzahl an Bauteilen und zu einer

kompakteren Bauweise. Letzteres unterstützt auch das Bemühen, im Motorraum ein möglichst dichtes Packaging der Antriebseinheit zu erzielen.

[0028] Einen Zylinderkopf mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffstelle zur Abgasrückführung beschreibt beispielsweise die GB 2 370 073 A. Die Rückführleitung zweigt von einer Teilabgasleitung eines Zylinders mit zwei Auslaßöffnungen ab, wobei das erste Teilstück der Rückführleitung gegen die Strömungsrichtung des Abgases in der genutzten Teilabgasleitung angestellt ist, also ein Einströmen von Abgas aus dem zugehörigen Zylinder erschwert. Zur Ausbildung dieses Teilstücks muß zudem ein spezieller Gußkern vorgesehen werden, da die gesamte Rückführleitung innerhalb des Zylinderkopfes verläuft und dieses Teilstück auf andere Weise nicht ausgebildet werden kann, was die Herstellung erschwert. Um die Rückführleitung vollständig im Zylinderkopf integrieren zu können, muß der Zylinderkopf zudem die notwendige Materialsubstanz aufweisen, was in der Regel zu einer Gewichtszunahme führt.

[0029] Der in der GB 2 370 073 A beschriebene Zylinderkopf weist darüber hinaus einen nur teilweise im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmers auf, so dass die Wegstrecke der Abgasleitungen und Teilabgasleitung bis hin zu einer gegebenenfalls außerhalb des Zylinderkopfes gelegenen Gesamtabgasleitung vergleichsweise lang ist. Dies hat zur Folge, dass die Rückführleitung tatsächlich nur mit dem Abgas des einzelnen Zylinders beaufschlagt wird bzw. werden kann, von dessen Teilabgasleitung diese Leitung abzweigt.

[0030] Zur Generierung hoher Rückföhrraten reicht das Abgas eines einzelnen Zylinders einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine aber nicht aus, weshalb Zylinderköpfe bereitgestellt werden müssen, mit denen die bereits oben genannten hohen Rückföhrraten erzielt werden können.

[0031] Vor dem Hintergrund des oben Gesagten ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, der mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffstelle zur Abgasrückführung ausgestattet ist und mit dem die nach dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden und insbesondere hohe Abgasrückföhrraten erzielt werden können.

[0032] Eine weitere Teilaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Verwendungen eines derartigen Zylinderkopfes aufzuzeigen.

[0033] Gelöst wird die erste Aufgabe durch einen Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem

- jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt,
- die Abgasleitungen unter Ausbildung eines Abgas-

krümmers innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, wobei zunächst die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen jedes Zylinders zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen der mindestens zwei Zylinder zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen,

und der dadurch gekennzeichnet ist, dass

- eine Leitung zur Rückführung von Abgas im Zylinderkopf vorgesehen ist, die von dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmers abzweigt und mit der zumindest ein Teil des aus den Zylindern abgeführten Abgases dem Abgaskrümmers innerhalb des Zylinderkopfes entnehmbar ist, wobei
- die Leitung zur Rückführung von Abgas von einer Teilabgasleitung abzweigt und aus dem Zylinderkopf austritt.

[0034] Die gleichzeitige kombinierte Integration des Abgaskrümmers und der Rückführleitung in den Zylinderkopf führt in vorteilhafter Weise zu Synergieeffekten.

[0035] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf verfügt - im Gegensatz zu dem in der GB 2 370 073 A beschriebenen Zylinderkopf - über einen vollständig im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmers, weshalb die Wegstrecken der einzelnen Abgasleitungen bis hin zur Gesamtabgasleitung vergleichsweise kurz sind. Aufgrund der kürzeren Strömungswege ist die Rückführleitung für die einzelnen Abgasteilströme sämtlicher Zylinder bzw. Auslaßöffnungen vergleichsweise leicht erreichbar. Dies führt in vorteilhafter Weise dazu, dass die aus der Teilabgasleitung eines einzelnen Zylinders abzweigende Rückführleitung mit dem Abgas sämtlicher Zylinder der Brennkraftmaschine beaufschlagt werden kann bzw. beaufschlagt wird.

