



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2020 Patentblatt 2020/07

(51) Int Cl.:
F02F 3/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19193660.8**

(22) Anmeldetag: **19.01.2015**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Mork, Aiko**
38518 Gifhorn (DE)
- **Rablauer, Ralf**
38442 Wolfsburg (DE)
- **Schüttenhelm, Martin**
38108 Braunschweig (DE)

(30) Priorität: **24.01.2014 DE 102014201337**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
15700590.1 / 3 097 300

(74) Vertreter: **Gulde & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei mbB
Wallstraße 58/59
10179 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Volkswagen AG**
38440 Wolfsburg (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 27-08-2019 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:
• **Kaudewitz, Tobias**
38108 Braunschweig (DE)

(54) **KOLBEN FÜR EINE KOLBENMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kolben (10) für eine Kolbenmaschine, wobei der Kolben (10) bereichsweise aus einem Stahl oder einer Leichtmetalllegierung (15) besteht und einen auf einem Kolbenboden (11) des Kolbens (10) angeordneten Schichtstapel (20) umfasst. Der Schichtstapel (20) umfasst zumindest eine an eine Oberfläche des Kolbenbodens (11) mittelbar oder unmittelbar anschließende, ein wärmedämmendes Material umfassende erste Schicht (21), sowie eine an die erste Schicht

(21) mittelbar oder unmittelbar anschließende zweite Schicht (22) welche ein wärmeleitendes Material beinhaltet. Ein Durchmesser (d_s) des Schichtstapels (20) ist kleiner als ein Durchmesser (d_k) des Kolbenbodens (11). Das wärmedämmende Material der ersten Schicht (21) umfasst eine technische Keramik.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine umfassend einen erfindungsgemäßen Kolben.

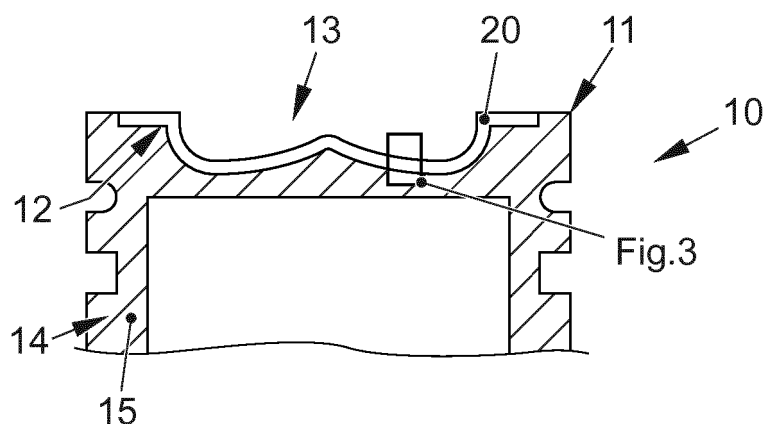


FIG. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kolben für eine Kolbenmaschine, insbesondere einen Hubkolbenmotor, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Als Kolben bezeichnet man im Maschinenbau ein bewegliches Bauteil, das zusammen mit einem feststehenden Bauteil, dem Zylinder, einen abgeschlossenen Brennraum bildet, dessen Volumen durch Bewegung des Kolbens verändert werden kann. Eine einfache Ausführung dieser Anordnung ist ein Kolben, der in ein entsprechend geformtes Gehäuse eintaucht. Die jeweilige Stellung des Kolbens im Gehäuse bestimmt so die Größe des Brennraumes.

[0003] Maschinen, in denen Kolben zum Einsatz gelangen, nennt man Kolbenmaschinen. Die heute am weitesten verbreiteten Kolbenmaschinen stellen Kraftfahrzeugmotoren, insbesondere Ottound Dieselmotoren, dar.

[0004] Die am häufigsten angewandten Werkstoffe für derartige Kolben sind Aluminium und Stahl. Der Kolben muss bei Kraftfahrzeugmotoren unter anderem die Gaskräfte des Brenngases auf die Pleuelstange übertragen. Darüber hinaus hat er die Aufgabe den Verbrennungsraum durch Dichtelemente gegen das Kurbelgehäuse abzudichten und die auf ihn übertragene Wärme an das Kühlmittel weiterzuleiten.

[0005] Zur Verbesserung der Leistung und des Wirkungsgrads führt eine Optimierung von Motoren häufig zu erhöhten Temperaturen und Drücken im Verbrennungsraum und insbesondere am Kolben eines Verbrennungsmotors. Beispielsweise arbeiten Dieselmotoren bereits bei Zylindertemperaturen von 650 °C bis etwa 1100 °C und effektiven Mitteldrücken bis zu etwa 2000 kPa. Derartige Bedingungen in Verbindung mit schneller thermischer Wechselbeanspruchung, die durch den Verbrennungsprozess im Zylinder herbeigeführt werden, erzeugen für Motorenteile innerhalb des Zylinders eine anspruchsvolle Umgebung.

[0006] Um zum einen einer Korrosion am Kolbenboden und zum anderen einem Wärmeabtransport aus dem Verbrennungsraum entgegenzuwirken, ist es sinnvoll, Teile des Kolbens mit isolierenden Materialien zu beschichten.

[0007] Ein Ansatz, um die Korrosionsbeständigkeit zu verbessern, findet sich bei der in DE 196 03 515 C1 beschriebenen Beschichtung auf der Basis von Aluminium und Eisen. Daneben beinhaltet die Beschichtung weitere Legierungselemente und Verunreinigungen, insbesondere Chrom, Silizium und Kohlenstoff.

[0008] In DE 10 2006 007 148 A1 ist ein Kolben offenbart, welcher eine Eisen-Aluminium-Chrom-Legierung aufweist, um die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Kolbens, insbesondere in Hinblick auf die Festigkeit bei höheren Temperaturen, zu verbessern.

[0009] EP 0 663 020 B1 sieht das Auftragen einer Wärmesperre-Beschichtung aus einer Metall-Bindungsbeschichtung, einer darauf aufgetragenen Metall-/Keramik-

Schicht sowie einer darauf aufgetragenen Keramikverbundwerkstoff-Deckschicht auf einen Kolben vor, um den Kolben vor schneller thermischer Wechselbeanspruchung zu schützen.

