

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/102089 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02F 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/002124

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Dezember 2016 (16.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 016 384.1
17. Dezember 2015 (17.12.2015) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: BIEG, Christian; Danziger Str.31, 73432 Aalen
(DE). HAEFNER, Jochen; Schillerstrasse 28, 73547
Lorch (DE). LEHMLER, Gerold; Weiherstr. 61, 73230
Kirchheim (DE). POSSBERG, Marko; Kirchstrasse 120,

73779 Deizisau (DE). BEHR, Robert; Rauberweg 6,
73249 Wernau (DE). JOOS, Rainer; Buchenweg 7, 71394
Kernen (DE). RECKINGER, Daniel; Wagenburgstr. 101,
70186 Stuttgart (DE). SCHIETINGER, Bernd; Erlenweg
5, 73733 Esslingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CRANKCASE FOR A RECIPROCATING PISTON ENGINE, IN PARTICULAR OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : KURBELGEHÄUSE FÜR EINE HUBKOLBENMASCHINE, INSBESONDERE EINES KRAFTWAGENS

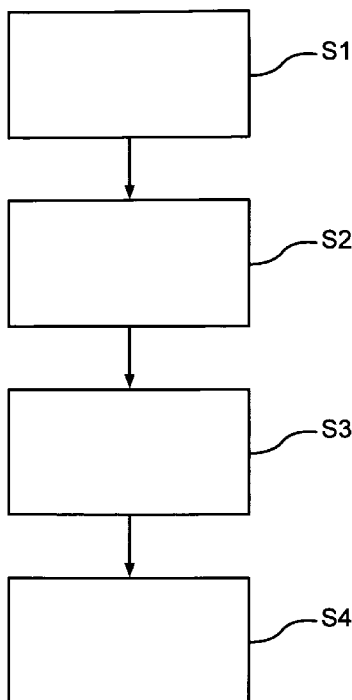


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a crankcase (10) for a reciprocating piston engine, in particular of a motor vehicle, comprising at least a first wall region which has a greater wall thickness than at least a second wall region of the crankcase (10), which adjoins the first wall region, wherein the crankcase (10) is made from an aluminum alloy and produced by way of at least predominantly laminar diecasting, and wherein said crankcase: - is completely heat-treated; or - completely and, in addition, locally heat-treated; or - only locally heat treated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kurbelgehäuse (10) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eines Kraftwagens, mit wenigstens einem ersten Wandungsbereich, welcher eine größere Wanddicke als wenigstens ein sich an den ersten Wandungsbereich anschließender zweiter Wandungsbereich des Kurbelgehäuses (10) aufweist, wobei das Kurbelgehäuse (10) aus einer Aluminiumlegierung und durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss hergestellt sowie: - vollständig wärmebehandelt ist; oder - vollständig und zusätzlich lokal wärmebehandelt ist; oder - nur lokal wärmebehandelt ist.

WO 2017/102089 A1



GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Kurbelgehäuse für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eines Kraftwagens

Die Erfindung betrifft Kurbelgehäuse für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eines Kraftwagens, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Aus dem allgemeinen Stand der Technik und insbesondere aus dem Serienfahrzeugbau sind Kurbelgehäuse für Hubkolbenmaschinen bereits hinlänglich bekannt. Eine solche Hubkolbenmaschine ist beispielsweise als Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise als Verbrennungsmotor ausgebildet und wird insbesondere genutzt, um einen Kraftwagen anzutreiben. Im fertig hergestellten Zustand der Hubkolbenmaschine ist eine Abtriebswelle in Form einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine an dem Kurbelgehäuse um eine Drehachse relativ zu dem Kurbelgehäuse drehbar gelagert. Über die Kurbelwelle stellt die Hubkolbenmaschine Drehmomente bereit, mittels welchen beispielsweise der Kraftwagen angetrieben werden kann.

Das Kurbelgehäuse weist dabei wenigstens einen ersten Wandungsbereich auf, welcher eine größere Wanddicke als wenigstens ein sich an den ersten Wandungsbereich anschließender zweiter Wandungsbereich des Kurbelgehäuses aufweist. Dieser Ausgestaltung des Kurbelgehäuses liegt insbesondere die Erkenntnis zugrunde, dass während des Betriebs der Hubkolbenmaschine in den Wandungsbereichen unterschiedliche starke Belastungen auftreten. Um das Kurbelgehäuse an diese lokal unterschiedlichen Belastungen anzupassen und dabei das Gewicht des Kurbelgehäuses gering zu halten, wird der erste Wandungsbereich mit einer größeren Wanddicke als der zweiten Wandungsbereich ausgestaltet. Dabei treten beispielsweise während des Betriebs der Hubkolbenmaschine im ersten Wandungsbereich stärkere Belastungen als im zweiten Wandungsbereich auf, wobei das Kurbelgehäuse aufgrund der entsprechenden Ausgestaltung der Wandungsbereiche diese lokal unterschiedlichen Belastungen zumindest im Wesentlichen schadfrei auch über eine hohe Lebensdauer hinweg ertragen kann. Da jedoch der zweite Wandungsbereich eine geringere

Wanddicke als der erste Wandungsbereich aufweist, kann das Gewicht des Kurbelgehäuses gering gehalten werden.

Dabei ist es aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt, ein solches Kurbelgehäuse durch Kokillen- oder Sandguss herzustellen. Derartige Kokillen- oder Sandgussverfahren sind jedoch sehr kostenaufwändig, sodass das Kurbelgehäuse nur sehr kostenintensiv herstellbar ist. Darüber hinaus ist aus dem Stand der Technik das so genannte Pressgießen bekannt, welches auch als Squeeze-Casting bezeichnet wird. Ein solches Pressgießverfahren ist jedoch prozessbedingt ebenfalls kostenintensiv. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Kurbelgehäuse der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass das Gewicht des Kurbelgehäuses besonders gering gehalten werden kann bei gleichzeitiger Realisierung einer besonders kostengünstigen Herstellung des Kurbelgehäuses und gleichzeitiger Realisierung optimierter mechanischer Eigenschaften wie Festigkeit und/oder Bruchdehnung.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Kurbelgehäuse mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Um ein Kurbelgehäuse der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass das Gewicht des Kurbelgehäuses besonders gering gehalten werden kann bei gleichzeitiger Realisierung einer besonders kostengünstigen Herstellung des Kurbelgehäuses und bei gleichzeitiger Realisierung optimierter mechanischer Eigenschaften wie Festigkeit und/oder Bruchdehnung insbesondere in dickeren Wandungsbereichen, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Kurbelgehäuse aus einer Aluminiumlegierung und durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss hergestellt sowie wärmebehandelt ist. Der Erfindung liegt insbesondere die Erkenntnis zugrunde, dass Kurbelgehäuse mit hohen Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Bruchdehnung beziehungsweise Dehnbarkeit grundsätzlich durch Kokillen- oder Sandguss herstellbar sind, jedoch ist ein solches Kokillen- oder Sandgussverfahren sehr kostenintensiv. Auch Pressgießverfahren sind prozessbedingt nur kostenintensiv durchführbar. Mit Hilfe von Vakuum-Druckgussverfahren sind in dickwandigen Bereichen, das heißt in Wandungsbereichen mit sehr hoher Wanddicke von beispielsweise mehr als 15 Millimetern, hohe Festigkeitskennwerte und gleichzeitig hohe Bruchdehnungskennwerte nicht zufriedenstellend darstellbar. Konventioneller Druckguss, bei dem im Gegensatz zum laminaren Druckguss eine überwiegend turbulente Formfüllung erfolgt, ist zwar auf Grund der kurzen Taktzeit kostengünstig

durchführbar, jedoch resultiert verfahrensbedingt eine zumindest abschnittsweise relativ hohe Porosität des Kurbelgehäuses. Durch die Porosität ist die Wärmebehandlungsfähigkeit stark eingeschränkt, so dass keine hohen Festigkeits- und Bruchdehnungswerte erreichbar sind. Festigkeits- und Bruchdehnungswerte werden üblicherweise an Probekörpern, die dem Bauteilvolumen entnommen werden, im Zugversuch ermittelt.

Durch den Einsatz von zumindest überwiegend laminarem Druckguss lässt sich die Porosität im Bauteil deutlich reduzieren. Damit ist eine im Vergleich zum konventionellen turbulenten Druckguss deutlich erhöhte Wärmebehandlungsfähigkeit gegeben. Damit wiederum können die Einsatzgrenzen von Aluminium-Druckguss- Kurbelgehäusen durch optimierte Festigkeits- und Dehnungseigenschaften erweitert werden. Mit anderen Worten ist es möglich, durch den Einsatz von laminarem Druckguss ein wärmebehandelbares Aluminium-Druckguss-Kurbelgehäuse mit hohen Festigkeits- und/oder hohen Bruchdehnungswerten auch in dicken Wandungsbereichen, das heißt in Wandungsbereichen mit hoher Dicke von beispielsweise mehr als 15 Millimetern herzustellen und insbesondere wärmezubehandeln. Ferner ist das Kurbelgehäuse durch den Einsatz von überwiegend laminarem Druckguss wesentlich kostengünstiger herstellbar als durch den Einsatz von Kokillen- oder Sandguss. Das Kurbelgehäuse weist den ersten Wandungsbereich beispielsweise in einem Lagerstuhlbereich auf, in welchem im fertig hergestellten Zustand der Verbrennungskraftmaschine eine Abtriebswelle drehbar an dem Kurbelgehäuse gelagert ist.

