

(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
18. Juni 2020 (18.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/120732 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 37/00 (2006.01) *B22F 3/10* (2006.01)
B22F 1/02 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B22F 3/00 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/085062

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2019 (13.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102018000011075 13. Dezember 2018 (13.12.2018) IT

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **MASTAI, Angela**; Via Saverio Lioce 77, 70124
Bari (IT).

(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, JO, 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,
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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AT LEAST ONE COMPONENT OF A PUMP ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON MINDESTENS EINEM BAUTEIL EINES PUMPENAGGREGATES

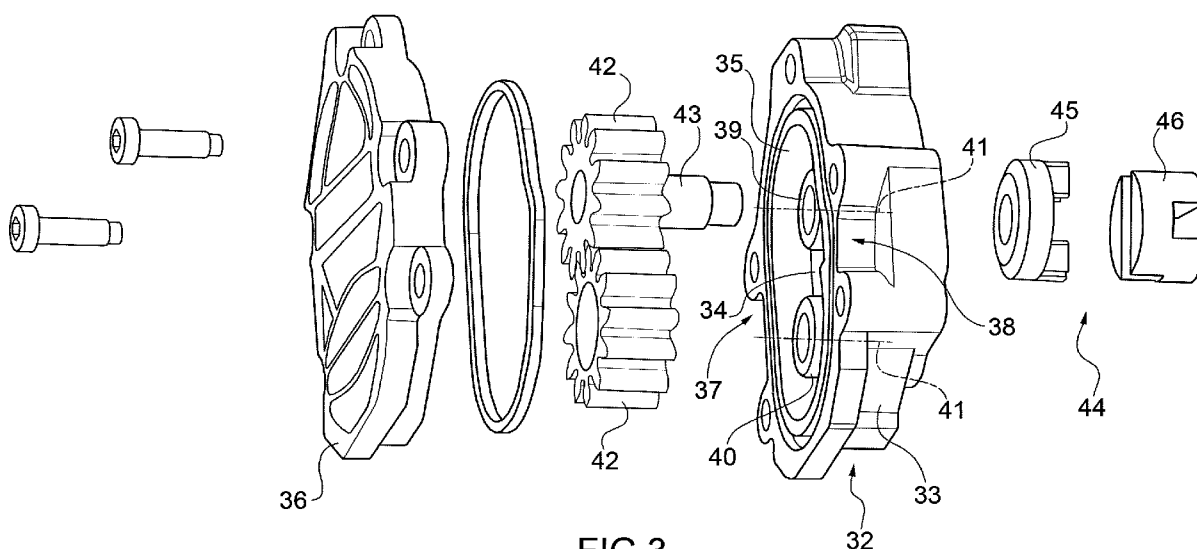


FIG.3

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing at least one component of a pump assembly, wherein the method comprises: a pressure phase, during which a 3D printer produces an intermediate product, which substantially has the shape of the component at an enlarged scale, wherein a metal powder coated with a plastic binding agent is used; and a sintering phase, during which the intermediate product is subjected to sintering, such that the component is obtained, wherein the component has a surprisingly high density.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Erzeugung von mindestens einem Bauteil eines Pumpenaggregates, wobei die Verfahren umfasst: eine Druckphase, während der ein 3D-Drucker ein Zwischenprodukt erzeugt, das im Wesentlichen die Form des Bauteils in vergrößertem Maßstab aufweist, wobei ein mit einem Kunststoffbindemittel beschichtetes Metallpulver verwendet wird; und eine Sinterphase, während der das Zwischenprodukt einer Sinterung unterzogen wird, sodass das Bauteilerhalten wird, wobei das Bauteil eine überraschend hohe Dichte aufweist.



WO 2020/120732 A1

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)

5 Beschreibung

Titel

VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON MINDESTENS EINEM BAUTEIL EINES
PUMPENAGGREGATES

10

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verfahren zur Erzeugung von einem oder mehreren Bauteilen eines Pumpenaggregates.

15

Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Pumpenaggregat für die Zufuhr von Kraftstoff, vorzugsweise Diesel, und einen Bauteil dieses Pumpenaggregates.

20

Im Besonderen betrifft die vorliegende Erfindung ein Pumpenaggregat, das eine Hochdruckpumpe umfasst, im vorliegenden Fall eine Kolbenpumpe, um Kraftstoff einem Verbrennungsmotor zuzuführen; und eine Zahnradpumpe, um den Kraftstoff von einem Tank der Kolbenpumpe zuzuführen.

25

Die Zahnradpumpe weist einen Pumpenkörper auf, der einen Tassenkörper umfasst, der von einer im Wesentlichen ebenen Bodenwand begrenzt ist und außerdem von einer geformten Seitenwand begrenzt ist und von einem Deckel verschlossen ist, der in Kontakt mit der Seitenwand parallel zur Bodenwand angebracht wird.

30

Der Pumpenkörper ist außerdem mit zwei Lagerzapfen versehen, die von der Bodenwand des Tassenkörpers zum Deckel ragen und jeweilige zueinander parallele und zur Bodenwand senkrechte Längsachsen aufweisen.

- 2 -

Der Pumpenkörper weist schließlich einen Eingang für den Kraftstoff in die Zahnradpumpe und einen Ausgang für den Kraftstoff aus der Zahnradpumpe auf und nimmt in seinem Inneren zwei Zahnräder auf, die miteinander verbunden und drehbar auf den Lagerzapfen aufgezogen sind.

5

Eines der Zahnräder ist winkelfest mit einer Getriebewelle verbunden, die sich durch die Bodenwand des Pumpenkörpers erstreckt und axial aus dem jeweiligen Lagerzapfen ragt.

10

Die Getriebewelle der Zahnradpumpe ist winkelfest mit einer Antriebswelle der Kolbenpumpe durch eine Verbindungsvorrichtung verbunden, die ein erstes Verbindungselement umfasst, das winkelfest mit der Getriebewelle verbunden ist, und ein zweites Verbindungselement, das winkelfest mit der Antriebswelle und dem ersten Verbindungselement verbunden ist.

15

Im Allgemeinen sind der Tassenkörper und der Deckel des Pumpenkörpers aus einer druckgegossenen Aluminiumlegierung gefertigt und werden anschließend Bearbeitungen zur Spanabnahme in Werkzeugmaschinen unterzogen; die Zahnräder und die Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung sind aus Sinterstahl gefertigt; und die Getriebewelle ist aus kaltgewalztem Stahl gefertigt und wird anschließend Bearbeitungen zur Spanabnahme in Werkzeugmaschinen unterzogen.

20

Die bekannten Pumpenaggregate der oben beschriebenen Art weisen einige Nachteile auf, die hauptsächlich von der Tatsache herrühren, dass das Druckgussverfahren für den Tassenkörper und den Deckel des Pumpenkörpers, das Sinterverfahren für die Zahnräder und die Verbindungselemente, das Kaltwalzverfahren für die Getriebewelle und die erwähnten Bearbeitungen zur Spanabnahme in Werkzeugmaschinen relativ hohe Kosten für die Erzeugung des Pumpenaggregates mit sich bringen.