[0010] Diesen Ansätzen ist gemein, dass sie den Wärmeverlust aus dem Zylinderraum reduzieren. Nachteilig ist jedoch, dass Temperaturspitzen, welche bei der Verbrennung lokal auf dem Kolbenboden entstehen, nicht abgeleitet werden, sondern sich vielmehr verstärken. Somit kommt es zu einer thermischen Drosselung im Ladungswechsel oder einer ungewollten Verkürzung des Zündverzugs. Zum anderen findet punktuell eine starke thermische Beanspruchung des Materials statt mit der Folge, dass die Beschichtung beschädigt und das darunter liegende Material zerstört wird.

[0011] Die Schrift DE 36 22 301 A1 offenbart einen Kolben, bei welchem der gesamte Kolbenboden und auch ein Bereich des Kolbenmantels mit einer wärmedämmenden Schicht aus Asbest beschichtet ist. Es wird weiterhin vorgeschlagen, auf die wärmedämmende Schicht ein hitzebeständige und dennoch wärmeleitende Schicht auf die wärmedämmende Schicht aufzubringen, um die im Brennraum anfallende Wärme in dieser Schicht zu speichern.

[0012] Das Dokument EP 0 321 159 A2 zeigt einen gebauten Kolben mit einem dem Brennraum zugewandten wärmeisolierenden Bauteil aus Kaliumtitanat-Whisker, Zirkoniumdioxid-Fasern, Carbon-Fasern oder Aluminiumoxid-Fasern. Das Bauteil ist vollständig von einer Schicht aus Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid umgeben, welche mittels Gasphasenabscheidung aufgebracht wird.

[0013] JP 2012-72747 A beschreibt einen Kolben aus einer Aluminiumlegierung, auf dessen Kolbenboden eine poröse Schicht und darauf eine Filmschicht angeordnet sind. Dabei ist die Wärmeleitfähigkeit der abschließenden Filmschicht größer als die der darunterliegenden porösen Schicht. Als Material der porösen Schicht wird Kompositmaterial aus einer porösen Metallstruktur und metallischen oder anorganischen Fasern beispielsweise keramischen Fasern beschrieben. Eine ähnliche Struktur ist in EP 2 436 896 A1 offenbart, wobei hier die poröse Schicht aus keramischen Hohlpartikeln besteht.

[0014] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Probleme des Standes der Technik zu lösen oder zumindest zu mindern und die isolierende Wirkung weiter zu erhöhen. Insbesondere soll ein Kolben bereitgestellt werden, welcher eine Reduzierung von Temperaturspitzen erzielt.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Kolben und eine Kolbenmaschine mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0016] Somit betrifft die Erfindung einen Kolben für eine Kolbenmaschine, wobei der Kolben einen auf einem Kolbenboden des Kolbens angeordneten Schichtstapel umfasst. Erfindungsgemäß umfasst der Schichtstapel zumindest eine an die Oberfläche des Kolbenbodens mittelbar oder unmittelbar anschließende, ein wärmedäm-

mendes Material umfassende erste Schicht sowie eine an die erste Schicht mittelbar oder unmittelbar anschließende zweite Schicht, welche ein wärmeleitendes Material beinhaltet.

[0017] Die Anordnung eines erfindungsgemäßen Schichtstapels auf dem Kolbenboden führt in vorteilhafter Weise zu einer Wirkungsgradsteigerung des Verbrennungsprozesses. Der Wirkungsgrad der Verbrennungsmaschine wird insbesondere dadurch erhöht, dass weniger Wärme aus dem Verbrennungsraum beziehungsweise dem Zylinderraum abtransportiert wird. Im Verbrennungsraum herrschen bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Kolbens höhere Temperaturen, als aus dem Stand der Technik bekannt. Höhere Temperaturen wiederum führen zu einem höheren Wirkungsgrad. Zusätzlich wirkt sich eine Temperaturerhöhung im Verbrennungsraum positiv auf die Abgasbehandlung aus, da auch die Abgase eine höhere Temperatur aufweisen und somit zu einem beschleunigten Aufheizen der Katalysatoren führen. Vorteilhafterweise sorgt der erfindungsgemäße Schichtstapel auf dem Kolbenboden für eine Isolation und/oder einen Korrosionsschutz der Kolbenoberfläche beziehungsweise des Kolbens.

[0018] Die zweite Schicht hat entgegen der wärmedämmenden und damit isolierenden Funktion der ersten Schicht die Funktion, die Temperatur auf der Oberfläche des Kolbenbodens zu harmonisieren. Das heißt, das wärmeleitende Material der zweiten Schicht sorgt mit Vorteil für einen Temperatúrausgleich auf der Oberfläche des Schichtstapels und somit auf der Oberfläche des Kolbenbodens. Dies führt wiederum zu einer Minderung von lokal begrenzten Temperaturspitzen auf der Substratoberfläche, da die Temperatur durch die wärmeleitende zweite Schicht gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt wird. Durch das wärmedämmende Material der ersten Schicht ist die zweite Schicht und damit die Wärmeleitung vom Kolbenboden beziehungsweise vom Kolben entkoppelt. Dies stellt sicher, dass die Wärme auf der Oberfläche des Kolbenbodens eines erfindungsgemäßen Kolbens gleichmäßig verteilt wird, ohne aus dem Verbrennungsraum abtransportiert zu werden.

[0019] Ein erfindungsgemäßer Kolben wird mit Vorteil in Kolbenmaschinen eingesetzt. Kolbenmaschinen sind Fluid-Energie-Maschinen, in denen ein Verdränger mittels seiner Bewegung einen sich periodisch verändernden Arbeitsraum definiert. Den Verdränger stellt ein Kolben dar, welcher beispielsweise zylindrische Form haben kann. In vorliegender Erfindung wird unter Kolbenmaschine sowohl ein Drehkolbenmotor, welcher beispielsweise über einen Scheibenkolben verfügt, als auch ein Hubkolbenmotor mit insbesondere zylindrischem Kolben verstanden. Der Bereich des Kolbens, der dem Verbrennungsraum zugewandt ist und somit in Kontakt mit dem Fluid steht, ist in vorliegender Erfindung als Kolbenboden bezeichnet.

