(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 528 074 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.03.2025 Patentblatt 2025/13

(21) Anmeldenummer: **24000112.3**

(22) Anmeldetag: **13.09.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01B 7/14 *(2006.01)* ***F01M 11/02*** *(2006.01)*
F02B 75/28 *(2006.01)* *F01M 1/06* *(2006.01)*
F02B 43/10 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02B 75/282; F01B 7/14; F01M 11/02;
F01M 2001/062; F02B 43/10

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

(30) Priorität: **15.09.2023 DE 102023003750**

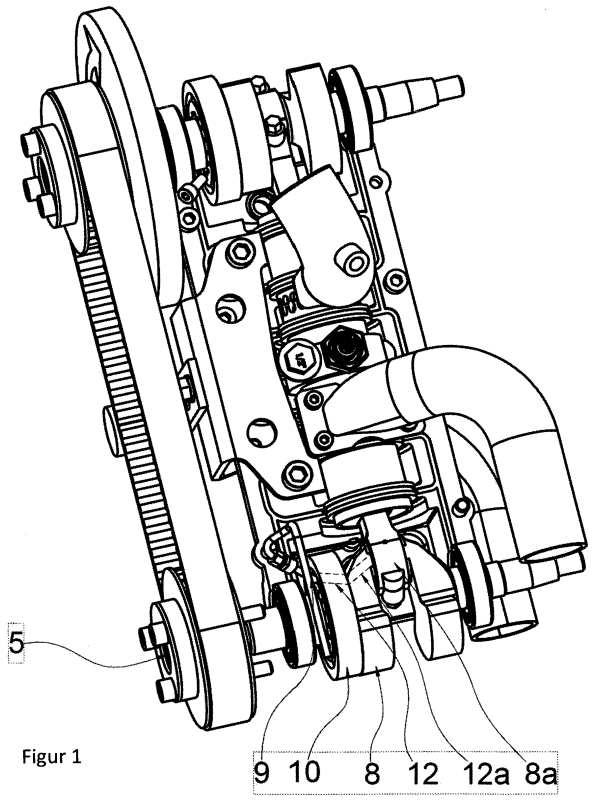
(71) Anmelder: **Kurutas, Enver**
47249 Duisburg (DE)

(72) Erfinder: **Kurutas, Enver**
47249 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Schmidt, Karl-Michael**
Buchenweg 65
47447 Moers (DE)