[0036] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf grenzt sich insofern von Konzepten ab, bei denen der Zylinderkopf über einen nur teilweise integrierten Krümmers verfügt, und ebenfalls von Konzepten, bei denen die Rückführleitung von der Gesamtabgasleitung bzw. einer Abgasleitung einer einzelnen Auslaßöffnung abzweigt.

[0037] Bei der letztgenannten Variante wäre ein deutlich ausgeprägteres Rückströmen der aus den anderen Auslaßöffnungen abgeführten Abgasanteile erforderlich, was sich aber in dieser Weise in der Praxis nicht einstellt bzw. nicht realisieren läßt, so dass hohe Rückföhrraten mit einem derartigen Konzept nicht realisiert werden könnten. Zudem wäre eine starke Pulsation in der Rückführleitung zu beobachten, da die Rückführleitung im wesentlichen nur mit dem Abgas einer einzelnen Auslaßöffnung beaufschlagt werden würde.

[0038] Andererseits würde die Entnahme des Abgases aus der Gesamtabgasleitung die Wegstrecke der in den Zylinderkopf zu integrierenden Rückführleitung deutlich vergrößern bzw. die Streckenführung dieser

Rückführleitung erschweren. Gegebenenfalls würde dies eine erhebliche Gewichtszunahme des Zylinderkopfes erforderlich machen d. h. verursachen.

[0039] Damit wird die erste der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe gelöst, nämlich einen Zylinderkopf der gattungsbildenden Art bereitzustellen, der mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffsstelle zur Abgasrückführung ausgestattet ist und mit dem hohe Abgasrückführraten erzielt werden können.

[0040] Da die Leitung zur Rückführung des Abgases erfindungsgemäß und im Gegensatz zu dem in der GB 2 370 073 A beschriebenen Zylinderkopf aus dem Zylinderkopf austritt und folglich nicht die gesamte Rückführleitung im Zylinderkopf integriert ist, vereinfacht sich die Herstellung d. h. die Ausbildung des von der Teilabgasleitung abzweigenden Teilstücks der Rückführleitung erheblich. So kann die Rückführleitung - abhängig vom vorliegenden Einzelfall - teilweise oder vollständig mittels spanabhebender Fertigungsverfahren in den Zylinderkopfhohling eingebracht werden.

[0041] Die Rückführleitung kann auch bereits beim Gießen des Zylinderkopfhohlings teilweise oder vollständig ausgebildet werden, was durch Einbringen eines einfachen, nach außen offenen und daher leicht entfernbaren Kerns erfolgen kann.

[0042] Zudem ergeben sich weitere Freiheitsgrade bei der Fertigung des Zylinderkopfes. So kann beispielsweise ein Teil der Rückführleitung beim Gießen des Zylinderkopfhohlings ausgebildet werden, wobei die Rückführleitung und die Teilabgasleitung durch eine zunächst verbleibende Wand getrennt bleiben. Das nachträgliche Entfernen der Wand sorgt dann für die Verbindung der beiden Leitungen. D. h. für eine Motorenserie kann ein einheitlicher Zylinderkopfhohling gefertigt werden, in den durch Nachbearbeitung eine Leitung zur Rückführung von Abgas gezielt eingebracht werden kann oder auch nicht.

[0043] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Zylinderkopfes werden im Zusammenhang mit den Unteransprüchen erörtert.

[0044] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas geradlinig verläuft. Die geradlinige Ausbildung der Rückführleitung vereinfacht die Herstellung der Leitung erheblich. Eine geradlinige Rückführleitung kann beispielsweise in einfacher Weise mittels Bohren ausgebildet werden.

[0045] Zudem kann ein geradliniger Verlauf dazu dienen, die Länge der Rückführleitung zu verkürzen und damit das Volumen der Leitung zu verkleinern. Dies wiederum verbessert das Ansprechverhalten der Abgasrückführung, was als vorteilhaft anzusehen ist.

[0046] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas im wesentlichen parallel zur Längsachse des Zylinderkopfes verläuft. Dabei schließt die Rückführleitung in der Regel seitlich an den Abgaskrümmen an und wird nicht in Richtung Zylinderlängsachse nach oben oder un-

ten geführt.