25

30

Außerdem weisen die Materialien des Tassenkörpers und des Deckels des Pumpenkörpers, der Zahnräder und der Verbindungselemente der Verbindungsvorrichtung eine relativ hohe Porosität auf, die einerseits die korrekte

fluiddichte Verbindung zwischen dem Tassenkörper und dem Deckel beeinträchtigen und andererseits die Ermüdungsfestigkeit reduzieren und daher das Bruchrisiko der Zahnräder und der Verbindungselemente erhöhen kann.

5 Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Erzeugung von einem oder mehreren Bauteilen eines Pumpenaggregates zu bieten, wobei diese Verfahren erlauben soll, die Nachteile des Stands der Technik zumindest teilweise zu überwinden, und gleichzeitig einfach und wirtschaftlich zu implementieren sein soll.

10 Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Pumpenaggregat zu realisieren, um Kraftstoff, vorzugsweise Diesel, zuzuführen, und einen Bauteil des Pumpenaggregates, die erlauben sollen, die Nachteile des Stands der Technik zumindest teilweise zu überwinden, und gleichzeitig einfach und wirtschaftlich zu implementieren sein sollen.

15 Gemäß der vorliegenden Erfindung werden ein Pumpenaggregat, ein Bauteil und eine Verfahren realisiert, wie in den nachfolgenden unabhängigen Ansprüchen und, vorzugsweise, in einem beliebigen der direkt oder indirekt von den unabhängigen Ansprüchen abhängigen Ansprüche beansprucht.

20 Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die angehängten Zeichnungen beschrieben, die davon ein nicht beschränkendes Ausführungsbeispiel darstellen, wobei:

25 Figur 1 eine erste schematische Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Pumpenaggregates gemäß der vorliegenden Erfindung ist, wobei Teile zwecks Klarheit entfernt wurden;

30 Figur 2 eine zweite schematische Querschnittsansicht des Pumpenaggregates von Figur 1 mit der Klarheit halber entfernten Teilen ist;

Figur 3 eine perspektivische Explosionsansicht eines Details des Pumpenaggregates von Figur 1 und 2 ist;

Unter Bezugnahme auf Figur 1 und 2 wird mit 1 in seiner Gesamtheit ein Pumpenaggregat für die Zufuhr von Kraftstoff, vorzugsweise Diesel, von einem (nicht dargestellten) Tank zu einem (nicht dargestellten) Verbrennungsmotor angegeben, im vorliegenden Fall einem Diesel-Verbrennungsmotor.

Das Pumpenaggregat 1 umfasst eine Hochdruckpumpe 2 für die Zufuhr des Kraftstoffes zum (nicht dargestellten) Verbrennungsmotor und eine Niederdruckpumpe 3 oder Vorzuphrpumpe, um den Kraftstoff vom (nicht dargestellten) Tank der Pumpe 2 zuzuführen.

Die Hochdruckpumpe 2 ist eine Kolbenpumpe, die mit einem Pumpenkörper 4 versehen ist, der ein Gehäuse 5 umfasst, das ein mittiges Loch 6 aufweist, das eine Längsachse 7 hat, und außerdem mindestens ein seitliches Loch 8 (normalerweise mehrere gleichmäßig um die Achse 7 verteilte Löcher 8) aufweist, das eine quer zur Achse 7 verlaufende Längsachse 9 hat und sich radial zum Äußeren des Gehäuses 5 ab dem Loch 6 erstreckt.

Jedes Loch 8 ist von einem Kopfteil 10 verschlossen, der in Kontakt mit dem Gehäuse 5 angeordnet ist, und einen Fortsatz 11 aufweist, der in das Innere des Loches 8 koaxial zur Achse 9 ragt.

Der Kopfteil 10 weist ein mittiges Loch 12 auf, das durch den Kopfteil 10 koaxial zur Achse 9 geschaffen ist, und umfasst einen verbreiterten Teil 13 und einen engen Teil 14, die zueinander entlang der Achse 9 ausgerichtet sind.

Der Teil 14 ist zum Loch 6 gewandt und definiert einen Zylinder 15 der Pumpe 2, in den ein beweglicher Kolben 16 unter dem Schub einer Betätigungsvorrichtung 17 mit einer geradlinigen Hin- und Herbewegung gleitend greift, die einen Hub zur Ansaugung des Kraftstoffes in den Zylinder 15 und einen Hub zur Kompression des im Inneren des Zylinders 15 enthaltenen Kraftstoffes umfasst.

Die Vorrichtung 17 umfasst eine röhrenförmige Muffe 18, die gleitend in das Innere des Loches 8 koaxial zur Achse 9 greift, sich um den Zylinder 15 erstreckt

- 5 -

und einen ringförmigen inneren Flansch 19 aufweist, der radial von einer Innenfläche der Muffe 18 ragt und die Muffe 18 in zwei zylindrische Teile 20, 21 teilt, von denen der Teil 20 dem Loch 6 zugewandt ist.

- 5 Die Vorrichtung 17 weist außerdem einen Stößel 22 auf, der einen Verbindungsblock 23 mit im Wesentlichen zylindrischer Form umfasst, der durch Übermaßpassung im Inneren des Teils 20 blockiert ist, im Kontakt mit dem Flansch 19 angeordnet ist und eine Stößelrolle 24 trägt.
- 10 Die Rolle 24 ragt aus dem Block 23 zum Loch 6 und ist drehbar mit dem Block 23 verbunden, um sich im Hinblick auf den Block um eine eigene Längsachse 25 zu drehen, die im Wesentlichen senkrecht zur Achse 9 ist.
- 15 Der Flansch 19 trägt einen ringförmigen Teller 26, der sich um den Kolben 16 erstreckt, in das Innere des Teils 21 der Muffe 18 coaxial zur Achse 9 eingefügt ist und einen umlaufenden äußeren Rand aufweist, der axial dem Flansch 19 zugewandt ist, und einen umlaufenden inneren Rand, der axial einem Kopf des Kolbens 16 zugewandt ist.
- 20 Die Vorrichtung 17 umfasst außerdem eine Druckfeder 27, die zwischen dem Fortsatz 11 und der Muffe 18 coaxial zur Achse 9 angebracht ist und zwischen den Kopfteil 10 und den Teller 26 geschoben ist, um den Teller 26 in Kontakt zum Flansch 19 und die Rolle 24 in Kontakt zu einem Nocken 28 zu verschieben und normalerweise zu halten, der auf einer Außenfläche eines Zwischenteils
- 25 einer Antriebswelle 29 geschaffen ist, die durch das Loch 6 angebracht ist, um sich im Hinblick auf das Gehäuse 5 um die Achse 7 zu drehen.
- 30 Die Zufuhr des Kraftstoffes in das Innere jedes Zylinders 15 wird selektiv von einem dazugehörigen Ansaugventil 30 bekannter Art kontrolliert, während die Zufuhr des Kraftstoffes von jedem Zylinder 15 zum (nicht dargestellten) Verbrennungsmotor selektiv von einem dazugehörigen Druckventil 31 bekannter Art kontrolliert wird.

- 6 -

Gemäß der Darstellung in Figur 3 ist die Niederdruckpumpe 3 oder Vorzufuhrpumpe eine Zahnradpumpe, die einen Pumpenkörper 32 umfasst, der am Pumpenkörper 4 befestigt ist und seinerseits einen Tassenkörper 33 umfasst, der von einer Bodenwand 34, die im Wesentlichen eben und senkrecht zur Achse 7 ist, und von einer geformten Seitenwand 35 begrenzt wird, die sich um die Achse 7 erstreckt.