[0020] In Hubkolbenmotoren, welche über Kolben mit im Wesentlichen zylindrischer Geometrie verfügen, ist dieser Kolbenboden eine Deckseite mit runder Form,

welche an eine zylindrisch umlaufende Seitenwand, dem Kolbenhemd, angeordnet ist. Der Kolbenboden wiederum kann vielfältige Formen aufweisen. So sind in vorliegender Erfindung sowohl planare als auch konkav oder konvex gewölbte Formgestaltungen des Kolbenbodens möglich. Ebenfalls kann der Kolbenboden über Mulden und über Erhöhungen beispielsweise in Form von Nasen verfügen, die in dem Kolbenboden eingelassen sind und/oder aus diesem herausragen. Die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen Kolben, insbesondere Kolbenböden sind zumindest teilweise aus einer Leichtmetalllegierung oder einem Stahl gefertigt, wobei Leichtmetalllegierungen als Kolbenmaterial bevorzugt sind. Unter Leichtmetalllegierung sind grundsätzlich alle denkbaren Leichtmetalllegierungen zu verstehen. In vorliegender Erfindung bevorzugt sind jedoch Aluminiumlegierungen, insbesondere Aluminium-Silizium-Legierungen mit variierenden Aluminiumgehalten bis zu übereutektischen Konzentrationen.

[0021] Auf der Oberfläche, insbesondere auf der Leichtmetalllegierung, des Kolbenbodens eines vorliegend beschriebenen Kolbens ist ein Schichtstapel angeordnet. Darunter ist eine Anordnung von nacheinander aufgetragenen Schichten verschiedener oder gleicher Dicke aus unterschiedlichen oder gleichen Materialien zu verstehen, wobei eine erste Schicht direkt oder indirekt auf die Kolbenoberfläche angeordnet ist. Bei den nacheinander aufgetragenen Schichten handelt es sich grundsätzlich um funktionale Schichten, also solche, die zumindest eine physikalische Eigenschaft der Oberfläche des Kolbenbodens verändern, insbesondere verbessern.

[0022] Der Kern der vorliegenden Erfindung liegt somit in der Kombination von wärmedämmenden beziehungsweise wärmeleitenden Eigenschaften der Schichten. Diese können über den Wärmewiderstand R_{th} oder dessen Kehrwert, den Wärmeleitwert λ definiert werden. R_{th} ergibt sich dabei aus dem Quotienten aus Temperaturdifferenz ΔT und Wärmestrom Q_v . Unter wärmeleitenden Materialien sind in vorliegender Erfindung insbesondere solche zu verstehen, welche einen Wärmeleitwert $\lambda > 50$ W/mK, insbesondere $\lambda > 100$ W/mK aufweisen. Wärmedämmende Materialien zeichnen sich in vorliegender Erfindung hingegen durch einen Wärmeleitwert $\lambda < 15$ W/mK, insbesondere $\lambda < 3$ W/mK aus.

[0023] Erfindungsgemäß ist ein Durchmesser d_s des Schichtstapels kleiner als ein Durchmesser d_k des Kolbenbodens. Bevorzugt weist der Schichtstapel einen Durchmesser d_s auf, der mehr als 90 %, vorzugsweise mehr als 95 %, insbesondere mehr als 98 % des Durchmessers d_k entspricht. Dies hat einerseits den Vorteil, dass der Schichtstapel und insbesondere die Wärmeleiterschicht nicht mit dem Rand des Kolbenbodens, insbesondere nicht mit dem Feuersteg in Verbindung steht und über eine solche Verbindung keine Wärmeleitung über das wärmeleitende Material der zweiten Schicht in den Kolben und darüber hinaus beispielsweise in das Zylindermaterial stattfinden kann. Ein weiterer tribologi-

scher Vorteil besteht insbesondere darin, dass der insbesondere harte Schichtstapel nicht mit einer Lauffläche des Kolbens beziehungsweise Liners in Verbindung tritt.

[0024] In besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist bevorzugt, dass das wärmedämmende Material der ersten Schicht eine technische Keramik oder eine intermetallische Verbindung umfasst. Vorteilhafterweise konnte gezeigt werden, dass Kolben, welche mit einem erfindungsgemäßen Schichtstapel beschichtet sind, welche als wärmedämmende Materialien eben genannte Materialien aufweisen, eine besonders hohe thermische Stabilität bei Temperaturen $> 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ aufweisen.

[0025] Technische Keramiken oder auch Industriebeziehungsweise Hochleistungskeramiken sind Werkstoffe, die in ihren Eigenschaften hinsichtlich technischer Anwendungen optimiert sind. Sie unterscheiden sich insbesondere zu dekorativer Keramik oder Sanitärkeramik durch die Zusammensetzung aus den Ausgangsstoffen, das Brennverfahren sowie Reinheit und Korngröße der Ausgangsmaterialien. In vorliegender Erfindung werden unter technischen Keramiken insbesondere solche verstanden, welche thermisch isolierende Wirkungen zeigen.

[0026] Intermetallische Verbindungen, beziehungsweise intermetallische Phasen, sind homogene chemische Verbindungen aus zwei oder mehr Metallen. Sie zeigen im Unterschied zu Legierungen Gitterstrukturen, die sich von denen der konstituierenden Metalle unterscheiden. In ihrem Gitter herrscht eine Mischbindung aus einem metallischen Bindungsanteil und geringeren Atombindungsbeziehungsweise Ionenbindungsanteilen, die in Überstrukturen resultieren können. Die vorliegend bevorzugten intermetallischen Verbindungen basieren auf Eisenaluminium, wie aus $\text{FeAl}(\text{Cr}, \text{Nb}, \text{Zr}, \text{C}, \text{B})$ und/oder $\text{Fe}_3\text{Al}(\text{Cr}, \text{Nb}, \text{Zr}, \text{C}, \text{B})$. Das heißt je nach Verhältnis von Eisen und Aluminium zueinander setzt sich die intermetallische Verbindung zu 50 % bis 95 Gew.-% aus Eisen, insbesondere zu 70 % bis 95 Gew.-% aus Eisen und zu 5 % bis 50 Gew.-% aus Aluminium, insbesondere zu 5 % bis 30 Gew.-% aus Aluminium zusammen. Mit einem Masseanteil von in Summe 0 bis 10 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse können die intermetallischen Verbindungen Gehalte von weiteren Legierungselementen und Verunreinigungen, insbesondere von Chrom, Niob, Zirkonium, Kohlenstoff und Bor enthalten.