Als besonders hat es sich gezeigt, wenn es sich bei dem ersten Wandungsbereich um einen Lagerstuhlbereich des Kurbelgehäuses handelt.

Beispielsweise kann das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse aus überwiegend laminarem Druckguss aus folgenden Aluminiumlegierungen oder auf Basis folgender Aluminiumlegierungen bestehen: AlSi8Cu3, AlSi9Cu3, AlSi7Mg, AlSi10Mg, AlSi12Cu, AlSi17Cu4Mg. Diese Aluminiumlegierungen können jeweils zusätzlich mit einem oder mehreren der Legierungselemente Eisen, Magnesium, Mangan, Kupfer, Zirkonium, Zink, Titan, Molybdän, Natrium, Strontium und Phosphor modifiziert sein.

Als die wenigstens eine Wärmebehandlung ist vorgesehen: ein Lösungsglühen mit nachfolgender Kalt- und/oder Warmauslagerung sowie lediglich wenigstens eine Warmauslagerung. Diese Warmauslagerung dann dabei direkt nach dem Gießen oder aber zeitlich später, also nach einer bereits erfolgten Kaltauslagerung durchgeführt

werden. Die Warmauslagerung kann dabei am ganzen Bauteil und/oder nur an wenigstens einem Volumenelement des Bauteils begrenzt erfolgen.

In einer weiteren Ausführungsform ist es vorteilhaft, die Lösungsglühbehandlung nicht am gesamten Bauteil sondern örtlich begrenzt an wenigstens einem Volumenelement des Bauteils durchzuführen. Im Anschluss an dieses örtliche Lösungsglühen kann eine nachfolgende Warmauslagerung am ganzen Bauteil und/oder örtlich begrenzt an wenigstens einem Volumenelement des Bauteils erfolgen.

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Kurbelgehäuse zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimeter dicken, kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 250, insbesondere von im Mittel mindestens 280 und ganz insbesondere von im Mittel mindestens 300, charakterisiert sind. Dabei ergibt sich der Q-Wert aus folgender Formel:

$$Q\text{-Wert}=R_m+150 \times \lg(A_5).$$

Dabei bezeichnet R_m die Zugfestigkeit, und $\lg(A_5)$ bezeichnet den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 .

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Kurbelgehäuse zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimetern dicken, lösungsgeglühten und kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 300, insbesondere von im Mittel mindestens 350 und ganz insbesondere von im Mittel mindestens 400, charakterisiert sind. Dabei ergibt sich der Q-Wert aus folgender Formel:

$$Q\text{-Wert}=R_m+150 \times \lg(A_5).$$

Dabei bezeichnet R_m die Zugfestigkeit, und $\lg(A_5)$ bezeichnet den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 .

Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Kurbelgehäuse, das aus einer Primäraluminiumlegierung hergestellt ist, zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimeter dicken, lösungsgeglühten und kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 380 und insbesondere von im Mittel mindestens 420 charakterisiert sind. Dabei ergibt sich der Q-Wert aus folgender Formel:

$$Q\text{-Wert} = R_m + 150 \times \lg(A_5).$$

Dabei bezeichnet R_m die Zugfestigkeit, und $\lg(A_5)$ bezeichnet den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 .

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist das Kurbelgehäuse wenigstens einen, von einem Kühlmittel durchströmbaren Kühlmantel auf, in dessen Bereich das Kurbelgehäuse eine größere Wanddicke aufweist als im vergleichbaren Bereich eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses

Bei dem Kühlmittel handelt es sich beispielsweise um ein Kühlfliuid, insbesondere um ein Gas oder eine Kühflüssigkeit. Die Kühflüssigkeit wird auch als Kühlwasser oder Wasser bezeichnet, sodass der Kühlmantel auch als Wassermantel bezeichnet wird.

Beispielsweise während eines Betriebs der als Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ausgebildeten Hubkolbenmaschine strömt das Kühlmittel durch den Kühlmittelmantel, sodass beispielsweise ein Wärmeübergang von dem Kurbelgehäuse an das Kühlmittel erfolgen kann. Hierdurch wird das Kurbelgehäuse gekühlt. Insbesondere umgibt der Kühlmittelmantel wenigstens eine beispielsweise als Zylinder ausgebildeten Brennraum des Kurbelgehäuses zumindest teilweise, insbesondere zumindest überwiegend, sodass das Kurbelgehäuse insbesondere im Bereich des Brennraums gekühlt werden kann. Somit ist das Kurbelgehäuse beispielsweise als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildet.

Schließlich hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn das Kurbelgehäuse Versteifungsrippen aufweist, deren jeweilige Wanddicken vorzugsweise größer als 8 Millimeter sind.

Das erfindungsgemäße, in beziehungsweise durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss hergestellte Kurbelgehäuse kann im Vergleich zu herkömmlichen Kurbelgehäusen, welche durch herkömmlichen Druckguss hergestellt sind, folgende Merkmale und insbesondere Vorteile aufweisen:

- weniger Rippen;
- die Rippen sind kürzer;
- die Rippen sind wesentlich dicker;
- die Rippen weisen größere Radien auf;
- generell größere Waddicken beziehungsweise Materialaufdickungen, insbesondere im Bereich des Kühlmittelmantels und dabei insbesondere in dessen Außenbereich und/oder im Bereich eines Lagerstuhls des Kurbelgehäuses und/oder im Bereich eines Ölwanneflansches des Kurbelgehäuses;
- im Bereich des Zylinders verläuft eine Außenkontur des Kurbelgehäuses zumindest im Wesentlichen planar, sodass es dort keine Krümmungsradien gibt;
- der laminare Druckguss beziehungsweise ein laminares Druckgussverfahren ist ein Herstellverfahren, bei welchem beispielsweise eine Fließgeschwindigkeit der zunächst flüssigen Aluminiumlegierung, aus welcher das Kurbelgehäuse hergestellt wird, geringer als 1,5 Meter pro Sekunde ist.

Diese oben genannten Geometriemerkmale können an dem erfindungsgemäßen Kurbelgehäuse einzeln oder in Kombination auftreten.

Die oben genannten Rippen sind beispielsweise die zuvor genannten Versteifungsrippen, mittels welchen das Kurbelgehäuse, insbesondere zumindest lokal, verstärkt und somit ausgesteift ist. An dem zuvor genannten Lagerstuhl kann eine als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle der Hubkolbenmaschine drehbar gelagert werden, sodass die Kurbelwelle über den Lagerstuhl drehbar an dem Kurbelgehäuse gelagert werden kann. Über den zuvor genannten Ölwanneflansch kann eine Ölwanne an das Kurbelgehäuse angeflanscht, das heißt an dem Kurbelgehäuse befestigt werden. Die Ölwanne wird insbesondere während des Betriebs der Hubkolbenmaschine genutzt, um Öl zum Schmieren und/oder Kühlen der Hubkolbenmaschine unter Ausbildung eines Ölsumpfs sammeln. Dabei ist die Ölwanne üblicherweise in Hochrichtung der Hubkolbenmaschine unter dem Lagerstuhl angeordnet.

Der laminare Druckguss, mittels welchem das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse hergestellt wird, wird auch als laminares Druckgussverfahren bezeichnet und ist beispielsweise unter dem Begriff Poral-Guss bekannt. Das laminares Druckgussverfahren stellt dabei beispielsweise ein modifiziertes Kaltkammer-Druckgussverfahren dar. Es wird beispielsweise auf einer konventionellen Horizontal-Kaltkammer-Druckgießmaschine durchgeführt, wobei durch eine langsame, ruckfreie Führung des Gießkolbens eine

turbulenzfreie Formfüllung angestrebt wird. Durch das zumindest im Wesentlichen gleichförmige Einfahren des Gießkolbens in die Gießkammer wird eine Verwirbelung der ein Gießmetall darstellenden Aluminiumlegierung, aus welcher das Kurbelgehäuse hergestellt wird, mit Luft vermieden. Die ruhige Formfüllung mit laminarer Strömung des eine Schmelze darstellenden Gießmetalls führt zu Gussteilen wie beispielsweise dem Kurbelgehäuse, die sich durch eine besondere Porenarmut auszeichnen und thermisch vergütbar, schweißbar und dynamisch hochbelastbar sind.

Das Haupteinsatzgebiet für den laminaren Druckguss stellt üblicherweise der Bereich der dynamisch hochbeanspruchten Fahrwerksteile dar. Vorteilhaft für diese Bauteile sind die hohen mechanischen Eigenschaften, die durch dieses Gießverfahren bereits im Gusszustand vorliegen und durch eine nachgeschaltete Wärmebehandlung noch weiter gesteigert werden können. Es besteht die Möglichkeit, mittels dieses Verfahrens dickwandige Gussteile mit Wanddicken bis zu 60 Millimetern in einem Druckgussverfahren darzustellen und zu fertigen. Es gilt jedoch zu beachten, dass für dieses Verfahren eine Mindestwanddicke von 3,8 Millimetern empfohlen wird.