Der Tassenkörper 33 wird von einem Deckel 36 verschlossen, der in Kontakt mit der Wand 35 parallel zur Wand 34 angebracht ist.

Der Pumpenkörper 32 weist einen Eingang 37 für den Kraftstoff in die Pumpe 3 und einen Ausgang 38 für den Kraftstoff aus der Pumpe 3 auf und ist außerdem mit zwei röhrenförmigen Lagerzapfen 39, 40 versehen, die von der Wand 34 ragen und jeweilige Längsachsen 41 aufweisen, die zueinander parallel und senkrecht zur Wand 34 sind.

Der Zapfen 39 weist eine geringere Länge als ein Abstand zwischen der Wand 34 und dem Deckel 36 auf, während der Zapfen 40 eine Länge aufweist, die im Wesentlichen gleich zu einem Abstand zwischen der Wand 34 und dem Deckel 36 ist.

Der Pumpenkörper 32 nimmt in seinem Inneren ein Paar zylindrische Zahnräder 42 auf, die miteinander verbunden und drehbar auf den Zapfen 39 beziehungsweise 40 aufgezogen sind, um sich um die jeweiligen Achsen 41 zu drehen.

Eines der Zahnräder 42 ist winkelfest mit einem freien Ende einer Getriebewelle 43 verbunden, die sich durch Wand 34 erstreckt und axial aus dem Zapfen 39 ragt.

Die Wellen 29 und 43 sind winkelfest zueinander durch eine Verbindungsvorrichtung 44 miteinander verbunden, die ein erstes Verbindungselement 45 umfasst, das winkelfest mit der Welle 43 verbunden ist,

- 7 -

und ein zweites Verbindungselement 46, das winkelfest mit der Welle 29 und dem Element 45 verbunden ist.

Im Besonderen ist der Deckel 36 den Zahnrädern 42 zugewandt.

5

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Verfahren zur Erzeugung von einem oder mehreren Bauteilen des Pumpenaggregates 1 geboten.

10

Die Verfahren umfasst: eine Druckphase, während der ein 3D-Drucker ein Zwischenprodukt erzeugt, das im Wesentlichen die Form des Bauteils in vergrößertem Maßstab aufweist, wobei ein mit einem Kunststoffbindemittel beschichtetes Metallpulver verwendet wird; und eine Sinterphase, während der das Zwischenprodukt einer Sinterung unterzogen wird, sodass das Bauteil erhalten wird.

15

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36, einem der Zahnräder 42, der Getriebewelle 43, dem ersten Verbindungselement 45 und dem zweiten Verbindungselement 46 (und einer Kombination davon). Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36 und einem der Zahnräder 42 (und einer Kombination davon). In einigen spezifischen Fällen wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36 (und einer Kombination davon).

20

25

Im Versuch wurde beobachtet, dass die Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung erlaubt, Bauteile des Pumpenaggregates 1 mit einer überraschend hohen Dichte und auf einfache und schnelle Weise zu erhalten. Im Besonderen weist/en der/die auf diese Weise erhaltene/n Bauteil/e eine Dichte von mindestens rund 95 % (insbesondere mindestens rund 97 %; speziell mindestens rund 99 %) auf.

30

Was den Tassenkörper 33 und den Deckel 36 betrifft, sei zu beachten, dass die erfindungsgemäße Verfahren erlaubt, das Risiko von Fluidlecks aus dem Inneren des Pumpenkörpers 32 spürbar zu reduzieren.

5 Was die Zahnräder 42 angeht, sei zu beachten, dass die erfindungsgemäße Verfahren erlaubt, das Bruchrisiko spürbar zu reduzieren und die Ermüdungsfestigkeit der Zahnräder zu steigern.

10 Was die Getriebewelle 43 betrifft, sei zu beachten, dass die erfindungsgemäße Verfahren auch erlaubt, die kostspieligen und komplexen Phasen des Drehens und Entfettens zu eliminieren.

15 Die Tatsache, dass das Zwischenprodukt dieselbe Form wie das Bauteil in vergrößertem Maßstab hat, bedeutet, dass das Zwischenprodukt größere Abmessungen im Vergleich zum Bauteil hat, aber dass die Maßverhältnisse zwischen den einzelnen Teilen des Zwischenprodukts im Wesentlichen gleich zu den Maßverhältnissen zwischen den entsprechenden Teilen des Bauteils sind.

20 Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen beträgt der vergrößerte Maßstab von rund 15 % (von rund 19 %) bis rund 25 % (bis rund 21 %) im Vergleich zur Abmessung des Bauteils.

25 Im Besonderen umfasst (besteht) das Metallpulver (aus) Teilchen, die mindestens ein Metall umfassen (im Besonderen daraus bestehen). Die Teilchen des Metallpulvers sind zumindest teilweise mit einem Kunststoffbindemittel beschichtet.

30 Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) ein(em) Element, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Eisen, Titan, Aluminium, Nickel, Chrom, Molybdän, Mangan, Kohlenstoff, Silizium, Schwefel, Kupfer (und einer Kombination davon). Genauer gesagt umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) ein(em) Element, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Eisen, Aluminium, Nickel,

Chrom, Molybdän, Mangan, Kohlenstoff, Silizium, Schwefel, Kupfer (und einer Kombination davon).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) ein(em) Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Stahl (im Besonderen aus rostfreiem Stahl), Aluminium, Silizium, Mangan, Nickel, Molybdän, Schwefel, Chrom, Kupfer (und einer Kombination davon).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) ein(em) Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Stahl (im Besonderen aus rostfreiem Stahl), Aluminium, Silizium, Nickel, Molybdän, Kupfer und einer Kombination davon.

Gemäß einigen nicht beschränkenden Varianten umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) rostfreiem Stahl, im Besonderen rostfreiem Stahl 303 und/oder rostfreiem Stahl 17-4.

Gemäß spezifischen Ausführungsformen umfasst das Material (ist im Besonderen aus) Aluminium und Silizium (und Kupfer). In diesen Fällen wird der erzeugte Bauteil im Besonderen unter dem Tassenkörper 33 und dem Deckel 36 ausgewählt.

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 82 (insbesondere von rund 85; speziell von rund 86) bis rund 91 (insbesondere bis rund 90; speziell bis rund 88) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Aluminium; von rund 8 (insbesondere von rund 11) bis rund 15 (insbesondere bis rund 13) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Silizium; von rund 0,1 (insbesondere von rund 0,5) bis rund 3 (im insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Kupfer.

Als Alternative oder zusätzlich umfasst das Material (besteht im Besonderen aus) (rostfreien/m) Stahl, Nickel, Kupfer und Molybdän. In diesen Fällen ist im

Besonderen das erzeugte Produkt (mindestens) eines der Zahnräder 42 (und/oder das Verbindungselement 45 und/oder das Verbindungselement 46).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 5 90 (insbesondere von rund 92; speziell von rund 93) bis rund 97 (insbesondere bis rund 96; speziell bis rund 95) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an (rostfreiem Stahl); von rund 1 (insbesondere von rund 3) bis rund 7 (insbesondere bis rund 5) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Nickel; von rund 0,1 (insbesondere von 10 rund 0,5) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Kupfer; und von rund 0,1 (insbesondere von rund 0,4) bis rund 1 (insbesondere bis rund 0,7) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Molybdän.