[0047] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas unter Ausbildung eines trichterförmigen Eintrittsbereichs an die Teilabgasleitung anschließt. Bei dieser Ausführungsform nimmt der Durchmesser der Rückführleitung an der Verbindungsstelle in Richtung Teilabgasleitung zu, so dass ein trichterförmiger Eintrittsbereich ausgebildet wird, der das Einströmen von Abgas unterstützt und zwar sowohl das Einströmen aus dem Zylinder, welcher der zur Rückführung verwendeten Teilabgasleitung zugeordnet ist, als auch das Einströmen aus den anderen Zylindern. Dies ist vorteilhaft insbesondere im Hinblick auf die Realisierung hoher Rückführraten.

[0048] Vorteilhafterweise werden scharfe Kanten, an denen die Abgasströmung abreißt oder verwirbelt, vermieden. Die die Teilabgasleitung ausbildenden Zylinderkopfwandungen sollen vorzugsweise stetig d. h. fließend in die Rückführleitung übergehen.

[0049] Aus diesem Grund sind auch Ausführungsformen des Zylinderkopfes vorteilhaft, bei denen sich die Wandungen der Leitung zur Rückführung von Abgas zur Ausbildung des trichterförmigen Eintrittsbereichs wölben, wodurch ein trompetenförmiger Eintrittsbereich ausgebildet wird.

[0050] Ein Eintrittsbereich, der sich zur Teilabgasleitung hin aufweitet, führt auch zu einer Verringerung der Pulsation. Weist der Eintrittsbereich zur Teilabgasleitung hin gewölbte d. h. abgerundete Übergänge auf, kann mit Hilfe der Größe der Radien dieser abgerundeten Übergänge Einfluß auf die Einströmverhältnisse genommen werden. Die Verwendung unterschiedlicher Radien auf der der Gesamtabgasleitung abgewandten Seite einerseits und auf der der Gesamtabgasleitung zugewandten Seite andererseits gestattet eine gezielte Aufteilung der für die Rückführung genutzten Abgasströme.

[0051] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas außenliegend an den Abgaskrümmen anschließt.

[0052] Diese Ausführungsform ist vorteilhaft, weil der Zylinderkopf auf diese Weise nur geringfügig durch das Einbringen d. h. die Integration der Rückführleitung geschwächt bzw. beeinflusst wird. Insbesondere verkürzt sich die Länge der Rückführleitung, wodurch auch das Volumen der Leitung verkleinert wird, was - wie oben bereits ausgeführt - das Ansprechverhalten der Abgasrückführung verbessert. Eine derartig verlaufende Rückführleitung schränkt zudem die Auslegung der Zylinderkopfkonstruktion bezüglich anderer Erfordernisse bzw. Funktionen möglichst wenig ein.

[0053] Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang insbesondere, dass der Zylinderkopf ohnehin ein thermisch und mechanisch hoch belastetes Bauteil ist, da dem Zylinderkopf bereits eine Vielzahl von Aufgaben und Funktionen zukommen. So nimmt der Zylinderkopf nicht nur den Ventiltrieb - wie oben bereits beschrieben - auf, sondern umfaßt auch die Bohrungen, in welche die Bolzen zum Verbinden des Zylinderkopfes mit dem Zy-

linderblock eingeführt werden. Gegebenenfalls werden im Zylinderkopf zusätzliche Leitungen zur Entlüftung des Kurbelgehäuses vorgesehen.

[0054] Darüber hinaus verfügt ein Zylinderkopf mit integrierter Abgaskrümmer aufgrund der hohen thermischen Belastung über einen vergleichsweise voluminösen Kühlmittelmantel.

[0055] In der Regel wird ein Kühlmittelmantel in den Zylinderkopf eingebracht, der einen unteren Kühlmittelmantel, der zwischen den Abgasleitungen und der Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen angeordnet ist, aufweist, wobei diese beiden Kühlmittelmäntel zusätzlich mittels Durchgängen miteinander verbunden werden.