Aufgrund von Restriktionen bezüglich der empfohlenen Mindestwanddicken ist der Einsatz des laminaren Druckgussverfahrens im Bereich des beispielsweise als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildeten Kurbelgehäuses üblicherweise nicht vorgesehen. Viele dünnwandige Bereiche, in diesem Fall speziell die für die Gestaltfestigkeit und Akustik relevanten Verrippungen, sind unter dem Gesichtspunkt der langsamen und laminaren Formfüllung als kritisch zu betrachten. Eine einfache Substitution des Gießverfahrens, ohne Modifikationen an Bauteilen und Gießform, ist üblicherweise nicht realisierbar. Das Hauptaugenmerk bei der Umgestaltung liegt dabei auf der Sicherstellung der laminaren Formfüllung und der Möglichkeit der Nachspeisung während der Erstarrung. Dies resultiert in Wanddickenaufweitungen in den Hauptfließbereichen zur Nachspeisung, angepassten Wandstärkenübergängen zur Vermeidung von Turbulenzen und Lufteinschlüssen während der Füllung sowie einem, im Vergleich zum konventionellen Druckguss, deutlich massiver ausgeführten Anguss. Während beim klassischen Druckguss mit so genannten Messeranschnitten gearbeitet wird, die sich durch ihre geringen Querschnitte charakterisieren und für die schnelle Formfüllung und Beschleunigung der Schmelze während dieser benötigt werden, liegt beim laminaren Druckguss der Fokus auf dem Offenhaltung der Speisungswege während der Erstarrung des Bauteils. Dieses Offenhalten ermöglicht das Nachführen von Schmelze in die Hohlräume des Bauteils, die aufgrund der Volumenkontraktion des Aluminiums bei der Erstarrung entstehen. Um die Nachspeisung sicherzustellen, wird ein massiver Anguss

benötigt, da sonst ein Abfrieren der Schmelze in diesem Bereich das Nachführen des flüssigen Metalls verhindern würde.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines prinzipiellen Herstellwegs eines Kurbelgehäuses für eine Hubkolbenmaschine, mit wenigstens einem ersten Wandungsbereich und mit wenigstens einem sich an den ersten Wandungsbereich anschließenden, zweiten Wandungsbereich, wobei der erste Wandungsbereich eine größere Wanddicke als der zweite Wandungsbereich aufweist und wobei das Kurbelgehäuse aus einer Aluminiumlegierung und durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss hergestellt sowie wärmebehandelt ist;
- Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische und perspektivische Vorderansicht des Kurbelgehäuses gemäß einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 3a eine schematische Schnittansicht eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A5;
- Fig. 4a eine schematische Schnittansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A5;
- Fig. 3b eine schematische Schnittansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A4;
- Fig. 4b eine schematische Schnittansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A4;

- Fig. 3c eine schematische Schnittansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A3;
- Fig. 4c eine schematische Schnittansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A3;
- Fig. 3d eine schematische Schnittansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A1;
- Fig. 4d eine schematische Schnittansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A1;
- Fig. 3e eine schematische Ansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A3 im Bereich seines Innenraums;
- Fig. 4e eine schematische Ansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in einer in Fig. 2 gezeigten Schnittebene A3 im Bereich seines Innenraums;
- Fig. 5 eine schematische Ansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in seinem Zylinderbereich unterhalb seines Wassermantelbereichs;
- Fig. 6 eine schematische Ansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in seinem Zylinderbereich unterhalb seines Wassermantelbereichs;
- Fig. 7 eine schematische Ansicht des konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses in seinem Außenbereich, welches typische Verrippungen zeigt; und
- Fig. 8 eine schematische Ansicht des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses in seinem Außenbereich, welches typische Verrippungen zeigt

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm zum prinzipiellen Veranschaulichung des Herstellweges eines Kurbelgehäuses für eine Hubkolbenmaschine. Die Hubkolbenmaschine ist

beispielsweise eine Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise ein Verbrennungsmotor, wobei die Hubkolbenmaschine beispielsweise Bestandteil eines Kraftwagens sein kann. Der Kraftwagen ist beispielsweise mittels der Hubkolbenmaschine antreibbar. In ihrem fertig hergestellten Zustand umfasst die Hubkolbenmaschine eine Abtriebswelle in Form einer Kurbelwelle, welche an dem Kurbelgehäuse um eine Drehachse relativ zu dem Kurbelgehäuse drehbar gelagert ist. Über die Kurbelwelle kann die Hubkolbenmaschine Drehmomente bereitstellen, mittels welchen der Kraftwagen angetrieben werden kann.

In seinem fertig hergestellten Zustand weist das Kurbelgehäuse wenigstens einen ersten Wandungsbereich und wenigstens einen sich an den ersten Wandungsbereich anschließenden, zweiten Wandungsbereich auf, wobei der erste Wandungsbereich eine größere Wanddicke als der zweite Wandungsbereich aufweist. Mit anderen Worten ist der erste Wandungsbereich ein gegenüber dem zweiten Wandungsbereich dickwandiger Bereich des Kurbelgehäuses, wobei die Wanddicke des ersten Wandungsbereiches beispielsweise größer als 15 Millimeter ist. Bei diesem wenigstens einen ersten Wandungsbereich kann es sich beispielsweise um einen Lagerstuhlbereich handeln. Unter der Wanddicke von mindestens 15 Millimeter des ersten Wandungsbereiches ist mit anderen Worten zu verstehen, dass es in diesem ersten Wandungsbereich im Zentrum zumindest ein Volumenelement gibt, dessen Abstand zur nächstgelegenen Bauteiloberfläche mindestens 7,5 Millimeter beträgt.

Durch diese Ausgestaltung der Wandungsbereiche ist es möglich, das Kurbelgehäuse an während des Betriebs der Hubkolbenmaschine auftretende und lokal unterschiedliche Belastungen anzupassen und dabei gleichzeitig das Gewicht des Kurbelgehäuses gering zu halten. Beispielsweise treten im ersten Wandungsbereich während des Betriebs der Hubkolbenmaschine größere Belastungen als im zweiten Wandungsbereich auf. Da der erste Wandungsbereich eine größere Wanddicke als der zweite Wandungsbereich aufweist, kann das Kurbelgehäuse die im ersten Wandungsbereich auftretenden und gegenüber dem zweiten Wandungsbereich stärkeren Belastungen auch über eine hohe Lebensdauer hinweg zumindest im Wesentlichen schadfrei ertragen. Da ferner der zweite Wandungsbereich eine geringere Wanddicke als der erste Wandungsbereich aufweist, kann das Gewicht des Kurbelgehäuses besonders gering gehalten werden.

Um nun das Kurbelgehäuse auf besonders kostengünstige Weise herstellen sowie ein besonders geringes Gewicht des Kurbelgehäuses realisieren zu können, wird das Kurbelgehäuse aus einer Aluminiumlegierung und durch überwiegend laminaren

Druckguss hergestellt sowie wärmebehandelt. Im Rahmen des Herstellweges wird beispielsweise bei einem ersten Schritt S1 ein Werkstoff bereitgestellt, aus welchem das Kurbelgehäuse hergestellt wird. Der Werkstoff wird dabei in flüssigem Zustand bereitgestellt, wobei der Werkstoff ein Gießwerkstoff ist.

Als Werkstoff kann beispielsweise eine der nachfolgenden Aluminiumlegierungen oder ein Werkstoff auf Basis der nachfolgenden Aluminiumlegierungen verwendet werden: AlSi8Cu3, AlSi9Cu3, AlSi7Mg, AlSi10 Mg, AlSi12Cu, AlSi17Cu4Mg. Diese Aluminiumwerkstoffe können jeweils zusätzlich mit einem oder mehreren der Legierungselemente Eisen, Magnesium, Mangan, Kupfer, Zirkonium, Zink, Titan, Molybdän, Natrium, Strontium und Phosphor modifiziert sein.

Bei einem zweiten Schritt S2 des Herstellweges wird der Gießwerkstoff beispielsweise in eine Form, insbesondere eine Druckgussform, eingebracht, wobei das Kurbelgehäuse mittels der Form aus dem Gusswerkstoff hergestellt wird. Bei dem Gusswerkstoff handelt es sich um eine Aluminiumlegierung, sodass das Gewicht des Kurbelgehäuses besonders gering gehalten werden kann. Im Rahmen eines dritten Schritts S3 wird das Kurbelgehäuse durch überwiegend laminaren Druckguss hergestellt. Nach dem Einbringen des flüssigen Gusswerkstoffes in die Form kühlt dieser Gusswerkstoff ab und erstarrt, woraufhin das Kurbelgehäuse, insbesondere als Rohteil entformt, das heißt aus der Form entnommen werden kann. Bei einem vierten Schritt S4 wird das Kurbelgehäuse beziehungsweise das Rohteil schließlich vollständig und/oder nur örtlich wärmebehandelt, um besonders vorteilhafte mechanische Eigenschaften, insbesondere besonders vorteilhafte Festigkeits- und Bruchdehnungseigenschaften, des Kurbelgehäuses zu realisieren.

Die Wärmebehandlung kann beispielsweise durch Lösungsglühen mit nachfolgender Kalt- und/oder Warmauslagerung erfolgen. Die Lösungsglühbehandlung kann am ganzen Bauteil und/oder örtlich begrenzt erfolgen. Im Fortgang des Herstellungsprozesses kann nach dem vollständigen und/oder örtlichen Lösungsglühen eine Warmauslagerung am ganzen Bauteil und/oder örtlich begrenzt auf mindestens ein Volumenelement erfolgen.