[0027] In weiter bevorzugter Ausführung der Erfindung umfasst die technische Keramik Y-stabilisiertes Zirkonoxid ($\text{Zr}(\text{Y})\text{O}_2$), Aluminiumoxid (Al_2O_3), Spinell ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$), Mullit ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$), Zirkonkorund ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$), Titanoxid (TiO_2) oder Siliziumoxid (SiO_2) oder Keramiken mit wesentlichen Bestandteilen genannter Oxide.

[0028] Den als wärmedämmendes Material bevorzugten Verbindungen, insbesondere den intermetallischen Verbindungen, ist gemein, dass sie neben einer besonders hohen Temperaturfestigkeit von über $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ einen mit dem Kolbenmaterial kompatiblen Ausdehnungskoeff-

fizienten aufweisen. Das bedeutet, dass die Volumenausdehnung, welche ein Material in Folge von Temperaturerhöhung erfährt, bei einem Schichtstapel in bevorzugter Ausgestaltung zwischen wärmedämmendem Material und Kolbenboden derart im Verhältnis stehen, dass die am wärmedämmenden Material herrschende Temperatur dieses Material gerade soweit ausdehnt, dass es nicht zu einer Delamination in Folge der Temperaturerhöhung des Schichtstapels von dem Kolbenboden kommt. Somit kann durch eine geeignete Wahl des wärmedämmenden Materials die Lebensdauer des Schichtstapels auf den Kolben deutlich erhöht werden.

[0029] In weiter bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das wärmeleitende Material der zweiten Schicht ein Metall und/oder eine wärmeleitende Keramik umfasst, da diese insbesondere über Wärmeleitwerte $\lambda > 50\text{ W/mK}$ verfügen. Insbesondere ist bevorzugt, dass das wärmeleitende Material Beryllium, Aluminium, Kupfer, Silber, Silizium, Molybdän, Wolfram, Kohlenstoff, Berylliumoxid, Berylliumnitrit, Siliziumnitrit und/oder Siliziumcarbit sowie Mischungen und/oder Legierungen daraus umfasst. Diese Materialien weisen als Bulkmaterial einen Wärmeleitwert $\lambda > 100\text{ W/mK}$ auf. Beispielsweise weist das Metall Aluminium bei einer Reinheit von 99,5 % einen Wärmeleitwert $\lambda = 236\text{ W/mK}$ auf, Kupfer einen Wärmeleitwert $\lambda = 401\text{ W/mK}$ und Silber einen Wärmeleitwert $\lambda = 429\text{ W/mK}$, während bei Siliziumcarbit bis zu 350 W/mK Wärmeleitung erzielt werden können. Somit eignen sich die genannten Materialien besonders gut, um eine insbesondere schnelle und gleichmäßige Temperaturverteilung auf der Oberfläche des Kolbenbodens zu erreichen und somit, insbesondere lokal begrenzte, Temperaturspitzen zu verhindern. Treten dennoch Temperaturspitzen, also lokale Temperaturmaxima auf der Oberfläche des Kolbenbodens auf, so kann die dort herrschende sehr hohe Temperatur sehr schnell über die gesamte Oberfläche des Kolbenbodens verteilt und somit reduziert werden. Temperaturspitzen treten in diesem Zusammenhang insbesondere dann auf, wenn sich die Temperatur in Bereichen einer Oberfläche schlagartig um mehr als $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, insbesondere um mehr als $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bezüglich der mittleren Oberflächentemperatur erhöht und somit ein hoher Temperaturgradient entsteht.

[0030] In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist bevorzugt, dass zwischen der Oberfläche des Kolbenbodens und der ersten Schicht und/oder zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht eine Haftvermittlerschicht angeordnet ist. Als Haftvermittler sind Substanzen zu verstehen, welche dazu eingesetzt sind, die Haftfestigkeit von Verbänden direkt und/oder indirekt zu erhöhen. In diesem Fall kann die Haftfestigkeit zwischen der funktionellen Schicht und der Oberfläche des Kolbenbodens beziehungsweise zwischen funktionellen Schichten untereinander erhöht werden. Die Haftfestigkeit von Beschichtungen ist definiert als das Maß für den Widerstand einer Beschichtung gegen ihre mechanische Trennung vom Untergrund. Im direkten Fall bedeutet

dies, dass eine verbesserte Haftfestigkeit der funktionellen Schicht auf der Oberfläche des Kolbenbodens beziehungsweise eine verbesserte Haftfestigkeit der zweiten Schicht auf der ersten Schicht untereinander dazu führt, dass diese durch äußere Einwirkungen schlechter voneinander getrennt werden können. Als äußerer Einfluss kann in diesem Zusammenhang beispielsweise das Auftreten von starken Temperaturschwankungen verstanden werden. Dehnt sich beispielsweise die angeordnete erste Schicht stärker aus als der Verbundpartner, also als beispielsweise die Leichtmetalllegierung oder die zweite Schicht, so entstehen Scherkräfte an der Verbindungsstelle. Zusätzlich kann die Haftvermittlerschicht als Korrosionsschutzschicht wirken und somit indirekt die Haftfestigkeit des Verbundes erhöhen. Die Anordnung eines Haftvermittlers kann in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung der Benetzbarkeit der Substratoberfläche führen. Zusätzlich kann ein Haftvermittler das Zustandekommen von chemischen Bindungen zwischen der Substratoberfläche und der Schicht erhöhen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die beiden Schichten im Bezug auf ihre Oberfläche sehr unterschiedliche physikalische Eigenschaften, wie beispielsweise Polarität oder Gitteraufbau haben. Somit kann die Anordnung eines Haftvermittlers zwischen Kolbenboden und erster Schicht beziehungsweise zwischen erster und zweiter Schicht die Haltbarkeit und somit die Lebensdauer des Schichtstapels auf der Oberfläche des Kolbenbodens erhöhen.

[0031] Bevorzugt umfasst die Haftvermittlerschicht eine Fe_3Al -, FeAl -, $\text{FeAl}/\text{Fe}_3\text{Al}$ -, NiCr -, NiCrAl -, NiCrAlY -, FeCrAlY -, CuCrAlY -Legierung und/oder eine intermetallische Verbindung aus $\text{FeAl}(\text{Cr}, \text{Nb}, \text{Zr}, \text{C}, \text{B})$ und/oder $\text{Fe}_3\text{Al}(\text{Cr}, \text{Nb}, \text{Zr}, \text{C}, \text{B})$.