Als Alternative oder zusätzlich enthält das Material (besteht im Besonderen aus) 15 Stahl (Einsatzstahl – case-hardening steel), Mangan, Schwefel und Chrom. In diesen Fällen ist das erzeugte Produkt im Besonderen die Getriebewelle 43.

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 20 92 (insbesondere von rund 94; speziell von rund 96) bis rund 99 (insbesondere bis rund 98; speziell bis rund 97) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Stahl (im Besonderen Einsatzstahl); von rund 0,5 (insbesondere von rund 1) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Chrom; von 25 rund 0,5 (insbesondere von rund 1) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Schwefel.

Im Besonderen weist der Einsatzstahl einen Gehalt bis 0,20 (Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Stahls) an Kohlenstoff auf. Gemäß einigen 30 nicht beschränkenden Ausführungsformen weist der Einsatzstahl einen Gehalt von 0,13 (insbesondere von 0,15) bis 0,19 (insbesondere bis 0,17) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Stahls an Kohlenstoff auf.

Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen umfasst allgemeiner gesagt das Metallpulver (besteht im Besonderen aus) eine(r) Legierung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Aluminium und Silizium (und Kupfer); (rostfreien/m) Stahl, Nickel und Kupfer (und Molybdän); und Stahl (Einsatzstahl), Mangan, Schwefel und Chrom. Insbesondere umfasst das Metallpulver (besteht im Besonderen aus) eine(r) Legierung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Aluminium, Silizium und Kupfer; (rostfreien/m) Stahl, Nickel und Kupfer (und Molybdän). Das Metallpulver umfasst speziell (besteht im Besonderen aus) eine(r) Legierung aus: Aluminium, Silizium und Kupfer.

Es wurde überraschenderweise festgestellt, dass es bei Verwendung dieser Legierungen bei der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung auf jeden Fall möglich ist, einen Bauteil mit hoher Dichte zu erhalten (auch über 99 %). In diesem Zusammenhang sei bemerkt, dass diese Legierungen auch nicht metallische Elemente und/oder Elemente umfassen, für die das Verhalten (als sie der Verfahren unterzogen wurden) nicht vorhersehbar war.

Im Besonderen umfasst der Stahl (besteht im Besonderen aus) rostfreien/m Stahl, im Besonderen rostfreien/m Stahl 303 und/oder rostfreien/m Stahl 17-4.

Im Besonderen wird während der Formphase das mit Kunststoffbindemittel beschichtete Metallpulver stranggepresst, sodass das Zwischenprodukt geschaffen wird.

Genauer gesagt wird das Metallpulver im Inneren des Kunststoffbindemittels festgehalten. Noch genauer gesagt sind die Teilchen des Metallpulvers nach der Formphase durch das Kunststoffbindemittel miteinander verbunden.

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise wird während der Formphase das Zwischenprodukt erzeugt, indem aufeinanderfolgende Schichten des mit Kunststoffbindemittel beschichteten Metallpulvers geformt werden. Im Besonderen weist im Wesentlichen jede Schicht eine Dicke von rund 0,01 mm (insbesondere von rund 0,02 mm; speziell von rund 0,04 mm) bis rund 0,1 mm (insbesondere bis rund 0,08 mm; speziell bis rund 0,06 mm) auf.

Im Besonderen umfasst (ist) das Kunststoffbindemittel ein Polymer. Genauer gesagt wird das Kunststoffbindemittel derart ausgewählt, dass es die Teilchen des Metallpulvers miteinander verbinden und während der Sinterphase eliminiert werden kann. Noch genauer gesagt kann das Kunststoffbindemittel durch Strangpressen bearbeitet (und modelliert) werden.

Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen umfasst das Metallpulver (besteht aus) Teilchen, die Dimensionen (d. h. Durchmesser) aufweisen, die kleiner oder gleich 0,01 mm, insbesondere kleiner oder gleich 0,005 mm, speziell kleiner oder gleich 0,001 mm sind.

Die Abmessungen der Teilchen werden als Durchschnittsdurchmesser $D(v, 0.5)$ gemessen, gemessen mit einem Laser-Granulometer – im Besonderen unter Verwendung eines Laser-Granulometers Mastersizer Microplus Ver.2.19 (Malvern Instruments® Ltd).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst die Verfahren eine Reinigungsphase, die zumindest teilweise auf die Formphase folgt und zumindest teilweise vor der Sinterphase erfolgt und während der das Zwischenprodukt mit einer (Reinigungs-)Flüssigkeit gereinigt wird. Im Besonderen ist die Flüssigkeit ein im Wesentlichen (pH-)neutrales Reinigungsmittel. In einigen spezifischen Fällen ist die Flüssigkeit Novaclean N von Henkel®.

Im Besonderen umfasst die Verfahren eine Trocknungsphase, während der zumindest ein Teil der Flüssigkeit vom Zwischenprodukt entfernt wird.

Genauer gesagt wird gemäß einigen nicht beschränkenden Varianten das Produkt nach der Trocknungsphase mit einem Passivierungsprodukt (z. B. Previnox 7400 von Henkel®) behandelt.

- 13 -

Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen wird während der Sinterphase dem Zwischenprodukt Wärme zugeführt, sodass das Bauteil erhalten wird.

5 Im Besonderen wird auf diese Weise das Kunststoffbindemittel eliminiert (verbrannt), und das Metall schmilzt (genauer gesagt verschmelzen die Teilchen, die mindestens ein Metall umfassen, miteinander), sodass das Bauteil erhalten wird.

10 Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise, wird während der Sinterphase das Zwischenprodukt in eine Wärmekammer (Sinterofen) gelegt, in der eine Temperatur (zumindest während eines Teils der Sinterphase) von mindestens 700 °C (insbesondere mindestens 800 °C) herrscht.

15 Genauer gesagt, aber nicht notwendigerweise, beträgt während der Sinterphase die Temperatur in der Wärmekammer bis zu 1100 °C (insbesondere bis zu 1050 °C; speziell bis 1000 °C).

20 Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise wird während der Sinterphase (oder zumindest eines Teils davon) in der Wärmekammer ein Druck unter 0,5 Bar (insbesondere unter 0,2 Bar; speziell unter 0,1 bar) beibehalten. Genauer gesagt, wird während der Sinterphase (oder zumindest eines Teils davon) in der Wärmekammer ein Druck über 0,01 Bar (insbesondere über 0,05 bar) beibehalten.

25 Gemäß spezifischen und nicht beschränkenden Ausführungsformen wird die Verfahren (im Besonderen die Form- und Sinterphasen) durch Generative Herstellung durch atomare Diffusion (Atomic Diffusion Additive Manufacturing) durchgeführt, wie in CAMPBELL, R.I. und WOHLERS, T., 2017, beschrieben.

30 Markforged: Taking a different approach to metal Additive Manufacturing. Metal AM, 3 (2), S.113-115.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Bauteil für das Pumpenaggregat 1 geboten, wobei das Bauteil eine Dichte von mindestens rund

95 % (insbesondere mindestens rund 97 %; speziell mindestens rund 99 %) aufweist.

Im Rahmen dieses Schriftstücks ist die Dichte als gemäß der Norm EN ISO 12154:2104 gemessen zu verstehen.