[0056] Auch vor diesem Hintergrund ist es somit vorteilhaft, wenn die Leitung zur Rückführung von Abgas ein möglichst geringeres Volumen aufweist, was beispielsweise durch den außenliegenden Anschluß der Rückführleitung an den Abgaskrümmer realisiert werden kann.

[0057] Aus den gleichen Gründen sind auch bei Brennkraftmaschine mit drei und mehr Zylindern Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas von der Teilabgasleitung eines außenliegenden Zylinders abzweigt.

[0058] Vorteilhaft sind des weiteren Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen der im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmantel die Leitung zur Rückführung von Abgas zumindest teilweise umgibt. Auf diese Weise wird das vom Abgaskrümmer abgezweigte, für eine Rückführung vorgesehene Abgas bereits im Zylinderkopf gekühlt. Die thermische Belastung eines stromabwärts der Rückführleitung bzw. der Abgriffsstelle vorgesehenen Ventils zur Steuerung der Rückführrate (AGR-Ventil) und/oder einer Dichtung nimmt dadurch ab. Ein gegebenenfalls vorgesehener zusätzlicher Kühler zur Kühlung des rückgeführten Abgases kann daher unter Umständen kleiner dimensioniert werden.

[0059] Die Temperatur der Zylinderfrischladung, die sich bei der Mischung der Frischluft mit den rückgeführten Abgasen einstellt, wird folglich auch gesenkt, was zu einer besseren Füllung des Brennraums mit Frischgemisch beiträgt. Durch die Steigerung der Dichte wird auch das Volumen reduziert, was zu einer Abnahme der Strömungsverluste führt.

[0060] Vorteilhaft ist die Verwendung eines Zylinderkopfes nach einer der zuvor genannten Arten insbesondere bei einer aufgeladenen Brennkraftmaschine, da die Abgasrückführung und die Aufladung häufig kombiniert eingesetzt werden und eine aufgeladene Brennkraftmaschine thermisch höher belastet ist.

[0061] Aufgrund der Kühlung des Abgaskrümmers und der Rückführleitung im Zylinderkopf kann auf die Verwendung kostenintensiver wärmebeständiger Werkstoffe verzichtet werden. Dies ist aufgrund der hohen Abgastemperaturen insbesondere bei aufgeladenen

Brennkraftmaschinen von Relevanz bzw. Vorteil.

[0062] Zudem ist die Bemessung d. h. Festlegung der Länge der Abgaskanäle bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen hinsichtlich des Verbrennungsprozesses von geringerer Bedeutung als bei nicht aufgeladenen Brennkraftmaschinen, so dass bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen die im allgemeinen kurze Länge des im Zylinderkopf integrierten Krümmers keine negativen Auswirkungen auf die Leistung der Brennkraftmaschine hat.

[0063] Vorteilhaft ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Zylinderkopfes insbesondere bei Brennkraftmaschinen, die mittels Abgasturboaufladung aufgeladen werden. Bei diesen Brennkraftmaschinen wird die Turbine des Abgasturboladers in der Gesamtabgasleitung angeordnet, wodurch sich der Abgasdruck stromaufwärts der Turbine und damit auch der Abgasdruck im Krümmer erhöht, was wiederum das Einleiten der Abgasströme in die Rückführleitung erleichtert bzw. verstärkt, so dass hohe Rückführraten realisiert werden können.

[0064] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 1 näher beschrieben. Hierbei zeigt:

25 Fig. 1 in einer Draufsicht den Gußkern der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen mitsamt dem Gußkern für die integrierte Rückführleitung.

30 **[0065]** Figur 1 zeigt in einer Draufsicht den Gußkern 12 der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6, so dass Figur 1 per se das System der im Zylinderkopf integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 selbst veranschaulicht bzw. wiedergibt, weshalb die Bezugszeichen für die Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 eingetragene bzw. verwendet wurden.

35 **[0066]** Dargestellt ist ebenfalls die im Zylinderkopf vorgesehene d. h. integrierte Leitung 7 zur Rückführung von Abgas bzw. der zur Ausbildung der Rückführleitung 7 verwendete Gußkern 11.