Es kann auch nur eine Warmauslagerung ohne vorhergehendes Lösungsglühen erfolgen. Diese Warmauslagerung kann dabei direkt nach dem Gießen oder nach einer bereits erfolgten Kaltauslagerung durchgeführt werden. Grundsätzlich ist es möglich, am Kurbelgehäuse mehrere Wärmebehandlungsschritte durchzuführen. Alternativ oder zusätzlich ist es erfindungsgemäß auch vorgesehen, dass die wenigstens eine

Wärmebehandlung am ganzen Bauteil und/oder nur an lokal begrenzten Bereichen erfolgt.

Das Bauteil kann also vollständig und zusätzlich oder alternativ lokal wärmebehandelt werden. Dies heißt mit anderen Worten: Das Bauteil kann in einer vorteilhaften Ausführungsart vollständig in mindestens einem Wärmebehandlungsschritt wärmebehandelt werden. In einer weiteren Ausführungsart kann das Bauteil sowohl vollständig wärmebehandelt werden und zusätzlich an mindestens einer Stelle lokal wärmebehandelt sein. Das Bauteil kann ferner in einer dritten Ausführungsart lediglich örtlich wärmebehandelt sein, ohne vollständig wärmebehandelt zu sein.

Das Kurbelgehäuse ist somit ein Druckguss-Kurbelgehäuse aus einer Aluminiumlegierung, wobei das Druckguss-Kurbelgehäuse in seinem wenigstens einen dickwandigen Bereich in Form des ersten Wandungsbereiches besondere Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch den so genannten Q-Wert beschrieben werden.

Unter Druckguss, sowohl turbulentem als auch laminarem Druckguss, wird dabei im Folgenden ein dreiphasiges Verfahren verstanden: das dreiphasige Verfahren weist eine erste Phase auf, bei welcher eine flüssige Schmelze durch den Gießkolben langsam aus der Gießkammer in den Anschnittbereich der Form gedrückt wird. Bei einer zweiten Phase des dreiphasigen Verfahrens erfolgt eine Füllung einer geschlossenen Form. Der laminare Druckguss unterscheidet sich dabei vom konventionellen turbulenten Druckguss dadurch, dass die Formfüllung in dieser zweiten Phase dergestalt durchgeführt wird, dass die Schmelze im Wesentlichen turbulenzfrei bzw. turbulenzarm die Form befüllt. Bei der dritten Phase des dreiphasigen Verfahrens wird ein hoher Nachdruck aufgebaut, um ein Nachspeisen der Form herbeizuführen.

Durch den Begriff Druckguss-Kurbelgehäuse erfolgt eine Abgrenzung zu solchen Kurbelgehäusen, welche in dem im Vergleich zum Druckguss typischerweise höherwertigen aber auch deutlich kostenintensiveren Kokillenguss- oder Sandgussverfahren hergestellt werden.

Ferner erfolgt durch den Begriff Druckguss-Kurbelgehäuse eine Abgrenzung zu Kurbelgehäusen, welche im sogenannten Thixoguss hergestellt werden. Beim Thixoguss wird unter anderem anders als beim Druckguss mit nur teilflüssigem Material beim Formfüllen gearbeitet. Mit anderen Worten erfolgt die Formfüllung beim Thixoguss bei einer vergleichsweise niedrigeren Temperatur und höheren Drücken als beim Druckguss.

Die Gießform beim Squeeze-Cast-Prozess, der auch als Pressgießen bezeichnet wird, ist so gestaltet, dass während der Erstarrung der Schmelze eine effektive Verdichtung über das Angusssystem bis weit in das Bauteil hinein möglich ist. Dies hat ausgeprägte und im Verhältnis zum Bauteil große Angusssysteme zur Folge. Aus diesem Grund wird die von der Gießmaschine bereitgestellte Nachverdichtung über einen großen Kolbendurchmesser und dadurch relativ niedrigeren Druck (beispielsweise ca. 100 bar) über das Angusssystem in das Bauteil realisiert. Die relativ hohe Prozesstaktzeit und der verhältnismäßig große Anteil an zu rezyklierendem Angussmaterial machen den Squeeze-Cast-Prozess zur Herstellung filigraner und komplex gestalteter Kurbelgehäuse unwirtschaftlich. Im erfindungsgemäß nicht vorgesehenen Fall, dass Keramik- oder Siliziumvorkörper im Zuge des Gießprozesses mit Schmelze infiltriert werden müssen, hat dieses Verfahren seine Berechtigung, da hier über ein Angusssystem, das verfahrensbedingt und konstruktionsbedingt vorteilhafter Weise über die dickwandigen Bereiche des Lagerstuhls erfolgt, gespeist wird.

Bei konventionellem turbulenten sowie bei überwiegend laminarem Druckguss ist das Angusssystem wesentlich kleiner ausgeprägt. Der von der Druckgussmaschine bereitgestellte Nachdruck ist bei konventionellem turbulentem sowie bei überwiegend laminarem Druckguss etwa gleich. Obwohl dieser Druck im Vergleich zum Squeeze-Cast-Prozess relativ hoch ist (beispielsweise ca. 600 bar bis ca. 1000 bar), reicht dieser nur wenig in das Bauteil hinein und dient nur dazu, die Speisung für die Erstarrung entgegen der wirkenden Schwerkraft aufrecht zu erhalten. Eine Nachverdichtung weit in das Bauteil hinein ist auf Grund des im Verhältnis zum Bauteil kleinen Angussystems und der Querschnittssprünge von dünnwandigen zu dickwandigen Bereichen im Kurbelgehäuse nicht bzw. kaum möglich und nicht notwendig. Damit können mit konventionellem turbulentem sowie mit überwiegend laminarem Druckguss Kurbelgehäusebauweisen realisiert werden, die mit einem Squeeze-Cast-Prozess nicht oder nicht wirtschaftlich dargestellt werden können.

Dem erfindungsgemäßen Kurbelgehäuse liegt insbesondere die Erkenntnis zugrunde, dass dickwandige Bereiche, das heißt der erste Wandungsbereich mit einer Wanddicke von beispielsweise mehr als 15 Millimetern nicht durch Vakualdruckguss unter Einhaltung von hohen Festigkeits- und Bruchdehnungswerten im Zentrum dieses ersten Wandungsbereichshergestellt werden können. Dadurch grenzt sich das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse, hergestellt durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss, von einem im Vakualdruckguss hergestellten Kurbelgehäuse ab.

Durch die hohen Festigkeits- und Bruchdehnungswerte, welche durch den Q-Wert beschrieben werden, selbst auch in dicken ersten Wandungsbereichen, erfolgt auch eine Abgrenzung zu Kurbelgehäusen, welche in herkömmlichem, überwiegend turbulentem Druckguss hergestellt werden. Dieser konventionelle Druckguss erzielt im Kurbelgehäuse, welches ein Gussbauteil ist, insbesondere in dickwandigen Regionen typischerweise eine hohe Porosität, so dass durch konventionellen turbulenten Druckguss hergestellte Kurbelgehäuse nur eingeschränkt wärmebehandelbar sind und somit in der Regel nur geringe Festigkeitskennwerte und geringe Bruchdehnungskennwerte aufweisen, wobei diese geringen Festigkeitskennwerte und die geringen Bruchdehnungskennwerte zu einem geringen Q-Wert führen.

Der Q-Wert ergibt sich aus folgender Formel:

$$Q\text{-Wert} = R_M + 150 \times \lg(A_5)$$

Dabei bezeichnet R_M die im Zugversuch an einem Probestück ermittelte Zugfestigkeit des Kurbelgehäuses, insbesondere an einem Probestück aus dem ersten Wandungsbereich. Ferner bezeichnet $\lg(A_5)$ den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 des Kurbelgehäuses, wiederum ermittelt im Zugversuch an einem Probestück, insbesondere an einem Probestück aus dem ersten Wandungsbereich. Da durch den Einsatz des überwiegend laminaren Druckgusses und die Wärmebehandlung sehr hohe beziehungsweise vorteilhafte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte realisiert werden können, weist das Kurbelgehäuse speziell auch in Zentrumsbereichen des mindestens einen, dicken ersten Wandungsbereichs einen besonders hohen Q-Wert und insbesondere einen höheren Q-Wert als durch konventionellen turbulenten Druckguss hergestellte Kurbelgehäuse auf. Da erfindungsgemäß nicht vorgesehen ist, beispielsweise einen in die Gussform eingelegten metallischen Formkörper, einen Keramikformkörper oder einen Siliziumformkörper mit einzugießen bzw. mit Schmelze zu infiltrieren, bezieht sich ein solcher Q-Wert grundsätzlich auf ein Probervolumen, das aus der verwendeten Aluminiumlegierung besteht.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die im Zugversuch ermittelten Zugfestigkeits- und Bruchdehnungswerte bedingt durch den Gefügestand der Probe und/oder die Defekte im Zugprobenvolumen schwanken können. Daher ist es erforderlich, mehrere Zugversuche an mehreren Bauteilen durchzuführen um dadurch sowohl für die Zugfestigkeit als auch für die Bruchdehnung einen Mittelwert zu bestimmen. In der Praxis

hat sich als vorteilhaft erwiesen, eine Mittelwertbildung aus Ergebnissen aus mindestens 10 Einzelzugversuchen zu wählen.