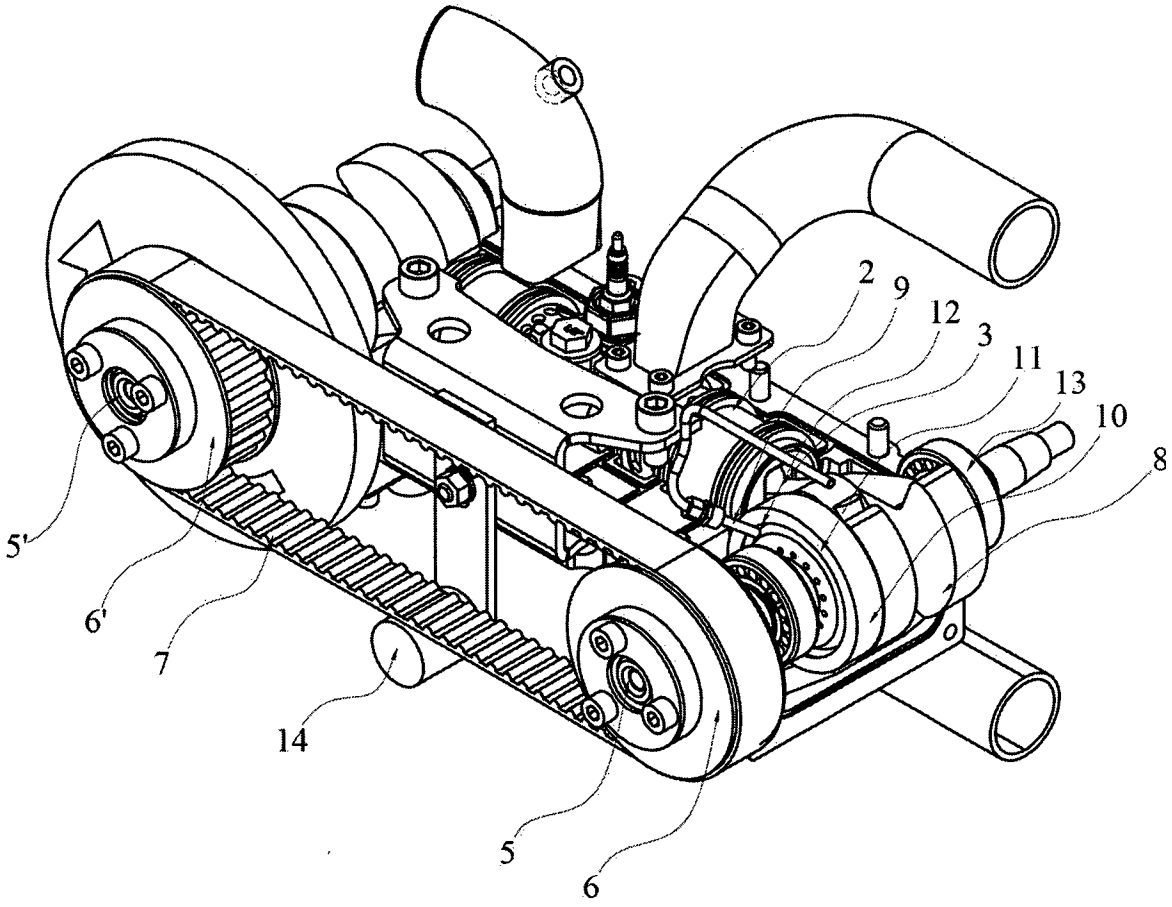
(54) **VERBRENNUNGSMOTOR NACH DEM GEGENKOLBENPRINZIP**

(57) Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, mit einer Anordnung von zwei in einem Zylinder mit gemeinsamer Brennkammer laufenden und mit Kolbenringen versehenen Gegenkolben, wobei die sich gegenüberliegenden Kolben über Pleuel und Pleuellager und Exzenter auf jeweils eine eigene Kurbelwelle einwirken, und jede der beiden Kurbelwellen einen eigenen mechanischen Abtrieb aufweist, und die beiden Abtriebe mit jeweils einem Treibriemenrad versehen, und die beiden Treibriemenräder über einen Treibriemen gekoppelt und die Kolbenbewegungen darüber synchronisiert sind, gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1. Um hierbei den besagten Verbrennungsmotor bei kompakter Bauweise mit hoher Leistungsdichte dahingehend weiterzuentwickeln, dass er für den Einsatz von Wasserstoff und Wasserstoff enthaltenden Biokraftstoffen (Biofuels) bei hoher abrufbarer Dauerleistung hochtemperaturfest ausgelegt ist, ist erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Pleuellager (8a, 8a') über eine ebenfalls auf jeder Kurbelwelle (5, 5') angeordnete Schleuderscheibe (10, 10') und eine in direkter Nähe zur Schleuderscheibe (10, 10') befindlichen Injektor (9, 9') mit Schmiermittel beaufschlagbar ist, über die in einstellbaren Zykluszeiten eine Tropf- oder Sprühinjektion von Schmiermittel vornehmbar ist, und dass sowohl der Zylinder (2) sowie die Kolbenringe (4, 4') der Kolben (3, 3') aus einem Metallwerkstoff bestehen, während die Kolben selbst aus einem Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff bestehen.



Figur 1

EP 4 528 074 A1



Figur 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, mit einer Anordnung von zwei in einem Zylinder mit gemeinsamer Brennkammer laufenden und mit Kolbenringen versehenen Gegenkolben, wobei die sich gegenüberliegenden Kolben über Pleuel und Pleuellager und Exzenter auf jeweils eine eigene Kurbelwelle einwirken, und jede der beiden Kurbelwellen einen eigenen mechanischen Abtrieb aufweist, und die beiden Abtriebe mit jeweils einem Treibriemenrad versehen, und die beiden Treibriemenräder über einen Treibriemen gekoppelt und die Kolbenbewegungen darüber synchronisiert sind, gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Verbrennungsmotoren nach dem Zweitakt-Gegenkolbenprinzip sind bekannt, und gehen historisch auf den sogenannten Junkers Motor zurück. Zwei gegenläufige Kolben laufen dabei in einem gemeinsamen Zylinder. Die Kolbenbewegungen sind so abgestimmt, dass sie in einem Takt gleichzeitig aufeinander zulaufen und somit eine enorme Verdichtung im Verbrennungsraum erzielen. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass deren Bewegungen genau aufeinander synchronisiert sind und die Zündung zum genauen Zeitpunkt der maximalen Verdichtung erfolgt. Im Hinblick auf das Verhältnis von Leistung zu Hubvolumen hat dieser Motortyp enorme Vorteile. Der Motor ist somit bezogen auf seine erzielbare Leistung kleinbauend. Ein Beispiel für einen präzise synchronisierten Motor dieser Art ist aus der DE 10 2011 114 854 A1 bekannt.

[0003] Unter Berücksichtigung der sogenannten Ökoeffizienz besteht ein ungebrochener Trend zu Elektroantrieben in Fahrzeugen. Bestehendes Problem dabei ist die Limitierung der Speicherbarkeit von elektrischer Energie in Fahrzeugen, um entsprechende Reichweiten auch unter nicht optimalen Fahrbedingungen und auch im Winterbetrieb zu erhalten.

[0004] In Bezug auf alternative Kraftstoffe ist anzumerken, dass nicht alle herkömmlichen Verbrennungsmotoren auf nachhaltige erneuerbare Kraftstoffe ohne erheblichen Aufwand umrüstbar sind. Dies gilt für Flüssigkraftstoffe ebenso wie für gasförmige Kraftstoffe. Hierzu zählen Biogas, aber allen voran auch Wasserstoff.

[0005] Bezogen auf die bereits geschilderte hohe Leistung bezüglich des Hubvolumens und damit auch in Bezug auf die kleinbauende Konstruktion solcher Motoren versagen bekannte Maßnahmen zur hochtemperaturfesten Schmierung solcher Motoren oftmals.

[0006] Mit Bezug auf die Schmierung von Motoren im Kolben-Zylinder-Bereich ist es im Stand der Technik üblich, dass die Zylinderinnenflächen in der Regel gehont sind. Diese Oberflächenbehandlung betrifft die sogenannten tribologischen Eigenschaften, zur Herabsetzung der Reibung. Tatsächlich ist die Innenoberfläche nach einer Honung aber nicht glatt, sondern ergeben eine feine Riefenstruktur, in einer Art Kreuzschliffstruktur. Beim Einsatz von Schmiermitteln, d.h. Schmierölen soll diese Struktur die Anhaftung von ölhaltigen Schmiermitteln erhöhen. Beim Einsatz von oben genannten wasserstoffhaltigen Kraftstoffen ist eine Ölschmierung unvorteilhaft bis unmöglich.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde den besagten Verbrennungsmotor bei kompakter Bauweise mit hoher Leistungsdichte dahingehend weiterzuentwickeln, dass er für den Einsatz von Wasserstoff und Wasserstoff enthaltenden Biokraftstoffen (Biofuels) bei hoher abrufbarer Dauerleistung hochtemperaturfest ausgelegt ist.

[0008] Die gestellte Aufgabe ist bei einem Verbrennungsmotors der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 11 angegeben.