[0032] Die einzelnen Schichten können bezogen auf die Schichtzusammensetzung einen Gradienten aufweisen. Setzen sich beispielsweise einzelne Schichten aus Mischungen und/oder mehreren Bestandteilen zusammen, so kann das Verhältnis dieser zueinander innerhalb der betreffenden Schicht variieren.

[0033] In weiterer Ausgestaltung ist bevorzugt, dass der Kolbenboden eine Vertiefung aufweist und der Schichtstapel innerhalb der Vertiefung angeordnet ist. Unter Vertiefung ist in vorliegender Erfindung ein Bereich des Kolbenbodens zu verstehen, der tiefer liegt, als eine umgebende Oberfläche des Kolbenbodens. Eine Vertiefung ist also eine Einbuchtung oder auch eine Senke innerhalb des Kolbenbodens, welche ausgebildet ist, einen Schichtstapel zumindest teilweise aufzunehmen. Dabei entspricht der Durchmesser beziehungsweise die Breite der Vertiefung mindestens der Breite beziehungsweise dem Durchmesser des Schichtstapels, so dass der Schichtstapel bevorzugt im Bereich der Vertiefung angeordnet ist und nicht über diesen Bereich hinaus mit der Oberfläche des Kolbenbodens in Kontakt steht. Vorzugsweise ist der Schichtstapel vollständig in der Vertiefung im Kolbenboden angeordnet, und ragt nicht über das Oberflächenniveau des Kolbenbodens heraus, son-

dern schließt bündig mit dem umlaufenden Rand des Kolbenbodens ab. Damit ist sichergestellt, dass der Schichtstapel das Strömungsbild auf der Oberfläche des Kolbenbodens nicht beeinflusst. In alternativer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass zumindest die zweite Schicht, also die Schicht, welche das wärmeleitende Material umfasst, aus der Vertiefung herausragt und/oder einen Durchmesser aufweist, welcher geringer ist als der Durchmesser der Vertiefung. Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass die zweite Schicht und insbesondere das wärmeleitende Material nicht mit der Oberfläche der Kolbenoberfläche in Kontakt steht. Ein solcher Kontakt würde die wärmedämmende Wirkung der unteren, also der ersten Schicht, abschwächen. Die Wärme würde über die wärmeleitende Schicht an den Kolbenboden abgegeben und über den Kolben aus dem Verbrennungsraum geleitet werden können.

[0034] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine aufweisend einen Kolben gemäß vorliegender Erfindung. Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad, eine effiziente Abgasbehandlung sowie eine sehr hohe Lebensdauer der Einzelkomponenten aus.

[0035] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0036] Die verschiedenen in dieser Anmeldung genannten Ausführungsformen der Erfindung sind, sofern im Einzelfall nicht anders ausgeführt, mit Vorteil miteinander kombinierbar.

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Kolbens in einer ersten Ausgestaltung der Erfindung,

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Kolbens in einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung und

Figur 3 schematisch einen Detailausschnitt eines erfindungsgemäßen Schichtstapels auf einem Kolbenboden gemäß Figur 2 oder 3.

[0038] Nachfolgend soll die Erfindung anhand der in den Figuren 1, 2 und 3 gezeigten schematischen Darstellungen näher erläutert werden.

[0039] Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kolbens 10 ist anhand einer Schnittdarstellung in Figur 1 gezeigt. Figur 1 zeigt einen zylindrischen Kolben 10 eines nicht weiter dargestellten Hubkolbenmotors. In dieser Ausgestaltung weist der Kolben 10 ein zylindrisch geformtes Kolbenhemd 14 auf, an welchem ein im Wesentlichen planarer kreisförmiger Kolbenboden 11 angeordnet ist. Der Kolben 10 verfügt ferner über umlaufende Nuten, welche ausgebildet sind,

Dichtungselemente insbesondere Kolbenringe aufzunehmen. Der Kolben 10 ist bevorzugt aus einer Leichtmetalllegierung 15 gefertigt. Besonders bevorzugt sind dabei Aluminiumlegierungen, insbesondere Aluminium-Silizium-Legierungen. Ebenfalls als Kolbenmaterial einsetzbar sind Eisenverbindungen, also Stähle. In dargestellter Ausführungsform verfügt der Kolbenboden 11 über eine Vertiefung 12, in der ein Schichtstapel 20 angeordnet ist. Dabei entspricht der Durchmesser d_s des Schichtstapels 20 im Wesentlichen dem Durchmesser der Vertiefung 12. Der Durchmesser d_s des Schichtstapels 20 ist im Vergleich zu dem Durchmesser d_k des Kolbenbodens 11 kleiner ausgeführt. Die Tiefe der Vertiefung 12 entspricht in gezeigter Ausführungsform der Höhe des Schichtstapels 20, so dass dieser nicht aus der Vertiefung 12 herausragt und die Oberfläche des Kolbenbodens 11 nicht überragt. Vorzugsweise schließt der Schichtstapel 20 bündig mit dem die Vertiefung 12 umlaufendem Rand ab. Ein detaillierter Aufbau des Schichtstapels 20 ist in einer unten beschriebenen Detailzeichnung in Figur 3 näher erläutert.

[0040] Die in Figur 1 gezeigte Ausführungsform eines Kolbens 10 zeichnet sich in seiner Funktionsweise dadurch aus, dass ein Schichtstapel 20 die Oberfläche eines Kolbenbodens 11 in einem großen Bereich funktionalisiert.

[0041] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Kolbens ist in Figur 2 dargestellt. Der ebenfalls in einer Schnittzeichnung dargestellte Kolben 10 ist grundsätzlich ebenso aufgebaut wie der in Figur 1 dargestellte Kolben 10. Er unterscheidet sich dahin gehend von der ersten Ausführungsform, dass der Kolbenboden 11 des zylindrischen Kolbens 10 nicht planar ausgeführt ist, sondern eine Mulde 13 aufweist. Auf dem Kolbenboden 11 der in Figur 2 gezeigten zweiten Ausgestaltung des Kolbens 10 ist ein funktionaler Schichtstapel 20 angeordnet. Dabei verfügt der Kolbenboden 11 über keine Vertiefung zur Aufnahme des Schichtstapels 20. Der Schichtstapel 20 weist ebenso wie in Figur 1 dargestellt einen kleineren Durchmesser auf als der Kolbenboden 11. Es bildet sich also ein Abstand zwischen Schichtstapel 20 und äußerem Rand des Kolbenbodens 11. Unter Einhaltung eines definierten Randes ist der verbleibende Bereich des Kolbenbodens 11 vollständig vom Schichtstapel 20 bedeckt, so auch der Teil des Kolbenbodens 11, der die Mulde 13 darstellt. Der umlaufende Rand des Kolbenbodens 11 entspricht bevorzugt weniger als 10 %, insbesondere weniger als 5 %, vorzugsweise weniger als 2 % der Oberfläche des Kolbenbodens 11.