Die prozentuelle Dichte wird berechnet, indem die Dichte des Bauteils (wie oben beschrieben) gemessen und mit der Dichte eines Gegenstandes aus demselben Material (und mit gleichem Volumen) im Wesentlichen ohne Porosität verglichen wird.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung (zusätzlich oder als Alternative zum vorhergehenden Aspekt) wird ein Bauteil für das Pumpenaggregat 1 geboten, der gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung erhalten wurde.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Pumpenaggregat 1 geboten, das mindestens einen Bauteil mit einer Dichte von mindestens rund 95 % (insbesondere mindestens rund 97 %; speziell mindestens rund 99 %) enthält.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung (zusätzlich oder als Alternative zum vorhergehenden Aspekt) wird ein Pumpenaggregat 1 geboten, das mindestens einen Bauteil enthält, der gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung erhalten wurde.

Im Besonderen wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36, einem der Zahnräder 42, der Getriebewelle 43, dem ersten Verbindungselement 45 und dem zweiten Verbindungselement 46 (und einer Kombination davon). Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36, einem der Zahnräder 42, dem ersten Verbindungselement 45 und dem zweiten Verbindungselement 46 (und einer Kombination davon). In einigen spezifischen

Fällen wird das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: dem Tassenkörper 33, dem Deckel 36 (und einer Kombination davon).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Bauteil (ist aus) das/dem oben bestimmte/n Material im Hinblick auf den ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung.

Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen wird das Material aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: Eisen, Titan, Aluminium, Nickel, Chrom, Molybdän, Mangan, Kohlenstoff, Silizium, Schwefel, Kupfer (und einer Kombination davon). Genauer gesagt umfasst das Material (ist im Besonderen aus) ein(em) Element, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Eisen, Aluminium, Nickel, Chrom, Molybdän, Mangan, Kohlenstoff, Silizium, Schwefel, Kupfer (und einer Kombination davon).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise wird das Material aus der Gruppe ausgewählt, bestehend aus: Stahl (im Besonderen aus rostfreiem Stahl), Aluminium, Silizium, Mangan, Nickel, Schwefel, Chrom, Kupfer (und einer Kombination davon).

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Metallpulver (ist im Besonderen aus) ein(em) Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Stahl (im Besonderen aus rostfreiem Stahl), Aluminium, Silizium, Nickel, Molybdän, Kupfer und einer Kombination davon.

Gemäß spezifischen Ausführungsformen umfasst das Material (ist im Besonderen aus) Aluminium und Silizium (und Kupfer). In diesen Fällen wird das Bauteil im Besonderen unter dem Tassenkörper 33 und dem Deckel 36 ausgewählt.

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 82 (insbesondere von rund 85; speziell von rund 86) bis rund 91 (insbesondere bis rund 90; speziell bis rund 88) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Aluminium; von rund 8 (insbesondere von rund

11) bis rund 15 (insbesondere bis rund 13) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Silizium; von rund 0,1 (insbesondere von rund 0,5) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Kupfer.

5

Als Alternative oder zusätzlich enthält das Material (besteht im Besonderen aus) (rostfreien/m) Stahl, Nickel, Kupfer und Molybdän. In diesen Fällen ist im Besonderen das Bauteil (mindestens) eines der Zahnräder 42 (und/oder das Verbindungselement 45 und/oder das Verbindungselement 46).

10

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 90 (insbesondere von rund 92; speziell von rund 93) bis rund 97 (insbesondere bis rund 96; speziell bis rund 95) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an (rostfreiem Stahl); von rund 1 (insbesondere von rund 3) bis rund 7 (insbesondere bis rund 5) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Nickel; von rund 0,1 (insbesondere von rund 0,5) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Kupfer; und von rund 0,1 (insbesondere von rund 0,4) bis rund 1 (insbesondere bis rund 0,7) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Molybdän.

15

20

Als Alternative oder zusätzlich enthält das Material (besteht im Besonderen aus) Stahl (Einsatzstahl – case-hardening steel), Mangan, Schwefel und Chrom. In diesen Fällen ist das Bauteil im Besonderen die Getriebewelle 43.

25

Vorteilhafterweise, aber nicht notwendigerweise umfasst das Material von rund 92 (insbesondere von rund 94; speziell von rund 96) bis rund 99 (insbesondere bis rund 98; speziell bis rund 97) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Stahl (Einsatzstahl); von rund 0,5 (insbesondere von rund 1) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Chrom; von rund 0,5 (insbesondere von rund 1) bis rund 3 (insbesondere bis rund 2) Gewichtsprozent im Vergleich zum Gesamtgewicht des Materials an Schwefel.

30

Gemäß einigen nicht beschränkenden Ausführungsformen umfasst allgemeiner gesagt das Material (ist im Besonderen) eine Legierung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Aluminium und Silizium (und Kupfer); (rostfreiem) Stahl, Nickel und Kupfer (und Molybdän); und Stahl (Einsatzstahl), Mangan, Schwefel und Chrom. Das Material umfasst (ist im Besonderen) speziell eine Legierung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Aluminium, Silizium und Kupfer; und (rostfreiem) Stahl, Nickel und Kupfer (und Molybdän). Das Material umfasst (ist im Besonderen) speziell eine Legierung aus: Aluminium, Silizium und Kupfer.

Gemäß einigen nicht beschränkenden Varianten umfasst der Stahl (ist im Besonderen aus) rostfreiem Stahl, im Besonderen rostfreiem Stahl 303 und/oder rostfreiem Stahl 17-4.

Wenn das Material eine Legierung aus Aluminium, Silizium und Kupfer (es seien auch die diesbezüglichen oben angeführten Prozentanteile beachtet) ist, weist das Material eine Dichte von mindestens $2,2 \text{ g/cm}^3$ (insbesondere mindestens $2,4 \text{ g/cm}^3$; speziell mindestens $2,6 \text{ g/cm}^3$) auf. Genauer gesagt weist in diesen Fällen das Material eine Dichte bis $2,8 \text{ g/cm}^3$ (insbesondere bis $2,7 \text{ g/cm}^3$) auf.

Wenn das Material eine Legierung aus (rostfreiem) Stahl, Nickel, Kupfer und Molybdän (es seien auch die diesbezüglichen oben angeführten Prozentanteile beachtet) ist, weist das Material eine Dichte von mindestens 6 g/cm^3 (insbesondere mindestens $6,4 \text{ g/cm}^3$; speziell mindestens $6,6 \text{ g/cm}^3$) auf. Genauer gesagt weist in diesen Fällen das Material eine Dichte bis $7,5 \text{ g/cm}^3$ (insbesondere bis $6,9 \text{ g/cm}^3$) auf.

Wenn das Material eine Legierung aus Stahl (Einsatzstahl), Mangan, Schwefel und Chrom (es seien auch die diesbezüglichen oben angeführten Prozentanteile beachtet) ist, weist das Material eine Dichte von mindestens 7 g/cm^3 (insbesondere mindestens $7,5 \text{ g/cm}^3$; speziell mindestens $7,7 \text{ g/cm}^3$) auf. Genauer gesagt weist in diesen Fällen das Material eine Dichte bis 8 g/cm^3 (insbesondere bis $7,9 \text{ g/cm}^3$) auf.