[0010] Kern der Erfindung ist dabei, dass die Pleuellager über eine ebenfalls auf jeder Kurbelwelle angeordnete Schleuderscheibe und eine in direkter Nähe zur Schleuderscheibe befindlichen Injektor mit Schmiermittel beaufschlagbar ist, über die in einstellbaren Zykluszeiten eine Tropf- oder Sprühinjektion von Schmiermittel vornehmbar ist, und dass sowohl der Zylinder sowie die Kolbenringe der Kolben aus einem Metallwerkstoff bestehen, während die Kolben selbst aus einem Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff bestehen.

[0011] Eine ansonsten übliche Ölwanne, wie sie für einen Gegenkolbenmotor auch aus der DE 10 2011 114 854 A1 bekannt ist, in die bewegliche Teile der Kurbelwelle bzw Exzenter eintauchen müssen, entfallen hierbei. Stattdessen erfolgt eine Injektorgesteuerte präzise platzierte und dosierbare Schmierung dort wo sie benötigt wird.

[0012] Da beim Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff auch Sauerstoff mit eingesetzt werden soll, scheidet die Verwendung von Ölschmierung im Brennraum sowieso aus.

[0013] Der Zylinder, bzw die Zylinderinnenwandung besteht aus Stahl, vorzugsweise Stahl, wie er für hochfeste Hydraulikrohre verwendet wird. Die Kolben bestehen aus Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff. Die Kolbenringe bestehen ebenfalls aus Stahl und liegen wie üblich in umlaufenden Rillen, den Kolbenringsitzen auf dem Kolben ein. Die Schmierung in diesem Bereich erfolgt nun dadurch, dass die aus Stahl bestehenden Kolbenringe in der Rille, des aus Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff bestehenden Kolbens, also dem Kolbenringsitz einen feinen Abrieb von Carbonstaub erzeugen, der sodann die aus Stahl bestehenden Kolbenringe im aus Stahl bestehenden Zylinder gegeneinander schmiert. Eine weiterer, wenn auch nur noch sehr geringer, zumindest nur beim Start notwendiger Abrieb an Carbonwerkstoff schmiert somit auch den Kolben im Zylinder. Es hat sich in Langzeit- bzw Dauerbetriebsversuchen gezeigt, dass dieser recht geringe Abrieb des Carbonmaterials ausreichend ist, um Kolben mit Kolbenringen im Zylinder zu schmieren.

[0014] Auch nach Außerbetriebnahme des Motors und nachfolgendem Neustart verbleibt dieser Schmierungseffekt aktiv.

[0015] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Schleuderscheiben mit jeweils einer von den Injektoren mit Schmiermittel beaufschlagten Seite umlaufend eingebrachten Rille versehen ist, in die hinein die Schmiermittelinjektion erfolgt, und die Rillen jeweils mit mindestens einer axialen Durchgangsöffnung versehen ist, die mit einer Durchgangsöffnung durch den jeweiligen Exzenter bis zum jeweiligen Nadellager der Pleuel fluchten. So wird das Schmiermittel direkt zur benötigten Stelle dosiert zugeführt.

[0016] Im Bereich der Pleuel-Kurbelwellen-Verbindung, also der Pleuellager erfolgt per Injektoren nur noch eine bedarfsgerechte Schmierung, lokalisiert auf die dort notwendige Schmierung.

[0017] Als Ausgangsstoffe für die besagten Kolben sind Carbon- oder carbonkeramische Werkstoffe, bspw. Werkstoffe mit der Bezeichnung FE 679, FE 709, FE 679 Q bspw der Firma Schunck Kohlenstofftechnik GmbH, Heuchelheim, Deutschland, verwendbar.

[0018] Folgende Werkstoffparameter der Carbon- oder carbonkeramischen Werkstoffe sind für die Umsetzung der Erfindung bedeutsam:

- Rohdichte	von 1,75 bis 1,98	($g/cm^{3)}$
- Porösität	von 6 bis 11	(%)
- Biegefestigkeit	von 55 bis 90	(MPa)
- Druckfestigkeit	von 145 bis 245	(MPa)
- Elastizitätsmodul	15 bis 26	(GPa)
- Thermischer Ausdehnungskoeffiz.	5,1 bis 7,5	($10^{-6}/K$)
- Härte Rockwell HR5/150	110 bis 120	
- Wärmeleitfähigkeit	von 37 bis 62	(W/mK)
- Mittlere Korngröße	von 8 bis 12	(μm)

[0019] In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Schmiermittelinjektionsmenge einstellbar ist. Hiermit wird der Einsatz von Schmiermittel auf das tatsächlich notwendige Maß reduziert.

[0020] Weiterhin ist vorteilhaft ausgestaltet, dass die Zykluszeiten zwischen den Injektionen einstellbar sind. Auch dies reduziert einerseits die Menge an Schmiermittel, und andererseits wird die Schmierung auf die notwendigen Areale beschränkt.

[0021] In weiterer Ausgestaltung kann das Schmiermittel flüssiges Schmiermittel sein, wozu Schmieröle gehören, sofern dies nur noch auf die Pleuellager beschränkt bleibt.

[0022] Alternativ kann das Schmiermittel aus einem staubfeinen trockenen Schmiermittel auf Carbonbasis bestehen. In der Art eines Graphitpulvers, was sich aus dem Abrieb des Carbon- bzw des carbonkeramischen Werkstoffes bildet, und nicht von extern zugeführt werden muss.

[0023] In vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass die Injektoren für das Schmiermittel aus einem Schmiermittelreservoir gespeist werden, in welches aus der besagten Pleuellager rückführbares Schmiermittel zurückgeführt wird.

[0024] In einer Ausgestaltungsversion kann das Schmiermittel für die Pleuellager aus einem staubfeinen trockenen Schmiermittel auf Carbonbasis bestehen.