[0042] Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte funktionale Schichtstapel 20 hat sowohl wärmedämmende als auch wärmeleitende Funktionen. Dies wird durch den in Figur 3 skizzierten Aufbau des Schichtstapels erreicht. Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Schichtstapel 20, welcher auf einer Leichtmetalllegierung 15 angeordnet ist. Bei der Leichtmetalllegierung 15 handelt es sich bevorzugt um Aluminiumlegierungen, insbesondere um

Aluminium-Silizium-Legierungen. Auf dieser Leichtmetalllegierung 15 kann optional ein Haftvermittler 23 angeordnet sein.

[0043] Die Schicht aus Haftvermittler 23 umfasst bevorzugt Materialien, welche die Haftfestigkeit zwischen Leichtmetalllegierung 15 und erster Schicht 21 erhöhen. Dazu sind Materialien geeignet, welche zum einen die Benetzbarkeit der Leichtmetalllegierung 15 erhöhen und zum anderen und insbesondere die strukturellen Unterschiede zwischen Leichtmetalllegierung 15 und erster Schicht 21 ausgleichen. Hierzu sind besonders Legierungen auf Eisen- und Aluminiumbasis, insbesondere Fe_3Al -, $FeAl$ -, $FeAl/Fe_3Al$ -, $NiCr$ -, $NiCrAl$ -, $NiCrAlY$ -, $FeCrAlY$ -, $CuCrAlY$ -Legierung bevorzugt. Darüber hinaus sind intermetallische Verbindungen auf Basis von Eisenaluminium als Haftvermittler geeignet. Dabei ist einer Legierung aus Eisen und Aluminium insbesondere Chrom und/oder Niob und/oder Zirkonium, Kohlenstoff und/oder Bor zugesetzt. Ein geeignetes Material, welches beispielsweise in der Luftfahrtindustrie verwendet wird, ist eine Nickel-Chrom-Aluminium-Zusammensetzung. Alternativ können auch Haftvermittler auf Basis von austenitischen Eisen-, Nickel-, Kobaltlegierungen, sowie zusätzlich mit Cr, Al und Y (sog. $MCrAlY$ -Schichten) oder mit Hf, Ta oder Si legierte Verbindungen eingesetzt werden. Im Handel sind geeignete Haftvermittler unter den Markennamen Amdry® 365, Amdry® 386, Amdry® 995, Amdry® 962, Amperit® 415, Metco 443 oder Sulzer Metco® 445 erhältlich.

[0044] Der Haftvermittler 23 wird im Vergleich zu den folgenden Schichten deutlich dünner aufgebracht und weist bevorzugt Dicken im Bereich von 0,1 mm bis 0,2 mm, insbesondere zwischen 0,1 mm und 0,15 mm auf.

[0045] An diesen Haftvermittler 23 oder alternativ unmittelbar an den Kolbenboden schließt eine erste Schicht 21 an. Diese erste Schicht 21 besteht aus einem Material, welches wärmedämmende Eigenschaften hat. Besonders bevorzugt sind hierbei Materialien, welche einen Wärmeleitwert $\lambda < 15 \text{ W/mK}$, insbesondere $\lambda < 3 \text{ W/mK}$ aufweisen. Als wärmedämmende Materialien werden bevorzugt technische Keramiken und/oder intermetallische Verbindungen eingesetzt. Besonders bevorzugt sind dabei Y-stabilisiertes Zirkoniumoxid, Spinell, Aluminiumoxidkorund, Mullit, Titandioxid sowie Siliziumdioxid. Bevorzugt ist dabei, dass diese Materialien eine Reinheit von über 80 % aufweisen. Bevorzugte intermetallische Verbindungen sind solche, welche auf Eisen-Aluminium-Legierungen basieren. Dabei sind insbesondere $FeAl$ und Fe_3Al bevorzugt, welche bis maximal 10 % der Gesamtmasse der Beschichtung zugesetzte Bestandteile umfassen können. Bei den zugesetzten Materialien handelt es sich vorzugsweise um Chrom, Niob, Zirkonium, Kohlenstoff oder Bor. Die Dicke der ersten Schicht 21 ist in Abhängigkeit vom Material an die Umgebungsbedingung, insbesondere die Umgebungstemperaturen des Kolbens 10, im Betrieb angepasst. Bevorzugt weist die erste Schicht 21 eine Dicke im Bereich von 0,02 mm bis 5 mm, insbesondere im Bereich von 0,1 mm bis 1,5 mm

auf.

[0046] An die erste Schicht 21 ist optional eine weitere Schicht eines Haftvermittlers 24 angeordnet. Dieser Haftvermittler hat grundsätzlich die gleichen Eigenschaften, wie der optional zwischen der Kolbenbodenoberfläche und der ersten Schicht angeordnete Haftvermittler 23. Grundsätzlich können die Haftvermittlerschichten 23 und 24 in einer Ausgestaltungsform gleich ausgeführt sein, sie können jedoch auch innerhalb der beschriebenen bevorzugten Grenzen, insbesondere in Zusammensetzung und Dicke der Schichten untereinander variieren.