40 **[0067]** Bei dem in Figur 1 dargestellten Gußkern 12 bzw. Abgassystem handelt es sich um die Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 eines Zylinderkopfes eines Drei-Zylinder-Reihenmotors.

45 **[0068]** Jeder der drei Zylinder 1a, 1b, 1c ist mit zwei Auslaßöffnungen 2a, 2b ausgestattet, wobei sich an jede Auslaßöffnung 2a, 2b eine Abgasleitung 4a, 4b zum Abführen der Abgase anschließt.

50 **[0069]** Die Abgasleitungen 4a, 4b führen unter Ausbildung eines Abgaskrümmers 3 zu einer Gesamtabgasleitung 6 zusammen. Die Abgasleitungen 4a, 4b jedes Zylinders 1a, 1b, 1c führen dabei zunächst zu einer dem Zylinder 1a, 1b, 1c zugehörigen Teilabgasleitung 5a, 5b, 5c zusammen, wobei diese Teilabgasleitungen 5a, 5b, 5c anschließend d. h. stromabwärts in eine gemeinsame Gesamtabgasleitung 6 münden. Das Abgas verläßt den Zylinderkopf am Austritt 9 der Gesamtabgasleitung 6 aus

dem Zylinderkopf.

[0070] In den Zylinderkopf ist eine Leitung 7 zur Rückführung von Abgas integriert. Die Rückführleitung 7 zweigt von dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmmer 3 ab, wobei die Rückführleitung 7 von einer Teilabgasleitung 5a des Krümmers 3 abzweigt und über einen Austritt 8 aus dem Zylinderkopf verfügt.

[0071] Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform zweigt die geradlinig und parallel zur Zylinderkopflängsachse verlaufende Rückführleitung 7 von der Teilabgasleitung 5a eines außenliegenden Zylinders 1a ab, wobei die Leitung 7 außenliegend an den Abgaskrümmmer 3 anschließt.

[0072] Die Rückführleitung 7 schließt unter Ausbildung eines trichterförmigen Eintrittsbereichs 10 an die Teilabgasleitung 5a an. Dabei nimmt der Durchmesser der Rückführleitung 7 an der Verbindungsstelle in Richtung Teilabgasleitung 5a zu. Das Einströmen von Abgas wird dadurch vereinfacht und zwar sowohl das Einströmen aus dem Zylinder 1a, von dessen Teilabgasleitung 5a die Rückführleitung 7 abzweigt, als auch das Einströmen aus den anderen Zylindern 1b, 1c.

[0073] Die Wandungen der Rückführleitung 7 wölben sich in Richtung der Teilabgasleitung 5a nach außen, so dass der Eintrittsbereich 10 eine trompetenförmige Gestalt annimmt.

[0074] Ein derartig ausgebildeter Eintrittsbereich 10, der sich zur Teilabgasleitung 5a hin aufweitert, führt auch zu einer Verringerung der Pulsation.

Bezugszeichen

[0075]

1a	Zylinder
1b	Zylinder
1c	Zylinder
2a	Auslaßöffnung
2b	Auslaßöffnung
3	Abgaskrümmmer
4a	Abgasleitung
4b	Abgasleitung
5a	Teilabgasleitung
5b	Teilabgasleitung
5c	Teilabgasleitung
6	Gesamtabgasleitung
7	Leitung zur Rückführung von Abgas, Rückführleitung
8	Austritt der Rückführleitung aus dem Zylinderkopf
9	Austritt der Gesamtabgasleitung aus dem Zylinderkopf
10	Eintrittsbereich
11	Gußkern der Rückführleitung
12	Gußkern des Abgaskrümmers

Patentansprüche

1. Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern (1a, 1b, 1c), bei dem

- jeder Zylinder (1a, 1b, 1c) mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder (1a, 1b, 1c) aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung (2a, 2b) eine Abgasleitung (4a, 4b) anschließt,
- die Abgasleitungen (4a, 4b) unter Ausbildung eines Abgaskrümmers (3) innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen, wobei zunächst die Abgasleitungen (4a, 4b) der mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) jedes Zylinders (1a, 1b, 1c) zu einer dem Zylinder (1a, 1b, 1c) zugehörigen Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen (5a, 5b, 5c) der mindestens zwei Zylinder (1a, 1b, 1c) zu der Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- eine Leitung (7) zur Rückführung von Abgas im Zylinderkopf vorgesehen ist, die von dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmmer (3) abzweigt und mit der zumindest ein Teil des aus den Zylindern (1a, 1b, 1c) abgeführten Abgases dem Abgaskrümmmer (3) innerhalb des Zylinderkopfes entnehmbar ist, wobei
- die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas von einer Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) abzweigt und aus dem Zylinderkopf austritt.

2. Zylinderkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas geradlinig verläuft.

3. Zylinderkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas im wesentlichen parallel zur Längsachse des Zylinderkopfes verläuft.

4. Zylinderkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas unter Ausbildung eines trichterförmigen Eintrittsbereichs (10) an die Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) anschließt.

5. Zylinderkopf nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Wandungen der Leitung (7) zur Rückführung von Abgas zur Ausbildung des trichterförmigen Eintrittsbereichs (10) wölben.

6. Zylinderkopf nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas außenliegend an den Abgaskrümmmer (3) anschließt.

7. Zylinderkopf nach einem der vorherigen Ansprüche für eine Brennkraftmaschine mit mindestens drei Zylindern (1a, 1b, 1c), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas von der Teilabgasleitung (5a, 5c) eines außenliegenden Zylinders (1a, 1c) abzweigt. 5
10
8. Zylinderkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmantel die Leitung (7) zur Rückführung von Abgas zumindest teilweise umgibt. 15
9. Verwendung eines Zylinderkopfes nach einem der vorherigen Ansprüche für eine aufgeladene Brennkraftmaschine. 20
10. Verwendung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine mittels Abgasturbolaufladung aufgeladen wird. 25

25

30

35

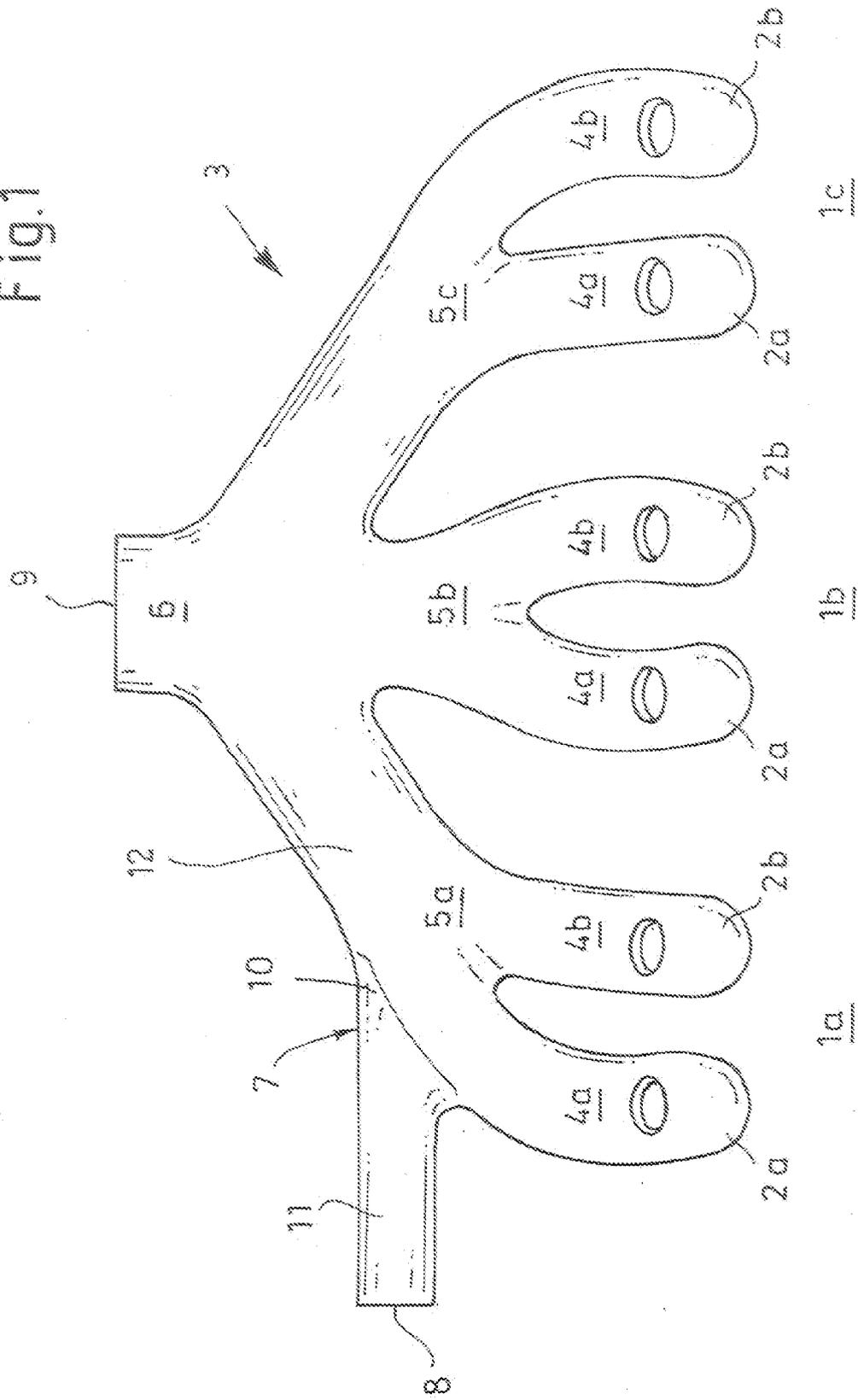
40

45

50

55

Fig.1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 10 0145

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 006 272 A (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 7. Juni 2000 (2000-06-07)	1-3,6-8	INV. F02F1/42 F02M25/07
Y	* Absätze [0013], [0025], [0049], [0052]; Abbildungen 2,5,7,10,13 *	9,10	