[0025] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung können die Lager oder Lagerschalen der Kurbelwellen aus Carbon- oder carbonkeramischem Werkstoff bestehen. Ein sich am Beginn der Betriebes einstellender mikrofeiner Abrieb wird dabei sozusagen die Feststoffschmierung in diesem Bereich übernehmen. Da diese Art der Schmierung höchsttemperaturfest ist können Kraftstoffe verwendet werden, die auf höherer und damit effizienterer Verbrennungstemperatur arbeiten. Dies gilt insbesondere für Wasserstoff, und Wasserstoff enthaltende Gasgemische.

[0026] In weiterer Ausgestaltung ist angegeben, dass der eingesetzte Kraftstoff zumindest teilweise aus Wasserstoff besteht.

[0027] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, dass der Kraftstoff aus den beiden Komponenten Wasserstoff und Sauerstoff besteht, die aus zwei separaten Tanks gasförmig und getrennt in den Brennraum einleitbar sind.

[0028] Eine Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher beschrieben.

[0029] Es zeigt:

Figur 1: Perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors
Figur 2: Schleuderscheibe
Figur 3: weitere Darstellung des Verbrennungsmotors

[0030] Figur 1 zeigt eine perspektivische Darstellung des Motors 1. Innerhalb des Zylinders 2 sind die als Gegenkolben

arbeitenden Kolben 3, 3' angeordnet. Diese enthalten Kolbenringe 4, 4' aus einem Carbon- bzw Carbon-Keramikwerkstoff mit den eingangs genannten spezifischen Materialdaten. In der bevorzugten Ausführungsform bestehen die Kolbenringe und die Zylinderinnenwand aus Stahl.

[0031] Verzugsweise wird für den Zylinder Stahl verwendet, wie er für Hydraulikzylinder vorgesehen ist. Die Zylinderinnenwand ist entsprechend innenpoliert.

[0032] Hierzu können beispielsweise Hydraulikrohre aus Präzisionsstahlrohren DIN EN 10305-4 sehr vorteilhaft eingesetzt werden.

[0033] Ein besonderer, für die Erfindung wesentliche Aspekt besteht im Einsatz innenpolierter Hyraulikrohre als Zylinder für diesen erfindungsgemäßen Motor. Im Gegensatz zu den im Stand der Technik verwendeten Zylinderinnenoberflächen, die gehont sind und somit eine Riefenstruktur aufweisen, sind die Innenoberflächen des erfindungsgemäßen Zylinders völlig glatt poliert. Im Stand der Technik soll die Honung dieser Flächen die Anhaftung von Schmieröl erhöhen.

[0034] Die neue Art der Schmierung im Kolbenzylinderbereich wird vollständig durch den (kurzzeitigen) Abrieb des Carbonwerkstoffes bewirkt. Dies ist ein für die erzielten Wirkungen beim erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor wichtiges Merkmal, im Zusammenwirken mit der oben bereits beschriebenen Schmierung über feinsten Abrieb des Carbonwerkstoffes. Somit entfällt nicht nur die Notwendigkeit einer gehonten Zylinderinnenoberfläche, sondern sie wäre bei der vorliegenden Erfindung sogar kontraproduktiv.

[0035] Die im Zylinder 2 als Gegenkolben laufenden beiden Kolben 3, 3' bestehen erfindungsgemäß aus Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff. Einer der Kolben läuft über eine Kolben-Pleuel-Kurbelwellen-Verbindung auf der Kurbelwelle 5 und der Gegenkolben entsprechend auf der Kurbelwelle 5'. Beide Kolben komprimieren denselben Kompressionsraum im Zylinder 2.

[0036] Die im Detail nicht weiter sichtbaren Kolben 3, 3' sind bekanntermaßen mit Kolbenringen versehen die wiederum aus Stahl bestehen. Sie liegen bekanntermaßen in umlaufenden Rillen um die Kolben in sogenannten Kolbenringsitzen ein. Bei der ersten Inbetriebnahme reiben die aus Stahl bestehenden Kolbenringe 4, 4' in den Kolbenringsitzen der aus Carbon- oder carbonkeramischem Werkstoff bestehenden Kolben 3, 3' einen mikrofeinen Abrieb von Carbonstaub, der sich auf die in Berührung kommenden Reibungsflächen auflegt. Dieser Zustand ist in einem Zeitraum von < 0,5 Sekunden erreicht. Ab diesem Moment ist die Reibung so stark herabgesetzt, dass praktisch kaum noch ein weiterer Abrieb erfolgt. Im Weiteren Temperaturanstiegsverlauf passt sich Reibung und Abrieb sodann auch auf den Betriebszustand an.

[0037] Die Pleuel -Verbindungen greifen jeweils auf Exzenter 8, 8' der Kurbelwellen 5, 5' auf beiden Seiten des Verbrennungsmotors ein. Auf denselben Kurbelwellen, sind neben der Pleuel-Kurbelwellen-Verbindung die besagten Schleuderscheiben 10, 10' angeordnet. Diese werden von jeweils einem Injektor 9, 9' auf jeder Kolbenwelle mit injiziertem Schmiermittel beaufschlagt. Dafür sind die Injektoren mit hier nicht weiter dargestellten Schmiermittelreservoirs und Pumpen verbunden, über die in einstellbaren zyklischen Zeitintervallen minimal dosierte Schmiermittel nachgeführt werden. Über die besagte mindestens eine Durchgangsöffnung 12 in jeder der Schleuderscheiben 10, 10', die mit der weiterführenden Öffnung im Exzenter bis in den Bereich der Nadellager der Pleuel ausmünden, wodurch sich eine schmiermittelschlüssige Verbindung von außerhalb des Exzenters, sogar bis hin zu den Nadellagern Pleuel 8a, 8a' geschaffen ist.