Wenn nicht ausdrücklich das Gegenteil angegeben ist, ist der Inhalt der Verweise (Artikel, Bücher, Patentanmeldungen usw.), die in diesem Text zitiert sind, hier zur Gänze angegeben. Im Besonderen sind die erwähnten Verweise hier als Referenz eingegliedert.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von mindestens einem Bauteil eines Pumpenaggregates, wobei die Verfahren Folgendes umfasst:
eine Druckphase, während der ein 3D-Drucker ein Zwischenprodukt erzeugt, das
10 im Wesentlichen die Form des Bauteils in vergrößertem Maßstab aufweist, wobei ein mit einem Kunststoffbindemittel beschichtetes Metallpulver verwendet wird;
und
eine Sinterphase, während der das Zwischenprodukt einer Sinterung unterzogen wird, sodass das Bauteil erhalten wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei der während der Formphase das Zwischenprodukt erzeugt wird, indem aufeinanderfolgende Schichten des mit Kunststoffbindemittel beschichteten Metallpulvers geformt werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, die eine Reinigungsphase umfasst, die zumindest teilweise nach der Formphase und zumindest teilweise vor der Sinterphase erfolgt und während der das Zwischenprodukt mit einer Flüssigkeit gereinigt wird; und eine Trocknungsphase, während der zumindest ein Teil der Flüssigkeit vom Zwischenprodukt entfernt wird.
- 25 4. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Metallpulver ein Metall umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Eisen, Titan, Aluminium, Nickel, Chrom, Molybdän, Mangan, Kohlenstoff, Silizium, Schwefel, Kupfer und eine Kombination davon.
- 30 5. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Metallpulver ein Material umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Stahl, Aluminium, Silizium, Nickel, Molybdän, Kupfer und eine Kombination davon.

6. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Metallpulver ein Material umfasst (im Besonderen daraus besteht), ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Aluminium, Silizium und Kupfer; Stahl(im
5 Besonderen rostfreiem Stahl), Nickel und Kupfer und Molybdän; Stahl (im Besonderen Einsatzstahl), Mangan, Schwefel und Chrom.

7. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus: einem Tassenkörper (33)
10 eines Pumpenkörpers (32), einem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32), einem Zahnrad (42), einer Getriebewelle (43), einem ersten Verbindungselement (45) und einem zweiten Verbindungselement (46).

8. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Bauteil aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus: einem Tassenkörper (33)
15 eines Pumpenkörpers (32), einem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32), einem Zahnrad (42).

9. Pumpenaggregat für die Zufuhr von Kraftstoff, vorzugsweise Diesel, zu einem
20 Verbrennungsmotor, wobei das Pumpenaggregat eine Hochdruckpumpe (2) für die Zufuhr von Kraftstoff zum Verbrennungsmotor umfasst; und eine Zahnradpumpe (3) für die Zufuhr des Kraftstoffes zur Hochdruckpumpe (2); wobei die Zahnradpumpe (3) einen Pumpenkörper (32) und ein Paar Zahnräder (42) umfasst, die im Pumpenkörper (32) angebracht und miteinander verbunden
25 sind, um sich um jeweilige Drehachsen (41) zu drehen, die im Wesentlichen parallel zueinander sind;
der Pumpenkörper (32) einen Tassenkörper (33) umfasst, der von einer Bodenwand (34) und von einer Seitenwand (35) und einem Deckel (36) begrenzt wird, der in Kontakt mit der Seitenwand (35) angebracht ist, um den
30 Pumpenkörper (32) zu verschließen;
mindestens einer/s vom Tassenkörper (33), dem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32) und von den Zahnrädern (42) eine Dichte von mindestens rund 95 %, insbesondere mindestens rund 97 % aufweist.

10. Pumpenaggregat nach Anspruch 9, bei dem mindestens einer/s vom Tassenkörper (33), dem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32) und von den Zahnrädern (42) durch die Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche von 1 bis 8 erhalten wurde.

5

11. Bauteil für ein Pumpenaggregat, zum Beispiel für das Pumpenaggregat nach Anspruch 9 oder 10, der aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus: einem Tassenkörper (33) eines Pumpenkörpers (32), einem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32) und einem Zahnrad (42); wobei das Bauteil eine Dichte von mindestens rund 95 %, insbesondere mindestens rund 97 % aufweist.

10

12. Bauteil nach Anspruch 11 und ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: dem Tassenkörper (33), dem Deckel (36).

15

13. Pumpenaggregat für die Zufuhr von Kraftstoff, vorzugsweise Diesel, zu einem Verbrennungsmotor, wobei das Pumpenaggregat eine Hochdruckpumpe (2) für die Zufuhr von Kraftstoff zum Verbrennungsmotor umfasst; und eine Zahnradpumpe (3) für die Zufuhr des Kraftstoffes zur Hochdruckpumpe (2); wobei die Zahnradpumpe (3) einen Pumpenkörper (32) und ein Paar Zahnräder (42) umfasst, die im Pumpenkörper (32) angebracht und miteinander verbunden sind, um sich um jeweilige Drehachsen (41) zu drehen, die im Wesentlichen parallel zueinander sind;

20

der Pumpenkörper (32) einen Tassenkörper (33) umfasst, der von einer Bodenwand (34) und von einer Seitenwand (35) und einem Deckel (36) begrenzt wird, der in Kontakt mit der Seitenwand (35) angebracht ist, um den Pumpenkörper (32) zu verschließen; mindestens einer/s vom Tassenkörper (33), dem Deckel (36) des Pumpenkörpers (32) und von den Zahnrädern (42) durch die Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche von 1 bis 8 erhalten wurde.

25

30

14. Bauteil für ein Pumpenaggregat, zum Beispiel für das Pumpenaggregat nach Anspruch 13, der aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus: einem Tassenkörper (33) eines Pumpenkörpers (32), einem Deckel (36) des

Pumpenkörpers (32) und einem Zahnrad (42); wobei das Bauteil durch die Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche von 1 bis 8 erhalten wurde.

15. Bauteil nach Anspruch 14 und ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:
dem Tassenkörper (33), dem Deckel (36).