[0047] An die erste Schicht 21 beziehungsweise an den an diese erste Schicht 21 angeordneten Haftvermittler 24 ist eine weitere funktionale Schicht, die zweite Schicht 22 angeordnet. Die zweite Schicht 22 umfasst zu mindestens 70 %, insbesondere zu mindestens 95 %, bevorzugt zu mindestens 98 % ein wärmeleitendes Material. Dieses wärmeleitende Material zeichnet sich durch einen Wärmeleitwert λ aus, welcher bevorzugt > 50 W/mK, insbesondere > 100 W/mK ist. Hierzu geeignete Materialien sind insbesondere Metalle wie Beryllium, Aluminium, Kupfer, Molybdän und Wolfram, aber auch Silizium und Kohlenstoff sowie Verbindungen, insbesondere Keramiken wie Berylliumoxid, Berylliumnitrit, Siliziumnitrit sowie Siliziumkarbid. Bevorzugt können auch Mischungen und/oder Legierungen aus diesen Elementen beziehungsweise Verbindungen als wärmeleitendes Material der zweiten Schicht 22 eingesetzt werden. In Abhängigkeit vom eingesetzten wärmeleitenden Material und insbesondere von dem damit erzielten Wärmeleitwert λ ist die zweite Schicht 22 bevorzugt dünner ausgeführt als die erste Schicht 21. Bevorzugte Dicken der zweiten Schicht 22 liegen im Bereich zwischen 0,1 mm und 1 mm, insbesondere bevorzugt zwischen 0,05 mm und 0,8 mm.

[0048] Die einzelnen Schichten 21, 22, 23 und 24 des Schichtstapels 20 sind bevorzugt mittels Flammsspritzen oder Plasmaspritzen unter Vakuum, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen oder atmosphärischem Plasmaspritzen oder mittels chemischen und/oder elektrochemischen Verfahren wie Lackieren, Galvanisieren oder ähnlichem aufgebracht. Hierbei ist es zweckmäßig, die Bereiche der einzelnen Schichten 21, 22, 23 und 24 scharf zu definieren. Dies kann zum einen durch eine vor dem Spritzen auf den Kolbenboden 11 aufgebrachte Form, zum andern durch eine im Kolbenboden 11 vorhandene Vertiefung 12 und/oder durch Nachbehandlung des aufgetragenen Schichtstapels 20, insbesondere einem Abtragen des äußersten Randes des Schichtstapels 20, realisiert werden.

[0049] Der Schichtstapel 20 hat durch die wärmedämmenden Eigenschaften der ersten Schicht 21 eine wärmedämmende, insbesondere isolierende Funktion. Aufgrund des sehr niedrigen Wärmeleitwertes λ der durch die erste Schicht 21 aufgetragenen wärmedämmenden Materialien, wird nur ein sehr geringer Teil der Wärme im Verbrennungsraum an die Oberfläche des Kolbenbo-

dens und von dort aus dem Zylinderraum abgeführt. Vielmehr verbleibt die Wärme innerhalb des Verbrennungsraums und steht somit der Verbrennung weiter zur Verfügung. Dadurch wird im Verbrennungsraum ein höherer Wirkungsgrad realisiert, als bei niedrigeren Temperaturen. Gleichzeitig weisen auch die aus dem Verbrennungsraum abgeführten Abgase eine höhere Temperatur auf, was letztendlich einer Abgasaufbereitung zugutekommt. Eine reine Wärmedämmschicht auf der Oberfläche des Kolbenbodens 11 würde jedoch gleichzeitig dazu führen, dass auf der Oberfläche die Temperaturen nicht gleichmäßig verteilt werden können. Vielmehr würden sich Bereiche mit erhöhten Temperaturspitzen bilden. Durch die Anordnung einer zweiten Schicht 22, welche aus Material besteht, das einen sehr hohen Wärmeleitwert λ hat, wird die Temperatur aus Bereichen von Temperaturspitzen gleichmäßig über den gesamten Bereich des Schichtstapels 20 verteilt. Die optional einsetzbaren Schichten aus Haftvermittler 23 und 24 erhöhen die Haftfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Schichtstapels 20 auf der Leichtmetalllegierung 15 beziehungsweise zwischen der ersten Schicht 21 und der zweiten Schicht 22 und somit die Lebensdauer des Schichtstapels 20.

Bezugszeichenliste

[0050]

10	Kolben
11	Kolbenboden
12	Vertiefung
13	Mulde
14	Kolbenhemd
15	Leichtmetalllegierung
20	Schichtstapel
21	erste Schicht
22	zweite Schicht
23	Haftvermittler
24	Haftvermittler

Patentansprüche

1. Kolben (10) für eine Kolbenmaschine, wobei der Kolben (10) bereichsweise aus einem Stahl oder einer Leichtmetalllegierung (15) besteht und einen auf einem Kolbenboden (11) des Kolbens (10) angeordneten Schichtstapel (20) umfasst, wobei der Schichtstapel (20) zumindest umfasst:

- eine an eine Oberfläche des Kolbenbodens (11) mittelbar oder unmittelbar anschließende, ein wärmedämmendes Material umfassende erste Schicht (21),
- eine an die erste Schicht (21) mittelbar oder unmittelbar anschließende zweite Schicht (22),

welche ein wärmeleitendes Material beinhaltet,

wobei ein Durchmesser (d_S) des Schichtstapels (20) kleiner ist als ein Durchmesser (d_K) des Kolbenbodens (11) und