[0038] Die im Bereich der Pleuel benötige Schmierung wird damit auf das nötige Maß beschränkt. Abtropfendes Schmiermittel wird aufgefangen ggfs gefiltert und dem Injektor, bzw den Injektoren an jeder Schleuderscheibe wieder zugeführt wird.

[0039] In einer anderen Ausführungsform können Teile der Lagerung von Pleuel und Kurbelwellen, d.h. Lagerschalen und/oder Lagescheiben der Pleuel-Kurbelwellen-Verbindung aus dem besagten Carbon- oder carbonkeramischen Werkstoff bestehen. Damit würde in diesem Ausführungsbeispiel auch dieser Bereich in der oben beschriebenen Weise mit dem minimalen Abrieb der in Eingriff stehenden Oberflächen geschmiert. Wahlweise können auch in diesem Falle die Injektoren so eingesetzt werden, dass auf diese Weise der pulverförmige Abrieb den Injektoren rückgeführt wird.

[0040] Die beiden gegenüberliegenden Kurbelwellen 5, 5' werden über Treibriemenräder 6 und 6' und einen Treibriemen 7 miteinander gekoppelt um einen exakten zwangsgeführten Gleichlauf beider Kurbelwellen zu erzielen. Über eine verstellbare Umlenkrolle 14 kann der Treibriemen 7 für einen optimalen schlupffreien Gleichlauf eingestellt werden.

[0041] In Bezug auf die eingangs genannten Werkstoffdatenbereich des Carbon- bzw carbonkeramischen Werkstoffes besteht ein bevorzugter Werkstoff mit engeren Werkstoffdatenbereichen wie folgt:

- Rohdichte	1,95 bis 196	($g/cm^{3)}$
- Porösität	6 bis 8	(%)
- Biegefestigkeit	von 85 bis 90	(MPa)
- Druckfestigkeit	von 220 bis 230	(MPa)
- Elastizitätsmodul	15 bis 17	(GPa)
- Thermischer Ausdehnungskoeffiz.	7,4	($10^{-6}/K$)

(fortgesetzt)

- Härte Rockwell HR5/150	120	
- Wärmeleitfähigkeit	von 58 bis 62	(W/mK)
- Mittlere Korngröße	von 8 bis 10	(μm)

[0042] Es hat sich gezeigt, dass Carbon- bzw Carbonkeramische Werkstoffe mit diesen spezifischen Werkstoffdaten einen Verbrennungsmotor der beschriebenen neuen Bauart ermöglicht, der bei einem Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff hohe Standzeiten, eine hohe Robustheit, ruhigen Gleichlauf und eine hohe Leistung erzielt.

[0043] Der erfindungsgemäße Motor eignet sich als Antriebseinheit gleichermaßen in allen Fahrzeugen. Die Grundbauform lässt sich von der 2-Kolben-Version mit einem Zylinder beliebig erweitern auf mehrere Zylinder und einer entsprechenden Anzahl von Kolben.

[0044] Insbesondere ist der erfindungsgemäße Motor ausgreift und optimiert für den Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff.

[0045] In Verbindung mit der Erfüllung der Anforderungen der Technologie an die Forderungen zum Klimaschutz ergeben sich außerdem deutlich höhere Reichweiten gegenüber der Nutzung rein elektrischer Antriebe. Das über den Injektor 9 injizierte Schmiermittel wird durch die Bohrung 12 selbsttätig hindurch geleitet. Die dafür nötigen Kräfte werden durch die Drehung auf der Kurbelwelle selbst erzeugt.

[0046] Figur 2 zeigt nochmals die auf beiden Kurbelwellen 5 und 5' aufgezogenen Schleuderscheiben 10, 10'. Diese sind mit jeweils einer umlaufenden Rille 11 versehen. Innerhalb der Rille ist mindestens eine Bohrung 12 angeordnet, die vom in Figur 1 gezeigten Injektor 9 mit Schmiermittel beaufschlagt wird. Es befinden sich somit Schleuderscheiben auf beiden Kurbelwellen, durch welche die jeweiligen Pleuel-Kurbelwellen-Verbindungen geschmiert werden.

[0047] Figur 3 zeigt noch einmal die genaue Lage von Schleuderscheibe 10 auf der Kurbelwelle 5, entsprechend auch die Schleuderscheibe und Kurbelwelle gegenüberliegend. Das über den Injektor injizierte Schmiermittel wird durch die jeweilige Öffnung 12 der jeweiligen Schleuderscheibe 10 hindurch geleitet. Die dafür nötigen Kräfte werden durch die Drehung auf der Kurbelwelle selbst erzeugt. Die Öffnung 12 der Schleuderscheiben 10 fluchtet jeweils mit einer weiteren Durchgangsöffnung 12a im Exzenter 8 und mündet jeweils im Nadellager des Pleuels 8a aus, und nehmen dort die ortsgenaue Schmierung vor. Die Durchgangsöffnung 12a kann auch durch dort eingepresste Röhrchen verstärkt werden. Das Lager 13 der Kurbelwelle 5 selbst ist selbstschmierendes Lager in einer möglichen Ausführungsform. In einer weiteren möglichen Ausführungsform können zumindest die Lagerschalen aus Carbon- oder carbonkeramischem Werkstoff bestehen. Alle diese Details sind auf der Seite der gegenüberliegenden Kurbelwelle 5' gleich ausgestaltet.

[0048] Der oben genannte möglich Werkstoff Carbon- oder carbonkeramische Werkstoff kann bspw eine Werkstoff sein, in den Kohlenstoff in ein Aluminiummatrix oder eine Aluminiumoxidmatrix eingebracht, bzw durch Wärmebehandlung eingesintert wird.