Die Basis für die Betrachtung sind jeweils bei Raumtemperatur durchgeführte Zugversuche, beispielsweise an Zugproben oder Zugstäben gemäß DIN 50125. Dabei ist selbstverständlich, dass es sich bei den Zugproben oder Zugstäben um massive Proben handelt und nicht etwa um Hohlzugproben.

Das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse weist im nicht lösungsgeglühten Zustand nach einer Kalt- und/oder Warmauslagerung zumindest im Zentrum des wenigstens einen, ersten Wandungsbereichs, der eine Dicke von mindestens 15 mm aufweist und der insbesondere einen Lagerstuhlbereich dargestellt, in bei Raumtemperatur ermittelten Zugversuchen einen mittleren Q-Wert von mindestens 250, insbesondere von mindestens 280 und ganz insbesondere von mindestens 300 auf.

Das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse weist im lösungsgeglühten Zustand und nach einer Kalt- und/oder Warmauslagerung zumindest im Zentrum des wenigstens einen, ersten Wandungsbereichs, der eine Dicke von mindestens 15 mm aufweist und der insbesondere einen Lagerstuhlbereich dargestellt, in bei Raumtemperatur ermittelten Zugversuchen einen mittleren Q-Wert von mindestens 300, insbesondere von mindestens 350 und ganz insbesondere von mindestens 400 auf.

Als Ausgangsmaterial für den überwiegend laminaren Druckguss kann ein sogenanntes Primäraluminium oder ein sogenanntes Sekundäraluminium verwendet werden. Bei letztgenanntem Typ handelt es sich um rezykliertes Aluminium beziehungsweise um rezyklierte Aluminiumlegierungen, welches beziehungsweise welche über den Schrottkreislauf wiedergewonnen werden. Der energetische Aufwand für die Herstellung von Sekundäraluminium ist deutlich geringer als derjenige für das Primäraluminium. Allerdings ist auf Grund der Vorgeschichte das Sekundäraluminium mit anderen chemischen Elementen verunreinigt und daher qualitativ nicht so hochwertig wie Primäraluminium.

Primäraluminium selbst wird über ein Schmelzelektrolyseverfahren hergestellt. Durch die hohe Reinheit des Grundmaterials und die daraus präzise einstellbaren Aluminiumlegierungen sind hochwertige Produkte herstellbar, die sich durch besonders gute Festigkeits- und/oder Bruchdehnungskennwerte auszeichnen. Mit anderen Worten sind unter Verwendung von Primäraluminiumlegierungen besonders hohe Q-Werte

realisierbar. Das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse weist unter Verwendung einer Primäraluminiumlegierung im lösungsgeglühten Zustand und nach einer Kalt- und/oder Warmauslagerung zumindest im Zentrum des wenigstens einen, ersten Wandungsbereichs, der eine Dicke von mindestens 15 mm aufweist und der insbesondere einen Lagerstuhlbereich dargestellt, in bei Raumtemperatur ermittelten Zugversuchen einen mittleren Q-Wert von mindestens 380 und insbesondere von mindestens 420 auf.

Durch die Herstellung des Kurbelgehäuses mithilfe des überwiegend laminaren Druckgießens beziehungsweise Druckgusses ist es möglich, die Einsatzgrenzen des als Aluminium-Druckguss- Kurbelgehäuse ausgebildeten Kurbelgehäuses durch optimierte Festigkeits- und Bruchdehnungseigenschaften zu erweitern. Das Kurbelgehäuse zeichnet sich aufgrund seiner Herstellung durch eine besonders geringe Porosität insbesondere auch in dicken Wandungsbereichen, das heißt im ersten Wandungsbereich aus. Das Kurbelgehäuse ist somit in weiten Grenzen örtlich und/oder am gesamten Bauteilvolumen wärmebehandelbar. Beispielsweise durch Lösungsglühen mit nachgeschalteter Warmauslagerung können für das Kurbelgehäuse sehr hohe Festigkeits- und Bruchdehnungswerte und somit ein hoher Q-Wert erzielt werden.

Fig. 2 zeigt auf ihrer bezogen auf ihre Bildebene rechten Seite ausschnittsweise in einer schematischen und perspektivischen Vorderansicht das zuvor genannte, in Fig. 2 im Ganzen mit 10 bezeichnete Kurbelgehäuse gemäß einer ersten Ausführungsform. Auf der linken Seite von Fig. 2 ist eine Bauvariante des Kurbelgehäuses 10 gezeigt, welche beispielsweise einem herkömmlichen Kurbelgehäuse entspricht, das durch konventionellen Druckguss hergestellt ist. In Fig. 2 sind unterschiedliche Querschnitte des Kurbelgehäuses 10 mit A1, A2, A3, A4 und A5 bezeichnet, welche in jeweiligen Schnittebenen angeordnet sind und auch als Querschnittsbereiche bezeichnet werden. Die Querschnitte A1 und A2 sind dabei im Bereich benachbart zum Lagerstuhl 12 des Kurbelgehäuses 10 angeordnet, wobei an dem Lagerstuhl 12 die zuvor genannte Abtriebswelle drehbar gelagert werden kann. Insbesondere sind die Querschnitte A1 und A2 im Bereich einer so genannten, seitlichen Schürze 14 des Kurbelgehäuses 10 angeordnet. Durch die Schürze 14 ist beispielsweise in Querrichtung des Kurbelgehäuses 10 ein Kurbelraum des Kurbelgehäuses 10 zumindest teilweise begrenzt, wobei die Kurbelwelle zumindest teilweise in dem Kurbelraum aufnehmbar ist. Bei der ersten Ausführungsform ist das Kurbelgehäuse 10 in so genanntem Long-Skirt-Design ausgebildet, da die seitliche Schürze 14 eine besonders große, insbesondere in

Hochrichtung des Kurbelgehäuses 10 verlaufende Länge aufweist und den eigentlichen Lagerstuhl 12 in Hochrichtung nach unten hin deutlich überragt.

Mit A3 ist der Querschnitt im Bereich einer Auflagefläche des Kurbelgehäuses 10 bezeichnet, wobei an dieser Auflagefläche wenigstens ein separat von dem Kurbelgehäuse 10 ausgebildeter Lagerdeckel an dem Kurbelgehäuse 10, insbesondere am Lagerstuhl 12, abstützbar ist. Der Lagerstuhl 12 und der genannte Lagerdeckel bilden beziehungsweise begrenzen jeweils teilweise, insbesondere jeweils zur Hälfte, eine auch als Lagerbohrung bezeichnete Lageraufnahme, in welcher zumindest ein Längenbereich der Kurbelwelle aufnehmbar ist. Im am Lagerstuhl 12 montierten und somit an der Auflagefläche abgestützten Zustand begrenzen der Lagerdeckel und der Lagerstuhl 12 gemeinsam die jeweilige Lagerbohrung in deren Umfangsrichtung vollständig umlaufend.

Ferner weist das Kurbelgehäuse 10 beispielsweise wenigstens einen in Fig. 2 besonders schematisch dargestellten Zylinder 16 auf, welcher ein Brennraum der Hubkolbenmaschine ist. Während eines befeuerten Betriebs der Hubkolbenmaschine laufen in dem Zylinder 16 Verbrennungsvorgänge ab. Somit ist das Kurbelgehäuse 10 beispielsweise als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildet. Insbesondere weist das Kurbelgehäuse 10 beispielsweise eine Mehrzahl von in Längsrichtung des Kurbelgehäuses 10 aufeinanderfolgenden Zylindern auf, zwischen welchen ein jeweiliger, so genannter Zylindersteg angeordnet ist. Dabei bezeichnet beispielsweise A5 den Querschnitt im Bereich des Zylinderstegs und insbesondere in der Mitte des jeweiligen Zylinders.

Während beispielsweise bei dem durch herkömmlichen beziehungsweise konventionellen Druckguss hergestellten Kurbelgehäuse enorme Querschnittssprünge sowie ein Wanddickensprung von dem Lagerstuhl 12 zu dem Zylinder 16, insbesondere von dem Querschnitt A3 über den Querschnitt A4 hin zu dem Querschnitt A5, vorgesehen sind, ist bei dem Kurbelgehäuse 10 gemäß der ersten Ausführungsform, welches durch laminaren Druckguss hergestellt ist, eine Konturanpassung für homogenere Querschnittsübergänge von dem Anguss zu dem Lagerstuhl 12 und von dem Lagerstuhl 12 zu dem Zylindersteg vorgesehen. Mit anderen Worten ist ein besonders homogener Übergang der Wanddicke beziehungsweise der jeweiligen Querschnitte von dem Lagerstuhl 12 zu dem Zylinder 16 vorgesehen.