5

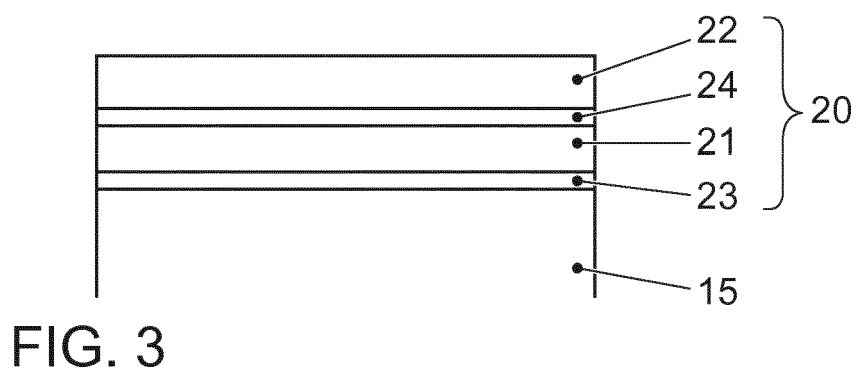
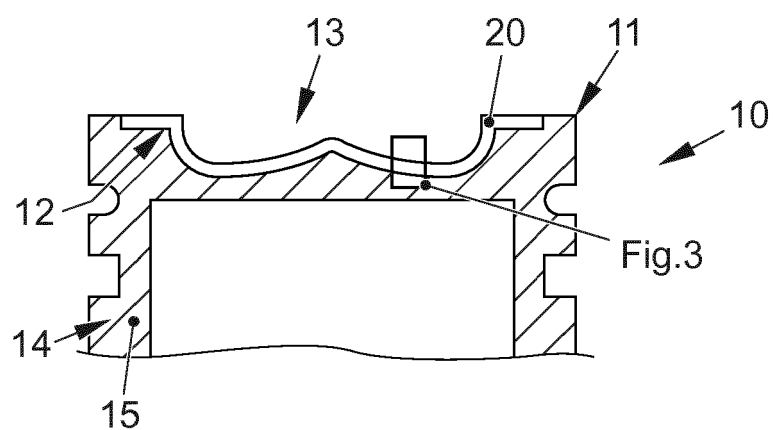
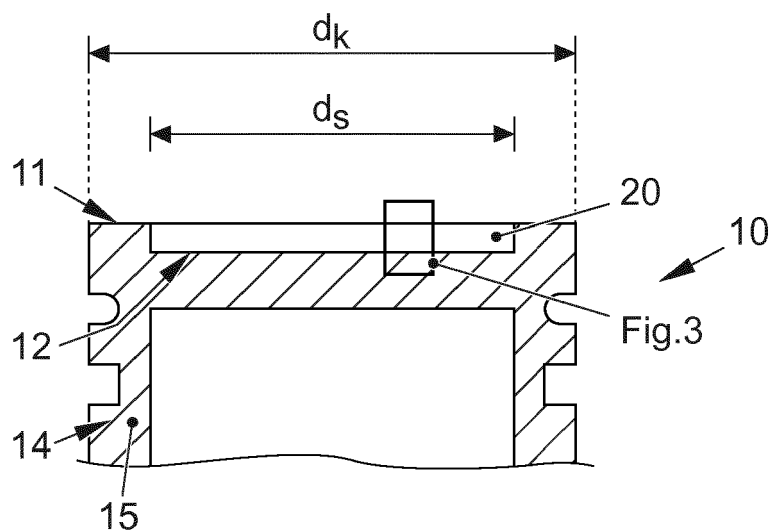
wobei das wärmedämmende Material der ersten Schicht (21) eine technische Keramik umfasst.

2. Kolben (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die technische Keramik Y-stabilisiertes ZrO_2 , Al_2O_3 , Al_2O_3/MgO , Al_2O_3/SiO_2 , Al_2O_3/ZrO_2 , TiO_2 und/oder SiO_2 umfasst. 10
3. Kolben (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wärmeleitende Material der zweiten Schicht (22) Be, Al, Cu, Ag, Si, Mo, Wo, C, BeO, BN, SiN und/oder SiC, sowie Mischungen und/oder Legierungen daraus umfasst. 15
20
4. Kolben (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Leichtmetalllegierung (15) und der ersten Schicht (21) und/oder zwischen der ersten Schicht (21) und der zweiten Schicht (22) eine Haftvermittlerschicht (23, 24) angeordnet ist. 25
5. Kolben (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haftvermittlerschicht (23, 24) eine Fe_3Al -, $FeAl$ -, $FeAl/Fe_3Al$ -, $NiCr$ -, $NiCrAl$ -, $NiCrAlY$ -, $FeCrAlY$ -, $CoCrAlY$ -Legierung und/oder eine intermetallische Verbindung aus $FeAl(Cr, Nb, Zr, C, B)$ und/oder $Fe_3Al(Cr, Nb, Zr, C, B)$ umfasst. 30
6. Kolben (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolbenboden (11) eine Vertiefung (12) aufweist und der Schichtstapel (20) innerhalb der Vertiefung (12) angeordnet ist. 35
7. Kolbenmaschine aufweisend einen Kolben (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6. 40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 3660

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2012 246802 A (ART METAL MFG CO LTD) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) * Absätze [0013] - [0017] * * Abbildungen *	1-7	INV. F02F3/14
X	JP 2012 072747 A (MAZDA MOTOR) 12. April 2012 (2012-04-12) * Absatz [0014] * * Abbildungen *	1-7	
X	JP S62 240459 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21. Oktober 1987 (1987-10-21) * Absatz [0001] * * Abbildungen *	1,3,6,7	
X	JP S62 240457 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21. Oktober 1987 (1987-10-21) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-3,6,7	
X,P	WO 2014/188494 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; YAMASHITA HIDEO [JP]; KAWAGUCHI AKIO [JP]; T) 27. November 2014 (2014-11-27) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02F
A	DE 36 22 301 A1 (BERGMANN HEINZ [DE]) 7. Januar 1988 (1988-01-07) * Spalte 4, Zeilen 17-27 *	1-7	
A	KR 2014 0004311 A (KOREA AUTOMOTIVE TECH INST [KR]) 13. Januar 2014 (2014-01-13) * Absatz [0040] *	6,7	
A	EP 0 151 952 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG [DE]) 21. August 1985 (1985-08-21) * Seite 3, Absatz 1 *	2	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Januar 2020	Prüfer Matray, J
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)

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 19 3660

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	JP S62 89563 A (TOYOTA MOTOR CORP) 24. April 1987 (1987-04-24) * Zusammenfassung * * Abbildungen * -----	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Januar 2020	Prüfer Matray, J
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 19 19 3660

5 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.

06-01-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2012246802 A	13-12-2012	KEINE	
JP 2012072747 A	12-04-2012	JP 5609497 B2 JP 2012072747 A	22-10-2014 12-04-2012
JP S62240459 A	21-10-1987	JP 2643121 B2 JP S62240459 A	20-08-1997 21-10-1987
JP S62240457 A	21-10-1987	KEINE	
WO 2014188494 A1	27-11-2014	KEINE	
DE 3622301 A1	07-01-1988	KEINE	
KR 20140004311 A	13-01-2014	KEINE	
EP 0151952 A1	21-08-1985	DE 3404121 A1 EP 0151952 A1 JP S60187740 A US 4651630 A	08-08-1985 21-08-1985 25-09-1985 24-03-1987
JP S6289563 A	24-04-1987	JP H0620638 B2 JP S6289563 A	23-03-1994 24-04-1987

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 19603515 C1 [0007]
- DE 102006007148 A1 [0008]
- EP 0663020 B1 [0009]
- DE 3622301 A1 [0011]
- EP 0321159 A2 [0012]
- JP 2012072747 A [0013]
- EP 2436896 A1 [0013]