Positionsnummern

[0049]

1	Verbrennungsmotor
2	Zylinder
3, 3'	Kolben
4, 4'	Kolbenringe
5, 5'	Kurbelwelle
6, 6'	Treibriemenräder
7	Treibriemen
8, 8'	Exzenter der Kurbelwelle
8a, 8a'	Pleuel mit Nadellagern
9, 9'	Injektor
10, 10'	Schleuderscheibe
11, 11'	Rille
12	Durchgangsöffnung in Schleuderscheibe
12a'	fluchtende Öffnung ins Nadellager des Pleuels
13, 13'	Lager (Lagerschalen) der Kurbelwelle
14	Spannrolle

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, mit einer Anordnung von zwei in einem Zylinder mit gemeinsamer Brennkammer laufenden und mit Kolbenringen versehenen Gegenkolben, wobei die sich gegenüberliegenden Kolben über Pleuel und Pleuellager und Exzenter auf jeweils eine eigene Kurbelwelle einwirken, und jede der beiden Kurbelwellen einen eigenen mechanischen Abtrieb aufweist, und die beiden Abtriebe mit jeweils einem Treibriemenrad versehen, und die beiden Treibriemenräder über einen Treibriemen gekoppelt und die Kolbenbewegungen darüber synchronisiert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pleuellager (8a, 8a') über eine ebenfalls auf jeder Kurbelwelle (5, 5') angeordnete Schleuderscheibe (10, 10') und eine in direkter Nähe zur Schleuderscheibe (10, 10') befindlichen Injektor (9, 9') mit Schmiermittel beaufschlagbar ist, über die in einstellbaren Zykluszeiten eine Tropf- oder Sprühinjektion von Schmiermittel vornehmbar ist, und dass sowohl der Zylinder (2) sowie die Kolbenringe (4, 4') der Kolben (3, 3') aus einem Metallwerkstoff bestehen, während die Kolben selbst aus einem Carbon- oder Carbonkeramik-Werkstoff bestehen.

2. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleuderscheiben (10, 10') mit jeweils einer von den Injektoren (9, 9') mit Schmiermittel beaufschlagten Seite umlaufend eingebrachten Rille (11, 11') versehen ist, in die hinein die Schmiermittelinjektion erfolgt, und die Rillen (11, 11') jeweils mit mindestens einer axialen Durchgangsöffnung (12, 12') versehen ist, die mit einer Durchgangsöffnung (12a, 12a') durch den jeweiligen Exzenter (8, 8') bis zum jeweiligen Nadellager der Pleuel (8a, 8a') fluchten.

3. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zylinder (2) ein Hydraulikzylinder mit polierter Innenoberfläche ist.

4. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schmiermittelinjektionsmenge einstellbar ist.

5. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der Ansprüche 1 bis 4
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zykluszeiten zwischen den Injektionen einstellbar sind.

6. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schmiermittel flüssiges Schmiermittel ist.

7. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet,
dass Injektoren (9, 9') für das Schmiermittel aus einem Schmiermittelreservoir gespeist wird, in welches aus der besagten Pleuellager rückführbares Schmiermittel zurückgeführt wird.

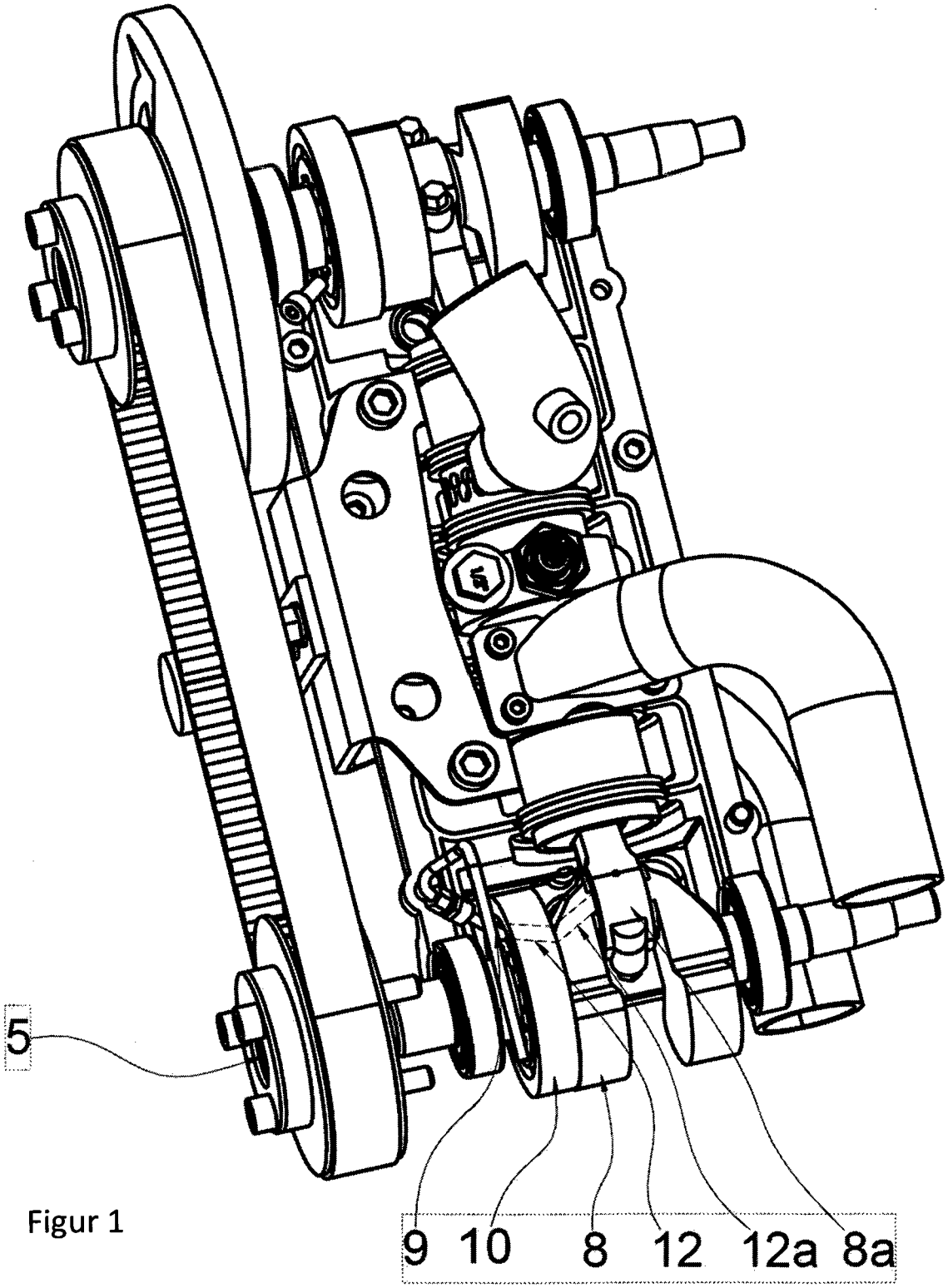
8. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schmiermittel aus einem staubfeinen trockenen Schmiermittel auf Carbonbasis besteht.

9. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lager oder Lagerschalen der Kurbelwellen aus Carbon oder carbonkeramischem Werkstoff besteht.

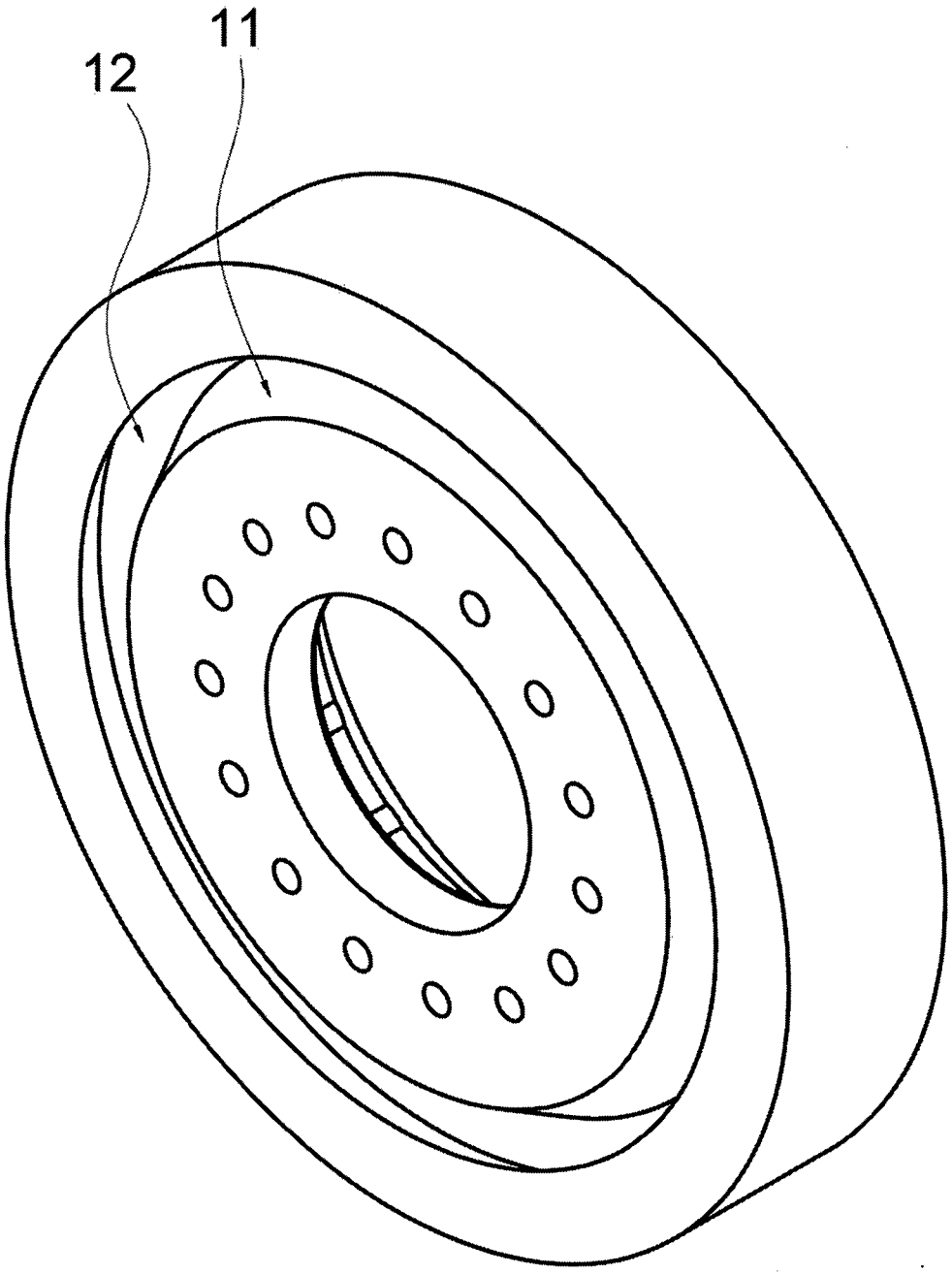
10. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der eingesetzte Kraftstoff zumindest teilweise aus Wasserstoff besteht.