Bei dem durch konventionellen Druckguss hergestellten Kurbelgehäuse gilt beispielsweise:

$A1 < A3$ und/oder $A1 < A4$

Demgegenüber gelten beispielsweise bei dem laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 gemäß der ersten Ausführungsform sowie im Vergleich zwischen laminar druckgegossenem Kurbelgehäuse 10 und dem konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse gemäß der ersten Ausführungsform folgende Beziehungen

beim laminaren Druckguss: $A1 \geq A2 \geq A3$, insbesondere $A1 > A2 > A3$ und/oder $A1$ beim konventionellen Druckguss $< A1$ beim laminaren Druckguss und/oder $A4$ beim konventionellen Druckguss $< A4$ beim laminaren Druckguss

Die Querschnitte A1 bis A5 beziehungsweise die Schnittebenen sind in Fig. 3a bis 4e verdeutlicht. Fig. 3a-e zeigen jeweilige Querschnittsansichten eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses entlang der jeweiligen, voneinander beabstandeten Schnittebenen, welche beispielsweise jeweils durch die Längsrichtung und durch die Querrichtung des Kurbelgehäuses aufgespannt werden. Fig. 4a-e zeigen jeweilige Querschnittsansichten eines laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses 10 entlang der jeweiliger, voneinander beabstandeten Schnittebenen, welche beispielsweise jeweils durch die Längsrichtung und durch die Querrichtung des Kurbelgehäuses 10 aufgespannt werden.

Im direkten Quervergleich der einzelnen Schnittebenen ist schematisch folgendes erkennbar:

- in der Schnittebene A5 weist das laminar druckgegossene Kurbelgehäuse 10 (Fig. 4a) deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse (Fig. 3a) auf
- in der Schnittebene A4 weist das laminar druckgegossene Kurbelgehäuse 10 (Fig. 4b) deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse (Fig. 3b) auf
- in der Schnittebene A3 weist das laminar druckgegossene Kurbelgehäuse 10 (Fig. 4c) deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse (Fig. 3c) auf
- in der Schnittebene A1 weist das laminar druckgegossene Kurbelgehäuse 10 (Fig. 4d) deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse (Fig. 3d) auf.

Diese zuvor in Fig. 3a bis 4e schematisch dargestellten Unterschiedeigenschaften können sowohl einzeln als auch insbesondere in Kombination auftreten.

Die zuvor benannten geometrischen Eigenschaftsmerkmale, worin sich das konventionell druckgegossene Kurbelgehäuse von dem erfindungsgemäßen laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 unterscheidet, beschreibt vorrangig Geometriemerkmale die auf der Außenseite des jeweiligen Gehäuses erkennbar sind. In einer weiteren Ausführungsform zeigt auch der Innenraum des Kurbelgehäuses 10 zusätzlich oder alternativ geometrische Unterschiedeigenschaften. Dieser Sachverhalt ist in Fig. 3e und 4e vergleichend dargestellt. Fig. 3e zeigt schematisch die Schnittebene A3 eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses. Fig. 4e zeigt schematisch die Schnittebene A3 des Kurbelraumes eines laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses 10. Es ist deutlich erkennbar, dass beim laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 örtliche Materialaufdickungen im Bauteilinneren vorliegen, wie mit Pfeilen gekennzeichnet. Die Aufdickungen gemäß Fig. 4e sowie die Aufdickungen gemäß Fig. 4c beim laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 können sowohl in Kombination als auch einzeln auftreten.

In einer weiteren Ausführungsform des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses 10 zeigt dieses Kurbelgehäuse 10 im Zylinderbereich unterhalb des Wassermantelbereichs deutliche Aufdickungen. Dies soll anhand von Fig. 5 und Fig. 6 in vergleichender Gegenüberstellung dargelegt werden. Fig. 5 stellt schematisch die Wanddickenverhältnisse eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses im Zylinderbereich unterhalb des Wassermantelbereiches dar. So ist beispielsweise erkennbar, dass die Kontur der äußeren Wandung im Wesentlichen der Innenkontur der Bohrung des Zylinders folgt. Im Vergleich dazu zeigt Fig. 6 schematisch, dass bei einem laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 im Zylinderbereich unterhalb des Wassermantelbereiches insgesamt deutliche Materialverdickungen vorliegen. Hier ist beispielsweise erkennbar, dass die Kontur der äußeren Wandung der Innenkontur der Bohrung des Zylinders 16 nicht folgt.

In einer weiteren Ausführungsform des laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses 10 kann sich zusätzlich die Rippenausgestaltung von derjenigen eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses unterscheiden. Dies ist in Fig. 7 und 8 dargestellt. Fig. 7 zeigt den Außenbereich eines konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuses mit dafür typischer Verrippungsstruktur. Fig. 8 zeigt den Außenbereich eines laminar druckgegossenen Kurbelgehäuses 10 mit dafür typischer Verrippungsstruktur. Dabei ist

bezüglich der Rippen eine jeweilige Wanddicke mit D und ein jeweiliger Radius mit R bezeichnet. Insbesondere ist es im Vergleich zu herkömmlichen Kurbelgehäusen möglich, die Anzahl an Versteifungsrippen zum Versteifen des Kurbelgehäuses 10 zu reduzieren und/oder derartige Versteifungsrippen kürzer und/oder wesentlich dicker, das heißt mit wesentlich größeren Wanddicken, auszuführen, wobei die Versteifungsrippen beispielsweise wesentlich größere Radien aufweisen.

Diese zuvor in den Fig. 3a bis 8 schematisch dargestellten geometrischen Unterschiedsmerkmale zwischen einem konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse und einem laminar druckgegossenen Kurbelgehäuse 10 können sowohl einzeln als auch in Kombination auftreten.

Patentansprüche

1. Kurbelgehäuse (10) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eines Kraftwagens, mit wenigstens einem ersten Wandungsbereich, welcher eine größere Wanddicke als wenigstens ein sich an den ersten Wandungsbereich anschließender zweiter Wandungsbereich des Kurbelgehäuses (10) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) aus einer Aluminiumlegierung und durch zumindest überwiegend laminaren Druckguss hergestellt sowie:
 - vollständig wärmebehandelt ist; oder
 - vollständig und zusätzlich lokal wärmebehandelt ist; oder
 - nur lokal wärmebehandelt ist.
2. Kurbelgehäuse (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wanddicke des ersten Wandungsbereichs mindestens 15 Millimeter ist.
3. Kurbelgehäuse (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten Wandungsbereich um einen Lagerstuhlbereich des Kurbelgehäuses (10) handelt.
4. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) aus einem Werkstoff auf Basis zumindest einer der folgenden Aluminiumlegierungen gebildet ist: AlSi8Cu3, AlSi9Cu3, AlSi7Mg, AlSi10Mg, AlSi12Cu oder AlSi17Cu4Mg.

5. Kurbelgehäuse (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung zusätzlich mit einem oder mehreren der folgenden Legierungselemente modifiziert ist: Eisen, Magnesium, Mangan, Kupfer, Zirkonium, Zink, Titan, Molybdän, Natrium, Strontium und Phosphor.
6. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) durch ein Lösungsglühen und/oder eine Warmauslagerung wärmebehandelt ist.
7. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) vollständig oder lediglich in einem oder mehreren lokal begrenzten Bereichen wärmebehandelt ist.
8. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimeter dicken, kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 250, insbesondere von im Mittel mindestens 280 und ganz insbesondere im Mittel von mindestens 300 charakterisiert sind, wobei sich der Q-Wert aus folgender Formel ergibt: $Q\text{-Wert} = R_m + 150 \cdot \lg(A_5)$, wobei R_m die Zugfestigkeit und $\lg(A_5)$ den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 bezeichnet.
9. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimeter dicken, lösungsgeglühten und kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 300, insbesondere von im Mittel mindestens 350 und

ganz insbesondere im Mittel von mindestens 400 charakterisiert sind, wobei sich der Q-Wert aus folgender Formel ergibt: $Q\text{-Wert} = R_m + 150 \cdot \lg(A_5)$, wobei R_m die Zugfestigkeit und $\lg(A_5)$ den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 bezeichnet.

10. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Kurbelgehäuse (10), das aus einer Primäraluminiumlegierung hergestellt ist, zumindest an aus dem Zentrum des ersten, mindestens 15 Millimeter dicken, lösungsgeglühten und kalt- und/oder warmausgelagerten Wandungsbereichs entnommenen Zugproben im Zugversuch bei Raumtemperatur ermittelte Festigkeits- und Bruchdehnungswerte aufweist, welche durch einen Q-Wert von im Mittel mindestens 380 und insbesondere von im Mittel mindestens 420 charakterisiert sind, wobei sich der Q-Wert aus folgender Formel ergibt: $Q\text{-Wert} = R_m + 150 \cdot \lg(A_5)$, wobei R_m die Zugfestigkeit und $\lg(A_5)$ den dekadischen Logarithmus der Bruchdehnung A_5 bezeichnet.
11. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Kurbelgehäuse (10) wenigstens drei in Hochrichtung des Kurbelgehäuses (10) aufeinanderfolgende Querschnittsbereiche A1, A2 und A3 aufweist, wobei gilt: $A1 \geq A2 \geq A3$, insbesondere $A1 > A2 > A3$; und/oder
A1 durch konventionellen Druckguss gefertigt < A1 durch laminaren Druckguss gefertigt; und/oder
A4 durch konventionellen Druckguss gefertigt < A4 durch laminaren Druckguss gefertigt.
12. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Kurbelgehäuse (10) in einem Querschnittsbereich A5 deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse aufweist.
13. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Kurbelgehäuse (10) in einem Querschnittsbereich A4 deutliche

Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse aufweist.

14. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) in einem Querschnittsbereich A3 deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse aufweist.
15. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) in einem Querschnittsbereich A1 deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäuse aufweist.
16. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) in seinem Innenraum benachbart zu seinem Lagerstuhlbereich deutliche Materialaufdickungen im Vergleich zum konventionell druckgegossenen Kurbelgehäusen aufweist
17. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Zylinderbereich unterhalb eines Wassermantelbereiches des Kurbelgehäuses (10) eine Kontur einer äußeren Wandung im Wesentlichen nicht einer Innenkontur der Bohrung des Zylinders (16) folgt.
18. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurbelgehäuse (10) auf seiner Außenseite weniger und/oder kürzere und/oder dickere Versteifungsrippen aufweist als ein konventionell druckgegossenes Kurbelgehäuse.
19. Kurbelgehäuse (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kurbelgehäuse (10) Versteifungsrippen aufweist, deren Wanddicken D größer als acht Millimeter ist.

1/5

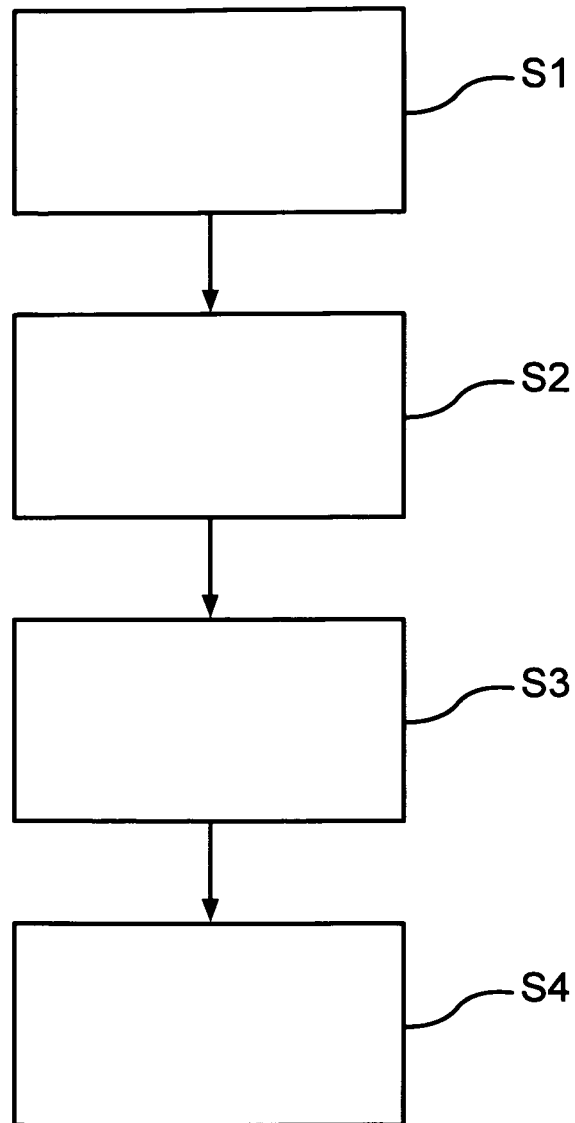


Fig.1

2/5

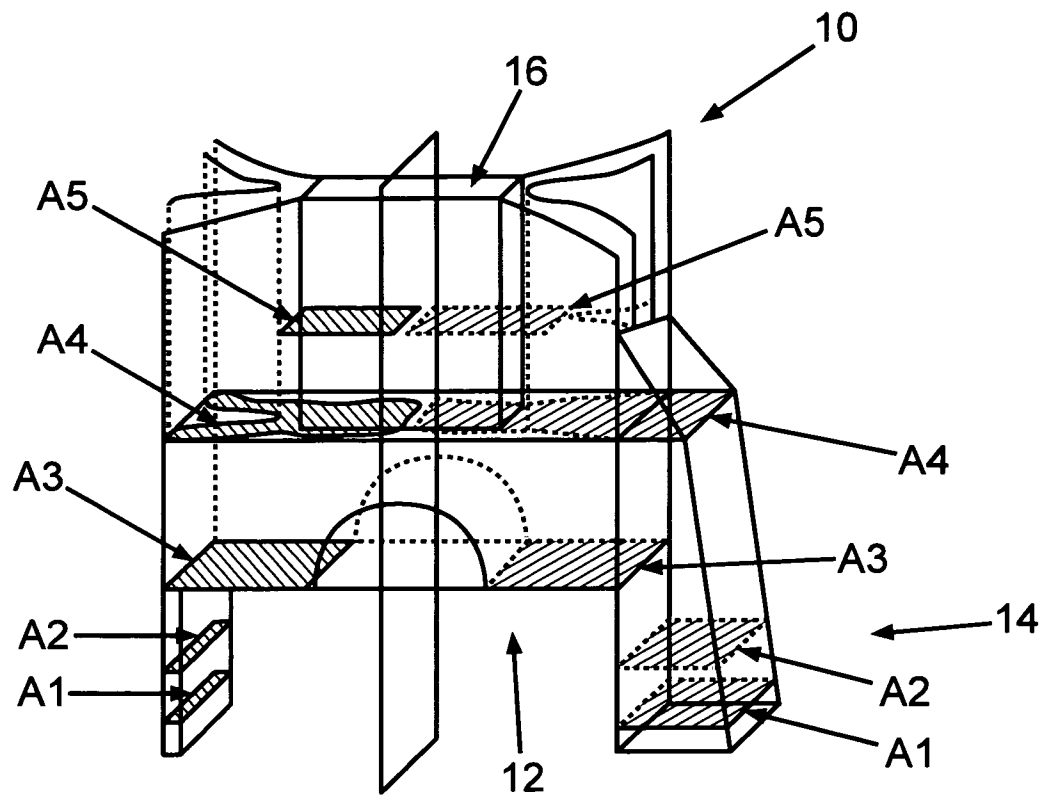


Fig.2

3/5

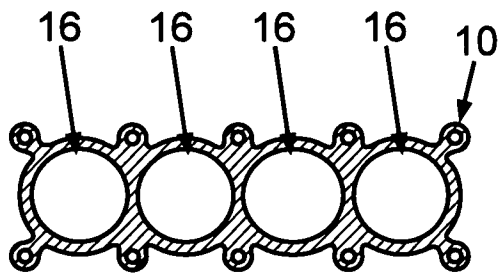


Fig. 3a

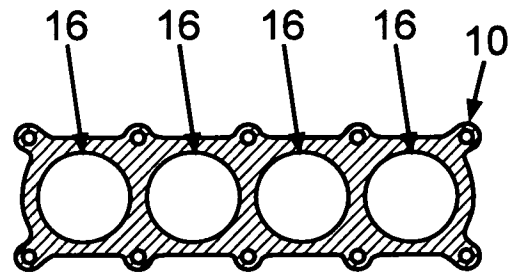


Fig. 4a

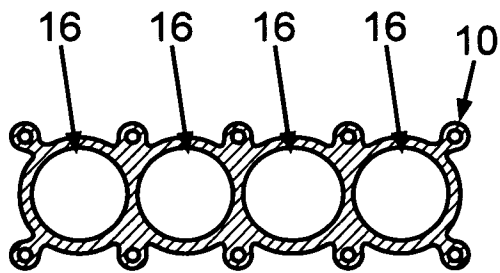


Fig. 3b

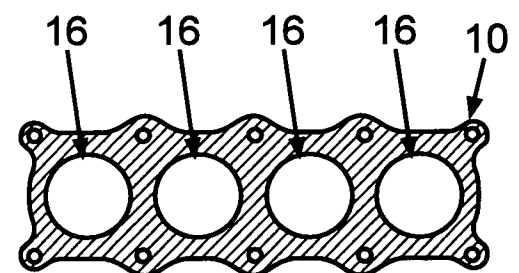


Fig. 4b

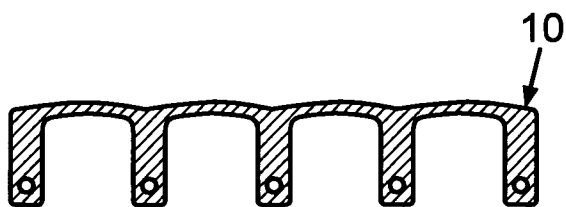


Fig. 3c

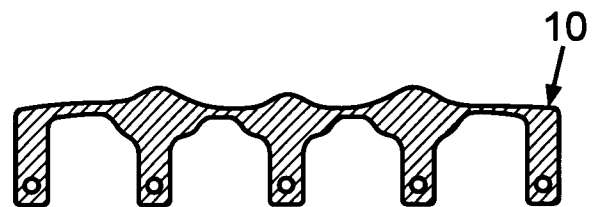


Fig. 4c

4/5



Fig.3d

Fig.4d

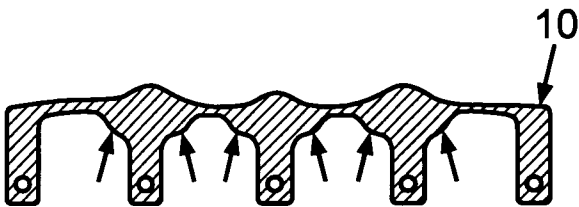
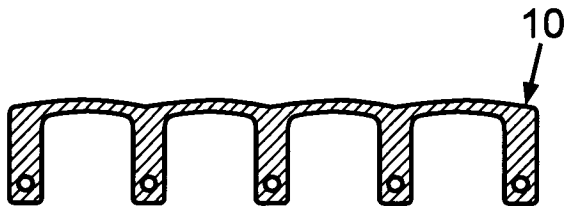