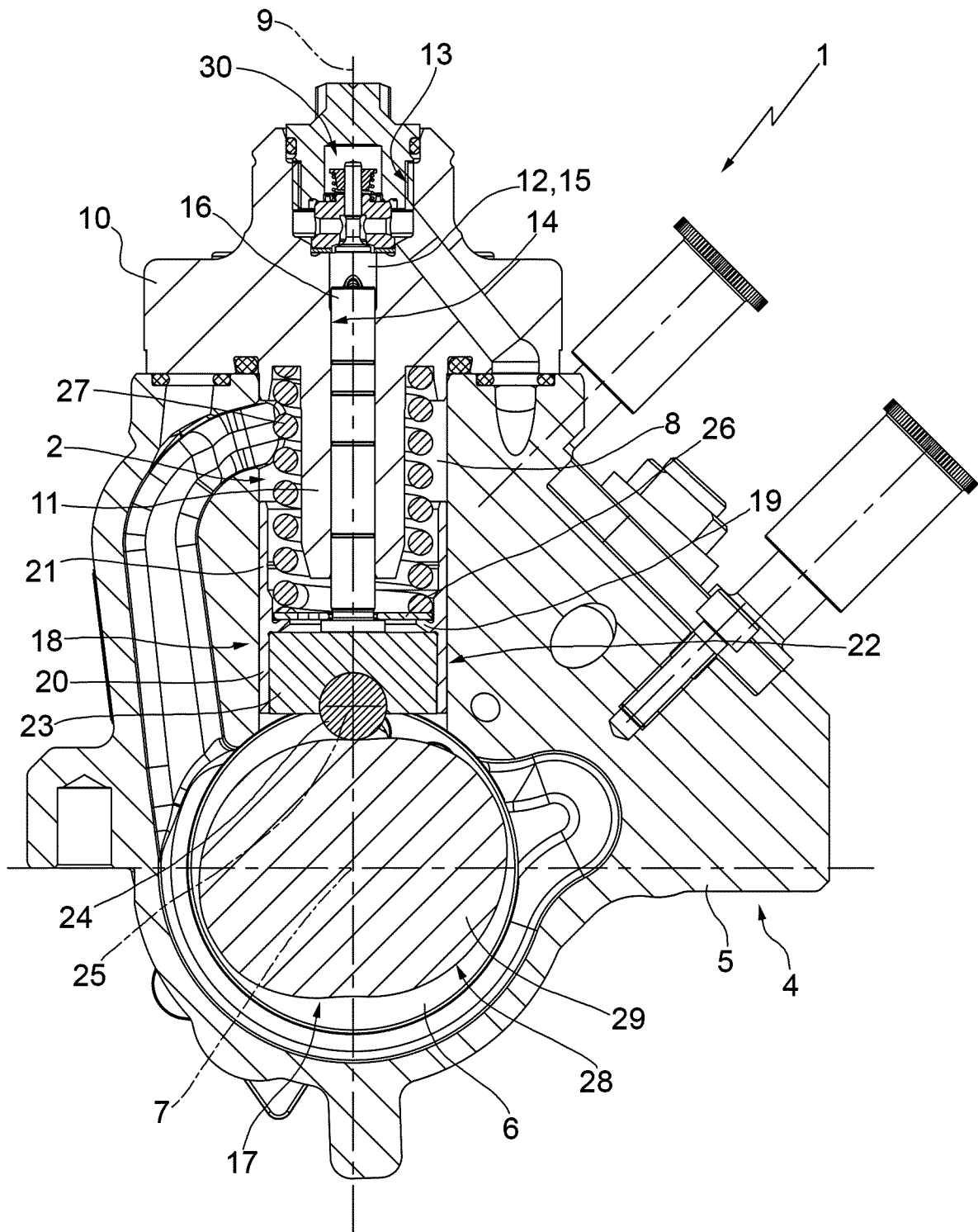


FIG.1

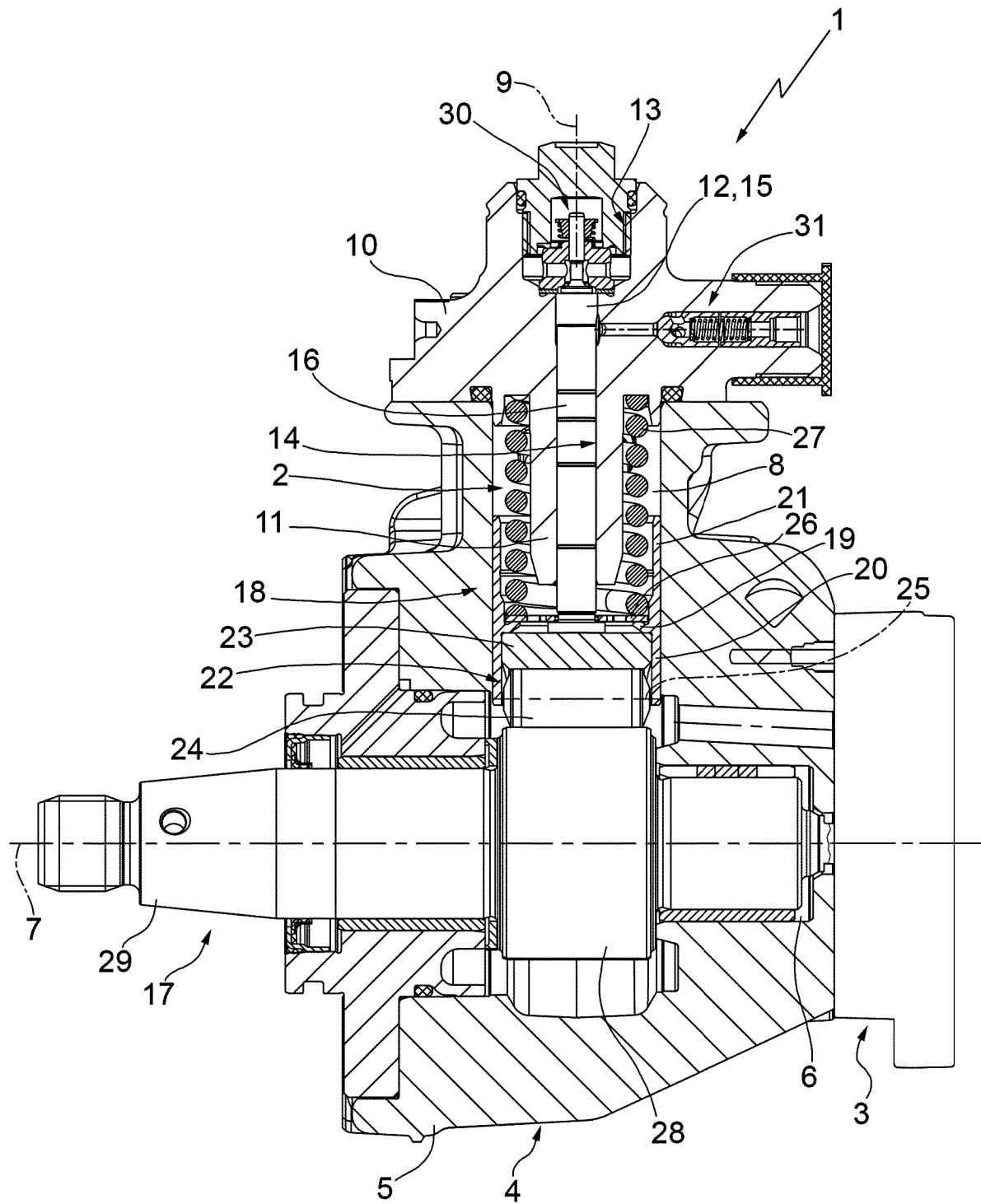


FIG.2

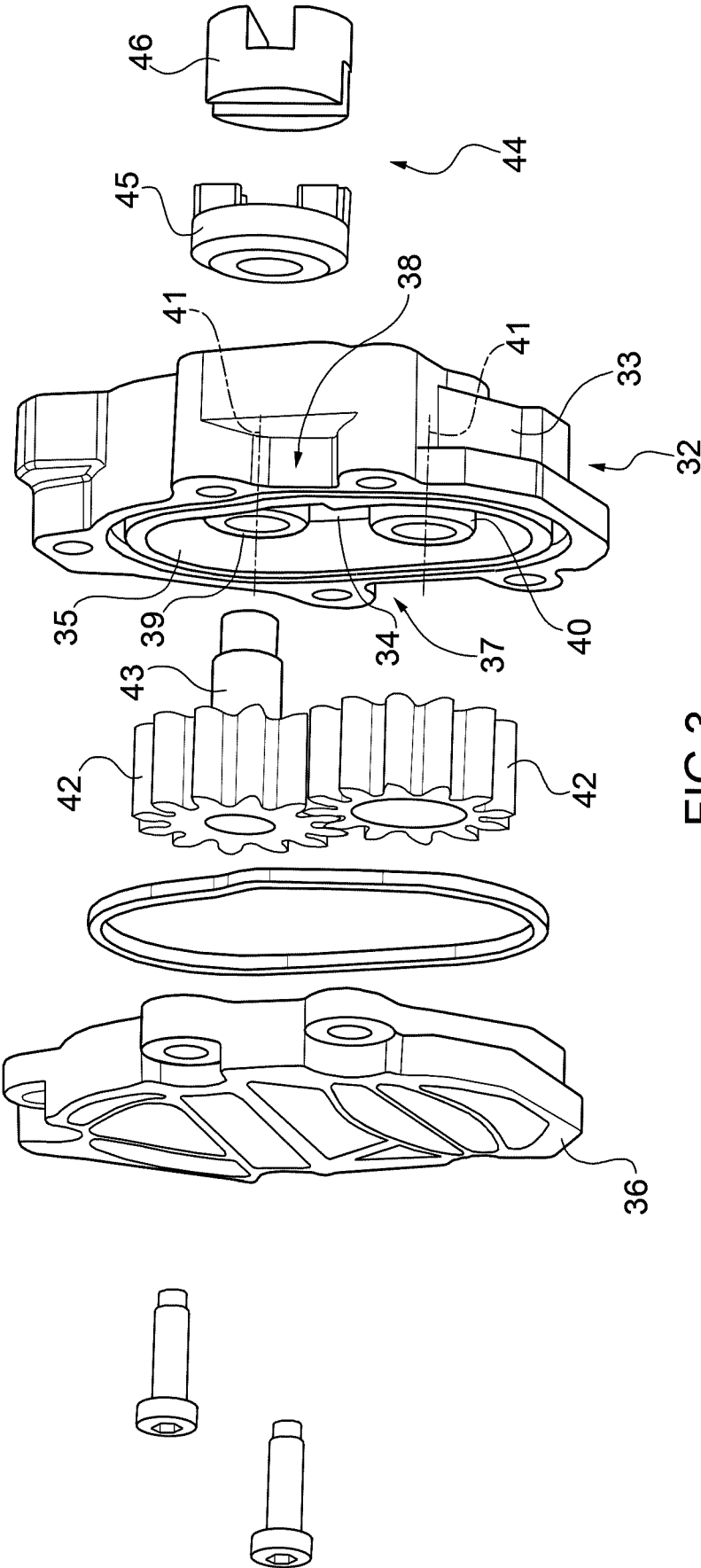


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/085062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M 37/00(2006.01)i; **B22F 1/02**(2006.01)i; **B22F 3/00**(2006.01)i; **B22F 3/10**(2006.01)i; **B33Y 10/00**(2015.01)i;
B33Y 80/00(2015.01)i

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)

B22F; B33Y; F02M; F04B; F04C

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018199995 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]) 01 November 2018 (2018-11-01)	1-6
Y	the whole document	7,8,13-15
Y	GB 2559747 A (MAGPUMPS LTD [GB]) 22 August 2018 (2018-08-22) page 24, paragraph 3; figures 1, 2	7,8
Y	WO 2017072331 A1 (GE HEALTHCARE BIO-SCI AB) 04 May 2017 (2017-05-04) page 5, paragraph 3 - page 6, paragraph 1; figure 1	13,14
Y	WO 2017009659 A1 (BLAGDON ACTUATION RES LTD [GB]) 19 January 2017 (2017-01-19) page 5, paragraph 4	15
X,P	WO 2019120887 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 June 2019 (2019-06-27) page 7, paragraph 4 - page 11, paragraph 2; claims 1-11	1-8

☐ 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

14 January 2020

Date of mailing of the international search report

16 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kołodziejczyk, Piotr

Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-8, 13-15

A method for producing a component of a pump assembly, a corresponding pump assembly, and a corresponding component.

2. claims: 9, 10

A pump assembly comprising a component with a specific density.

3. claims: 11, 12

A component with a specific density for a pump assembly.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-8, 13-15**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/085062

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2018199995	A1	01 November 2018	CN	110248751 A	17 September 2019
				EP	3548209 A1	09 October 2019
				JP	2020505512 A	20 February 2020
				WO	2018199995 A1	01 November 2018
GB	2559747	A	22 August 2018	CN	110312869 A	08 October 2019
				EP	3583317 A1	25 December 2019
				GB	2559747 A	22 August 2018
				WO	2018149551 A1	23 August 2018
WO	2017072331	A1	04 May 2017	EP	3368770 A1	05 September 2018
				US	2019145405 A1	16 May 2019
				WO	2017072331 A1	04 May 2017