Y,D	US 2002/043254 A1 (IIZUKA YOSHIKI [JP] ET AL) 18. April 2002 (2002-04-18) * Absätze [0005], [0025] - [0027]; Abbildung 2 *	1-3,6-8	
Y	WO 2005/047669 A (MACK TRUCKS [US]; GEYER STEPHEN M [US]; BIRKY GREGORY J [US]) 26. Mai 2005 (2005-05-26) * Absätze [0006], [0015]; Abbildung 2 *	9,10	
A	US 2002/179044 A1 (IIZUKA YOSHIKI [JP] ET AL) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) * Absätze [0076], [0077]; Abbildungen 3,10 *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			F02F F02M
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		28. Juli 2008	Luta, Dragos
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P/M/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 10 0145

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-07-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1006272	A	07-06-2000	CA 2272416 A1	01-06-2000
			CN 1255582 A	07-06-2000
			DE 69935776 T2	27-12-2007
			TW 399124 B	21-07-2000
			US 6513506 B1	04-02-2003

US 2002043254	A1	18-04-2002	BR 0104583 A	28-05-2002
			CN 1348058 A	08-05-2002
			GB 2370073 A	19-06-2002
			JP 3579643 B2	20-10-2004
			JP 2002122044 A	26-04-2002

WO 2005047669	A	26-05-2005	AU 2004290063 A1	26-05-2005
			AU 2004290064 A1	26-05-2005
			BR PI0416509 A	04-03-2008
			BR PI0416555 A	21-08-2007
			CN 1878945 A	13-12-2006
			CN 1894492 A	10-01-2007
			EP 1692378 A1	23-08-2006
			EP 1692389 A1	23-08-2006
			JP 2007510860 T	26-04-2007
			JP 2007510861 T	26-04-2007
			US 2007240691 A1	18-10-2007
			WO 2005047685 A1	26-05-2005

US 2002179044	A1	05-12-2002	CN 1386966 A	25-12-2002
			DE 10222078 A1	09-01-2003
			JP 3706809 B2	19-10-2005
			JP 2002339800 A	27-11-2002
			TW 527465 B	11-04-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1722090 A2 [0018]
- EP 07110193 A [0018]
- GB 2370073 A [0028] [0029] [0035] [0040]