11. Verbrennungsmotor nach dem Gegenkolbenprinzip, nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

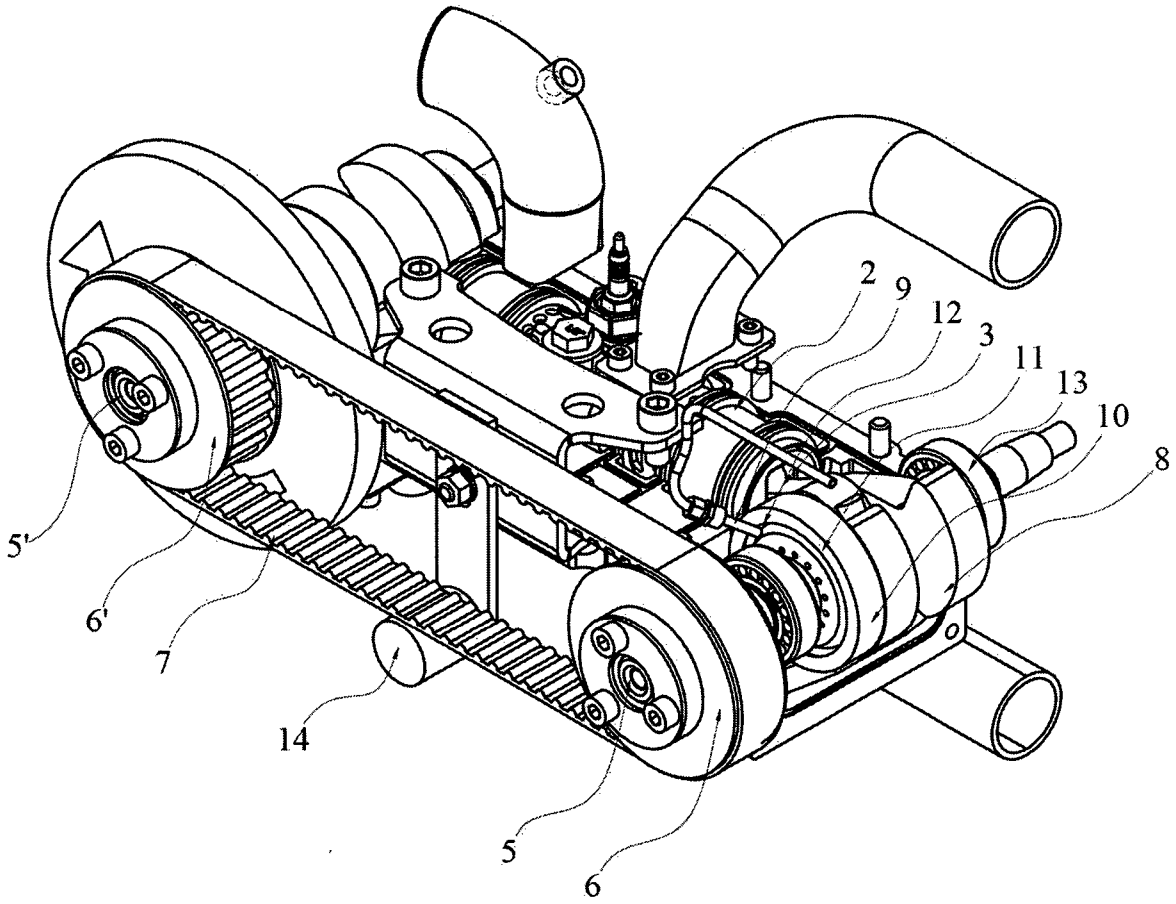
dass der Kraftstoff aus den beiden Komponenten Wasserstoff und Sauerstoff besteht, die aus zwei separaten Tanks gasförmig und getrennt in den Brennraum einleitbar sind.



Figur 1



Figur 2



Figur 3

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 00 0112

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2005/274332 A1 (LEMKE JAMES U [US] ET AL) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) * Absatz [0059] - Absatz [0061]; Abbildungen 1,2,9,10 *	1-11	INV. F01B7/14 F01M11/02 F02B75/28
A	DE 10 2009 029985 A1 (DAIMLER AG [DE]) 28. Januar 2010 (2010-01-28) * Absatz [0038] - Absatz [0048]; Abbildungen 1,3,7 *	1-11	ADD. F01M1/06 F02B43/10
A	US 2010/212638 A1 (RADO GORDON E [US] ET AL) 26. August 2010 (2010-08-26) * Absatz [0072]; Abbildungen 5d,6 *	1-11	
A	US 2017/356542 A1 (SAHASRABUDHE ABHISHEK B [US] ET AL) 14. Dezember 2017 (2017-12-14) * Absätze [0022], [0026] - Absatz [0029]; Abbildungen 1,5,6 *	1-11	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F01B
F01M
F02B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	4. Februar 2025	Tietje, Kai

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 24 00 0112

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.

04-02-2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005274332 A1	15-12-2005	AT E526496 T1	15-10-2011
		BR PI0511787 A	15-01-2008
		CA 2568196 A1	29-12-2005
		CN 1985082 A	20-06-2007
		EP 1781914 A1	09-05-2007
		JP 4987714 B2	25-07-2012
		JP 2008502849 A	31-01-2008
		KR 20070057084 A	04-06-2007
		RU 2375594 C2	10-12-2009
		US 2005274332 A1	15-12-2005
		US 2007039572 A1	22-02-2007
		US 2007245892 A1	25-10-2007
		US 2008163848 A1	10-07-2008
		US 2008314688 A1	25-12-2008
		US 2009293820 A1	03-12-2009
		US 2010012055 A1	21-01-2010
		US 2010186723 A1	29-07-2010
		US 2011094223 A1	28-04-2011
		US 2012152185 A1	21-06-2012
		WO 2005124124 A1	29-12-2005
DE 102009029985 A1	28-01-2010	KEINE	
US 2010212638 A1	26-08-2010	KEINE	
US 2017356542 A1	14-12-2017	CN 109154377 A	04-01-2019
		EP 3436721 A1	06-02-2019
		US 2017356542 A1	14-12-2017
		WO 2017213822 A1	14-12-2017

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

- DE 102011114854 A1 **[0002] [0011]**