WO	2017009659	A1	19 January 2017	EP	3322896 A1	23 May 2018
				US	2018202421 A1	19 July 2018
				WO	2017009659 A1	19 January 2017
WO	2019120887	A1	27 June 2019	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02M37/00	B22F1/02
	B22F3/00	B22F3/10
	B33Y80/00	B33Y10/00
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22F B33Y F02M F04B F04C		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2018/199995 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US])	1-6
Y	1. November 2018 (2018-11-01) das ganze Dokument	7,8, 13-15
Y	----- GB 2 559 747 A (MAGPUMPS LTD [GB]) 22. August 2018 (2018-08-22) Seite 24, Absatz 3; Abbildungen 1, 2	7,8
Y	----- WO 2017/072331 A1 (GE HEALTHCARE BIO-SCI AB) 4. Mai 2017 (2017-05-04) Seite 5, Absatz 3 - Seite 6, Absatz 1; Abbildung 1	13,14
Y	----- WO 2017/009659 A1 (BLAGDON ACTUATION RES LTD [GB]) 19. Januar 2017 (2017-01-19) Seite 5, Absatz 4	15
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Januar 2020		16/03/2020
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 Kolodziejczyk, Piotr

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2019/120887 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Juni 2019 (2019-06-27) Seite 7, Absatz 4 - Seite 11, Absatz 2; Ansprüche 1-11 -----	1-8

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-8, 13-15

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-8, 13-15

Verfahren zur Erzeugung von einem Bauteil eines
Pumpenaggregates, einen entsprechenden Pumpenaggregat und
einen entsprechenden Bauteil.

2. Ansprüche: 9, 10

Pumpenaggregat mit einen Bauteil mit eine spezifische
Dichte.

3. Ansprüche: 11, 12

Bauteil mit eine spezifische Dichte für einen
Pumpenaggregat.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/085062

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2018199995	A1	01-11-2018	CN	110248751 A		17-09-2019
			EP	3548209 A1		09-10-2019
			JP	2020505512 A		20-02-2020
			WO	2018199995 A1		01-11-2018

GB 2559747	A	22-08-2018	CN	110312869 A		08-10-2019
			EP	3583317 A1		25-12-2019
			GB	2559747 A		22-08-2018
			WO	2018149551 A1		23-08-2018

WO 2017072331	A1	04-05-2017	EP	3368770 A1		05-09-2018
			US	2019145405 A1		16-05-2019
			WO	2017072331 A1		04-05-2017

WO 2017009659	A1	19-01-2017	EP	3322896 A1		23-05-2018
			US	2018202421 A1		19-07-2018
			WO	2017009659 A1		19-01-2017

WO 2019120887	A1	27-06-2019	KEINE			