Fig.3e

Fig.4e

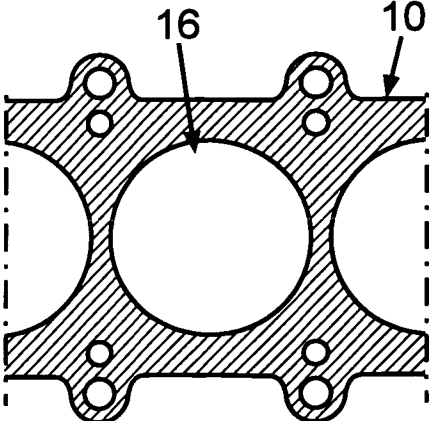
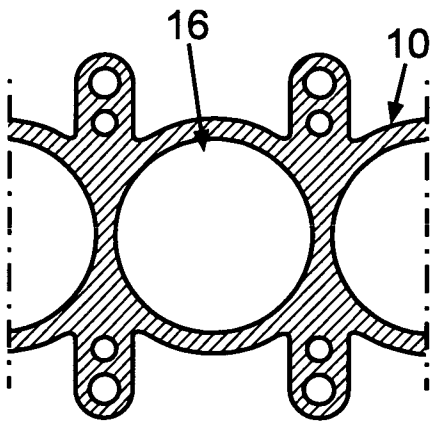


Fig.5

Fig.6

5/5

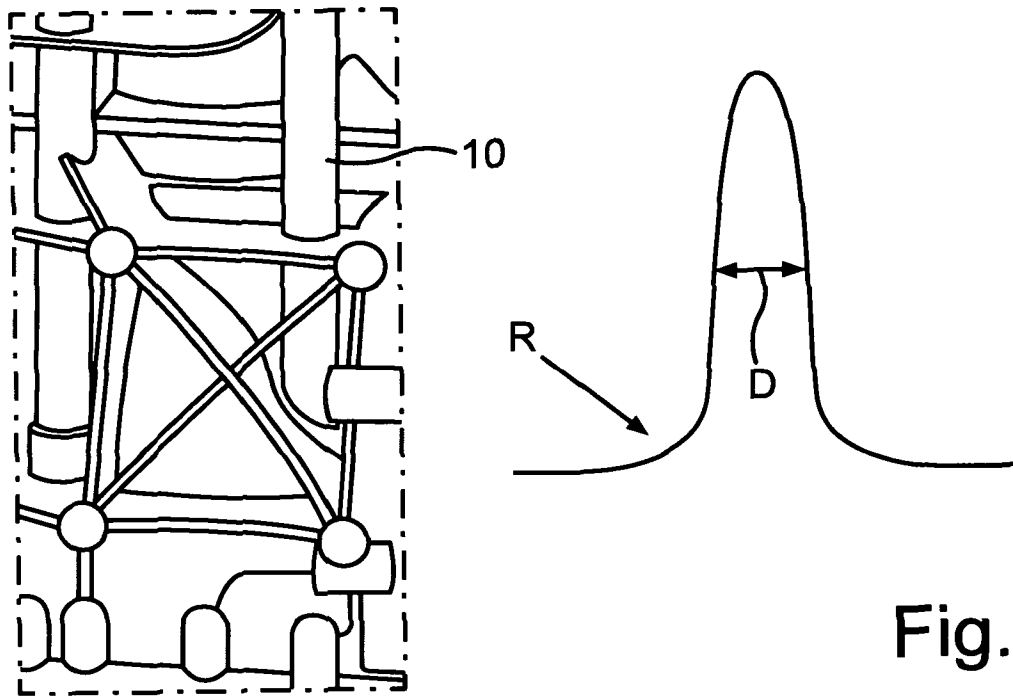


Fig.7

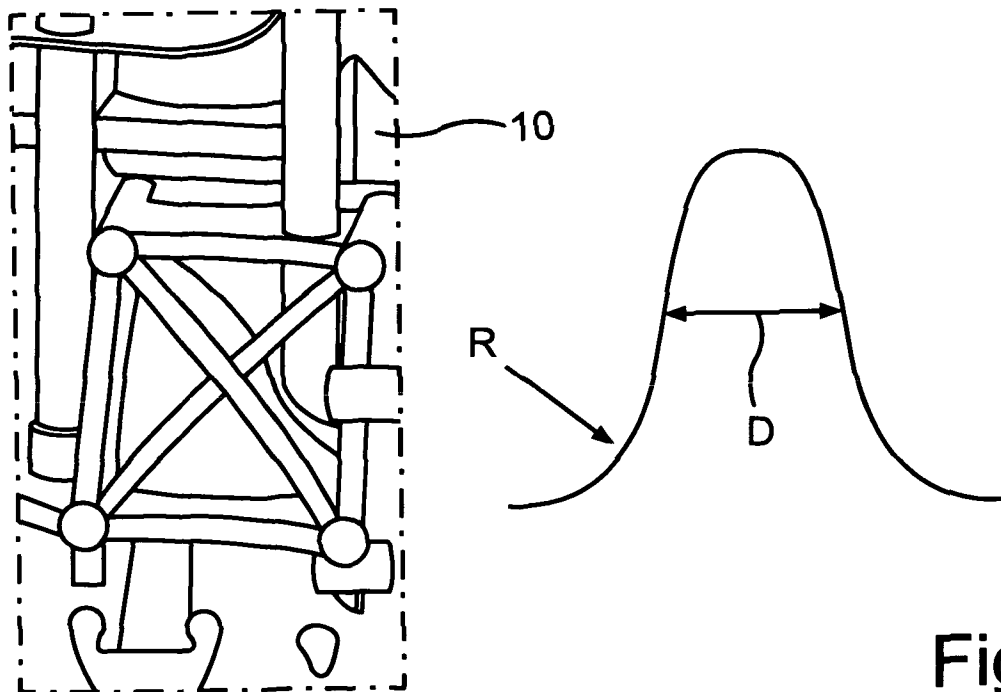


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/002124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02F7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02F B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 100 26 216 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 1 March 2001 (2001-03-01) abstract figures	1-19
Y	----- EP 1 170 496 A1 (RYOBI LTD [JP]; ASAHI ORGANIC CHEM IND [JP]) 9 January 2002 (2002-01-09) abstract paragraph [0003]	1-19
A	----- EP 0 554 575 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 11 August 1993 (1993-08-11) abstract figures ----- -/-	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2017

Date of mailing of the international search report

03/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Matray, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/002124

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2005 051590 A1 (MITSUBISHI MOTORS CORP [JP]) 4 May 2006 (2006-05-04) abstract figures -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/002124

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10026216	A1	01-03-2001	AT 3760 U1 25-07-2000
		DE 10026216 A1	01-03-2001
EP 1170496	A1	09-01-2002	EP 1170496 A1 09-01-2002
		JP 2000199452 A	18-07-2000
		US 6418889 B1	16-07-2002
EP 0554575	A1	11-08-1993	CA 2087622 A1 07-07-1993
		DE 69218395 D1	24-04-1997
		DE 69228954 D1	20-05-1999
		DE 69228954 T2	12-08-1999
		EP 0554575 A1	11-08-1993
		EP 0751289 A1	02-01-1997
		US 5357921 A	25-10-1994
		US 5462108 A	31-10-1995
DE 102005051590	A1	04-05-2006	CN 1766352 A 03-05-2006
		DE 102005051590	A1 04-05-2006
		JP 4196931 B2	17-12-2008
		JP 2006125291 A	18-05-2006
		US 2006090724 A1	04-05-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02F7/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02F B22D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 100 26 216 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 1. März 2001 (2001-03-01) Zusammenfassung Abbildungen	1-19
Y	----- EP 1 170 496 A1 (RYOBI LTD [JP]; ASAHI ORGANIC CHEM IND [JP]) 9. Januar 2002 (2002-01-09) Zusammenfassung Absatz [0003]	1-19
A	----- EP 0 554 575 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 11. August 1993 (1993-08-11) Zusammenfassung Abbildungen	1-19
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. April 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/05/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Matray, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2005 051590 A1 (MITSUBISHI MOTORS CORP [JP]) 4. Mai 2006 (2006-05-04) Zusammenfassung Abbildungen -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/002124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10026216 A1	01-03-2001	AT 3760 U1	25-07-2000
		DE 10026216 A1	01-03-2001
EP 1170496 A1	09-01-2002	EP 1170496 A1	09-01-2002
		JP 2000199452 A	18-07-2000
		US 6418889 B1	16-07-2002
EP 0554575 A1	11-08-1993	CA 2087622 A1	07-07-1993
		DE 69218395 D1	24-04-1997
		DE 69228954 D1	20-05-1999
		DE 69228954 T2	12-08-1999
		EP 0554575 A1	11-08-1993
		EP 0751289 A1	02-01-1997
		US 5357921 A	25-10-1994
		US 5462108 A	31-10-1995
DE 102005051590 A1	04-05-2006	CN 1766352 A	03-05-2006
		DE 102005051590 A1	04-05-2006
		JP 4196931 B2	17-12-2008
		JP 2006125291 A	18-05-2006
		US 2006090724 A1	04-05-2006