

(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
02. Januar 2020 (02.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/002291 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22D 17/12 (2006.01) B22D 27/04 (2006.01)
B22D 17/20 (2006.01) C22C 1/00 (2006.01)
B22D 17/28 (2006.01) C22C 1/02 (2006.01)
B22D 17/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/066761

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2019 (25.06.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 115 815.7
29. Juni 2018 (29.06.2018) DE

(71) Anmelder: UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
[DE/DE]; Campus, 66123 Saarbrücken (DE).

(72) Erfinder: **BUSCH, Ralf**; Am Stadtwald 10, 66123 Saarbrücken (DE). **BOCHTLER, Benedikt**; Bahnhofstraße 62, 66809 Nalbach (DE). **GROSS, Oliver**; Eimersdorfer Straße 13, 66780 Rehlingen-Siersburg (DE). **HECHLER, Simon**; Richard-Wagner-Straße 8, 66111 Saarbrücken (DE). **KUBALL, Alexander**; Dudweilerstraße 71, 66111 Saarbrücken (DE).

(74) Anwalt: **ZEINER, Johannes Michael**; AAA-PATENT, Heinrich-Barth-Straße 20, 66115 Saarbrücken (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR PRODUCING A CAST PART FORMED FROM AMORPHOUS OR PARTIALLY AMORPHOUS METAL, AND CAST PART

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES AUS EINEM AMORPHEN ODER TEILAMORPHEN METALL GEBILDETEN GUSSTEILS SOWIE GUSSTEIL

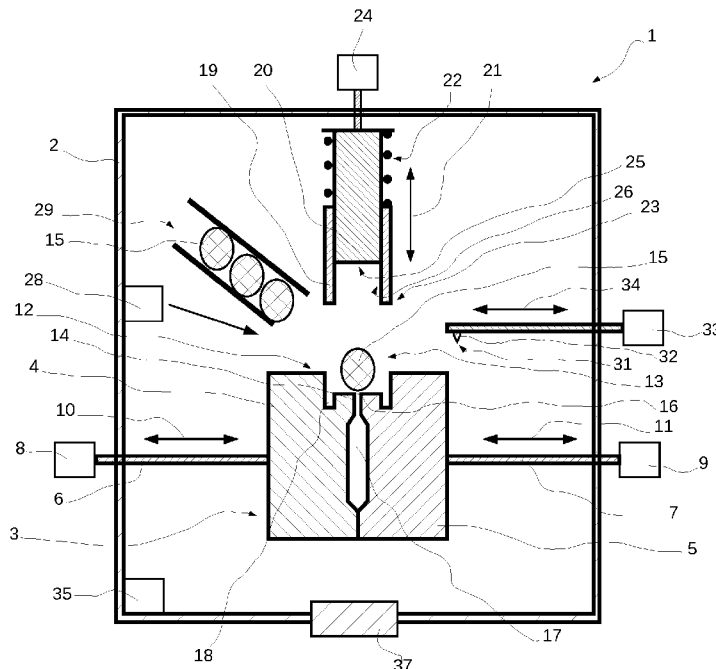


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus (1; 1a; 1b; 1c; 1d; 1e) for producing a cast part (36) formed from an amorphous or partially amorphous metal, which comprises a cast part mold (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) having at least one fill opening (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) for introducing a casting material (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) forming the cast part (36) and a device for melting the casting material (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e). The melting device expediently has at least one region (13; 13; 13b; 40; 13c; 13d; 13e) which is provided for melting the casting material (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e). According to the invention, an apparatus is



WO 2020/002291 A1

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, 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)

advantageously created which enables particularly precise introduction of melt energy into the casting material. In one embodiment, the melting device has means for forming at least one electric arc (30; 30a, 39) in the at least one melting region (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e), which particularly comprises at least two electrodes arranged at a distance from each other (32; 32a, 38; 32b; 32c), between which the at least one electric arc (30; 30a, 39) can be formed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1; 1a; 1b; 1c; 1d; 1e) zur Herstellung eines aus einem amorphen oder teilamorphen Metall gebildeten Gussteils (36), die eine Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) mit mindestens einer Einfüllöffnung (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) zum Einbringen eines das Gussteil (36) bildenden Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) sowie eine Einrichtung zum Schmelzen des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) umfasst. Zweckmäßigerweise weist die Schmelzeinrichtung mindestens einen Bereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) auf, der zum Schmelzen des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) vorgesehen ist. Vorteilhaft wird eine Vorrichtung geschaffen, die eine besonders gezielte Einbringung von Schmelzeenergie in das Gussmaterial ermöglicht. In einer Ausführungsform weist die Schmelzeinrichtung ein Mittel zur Ausbildung mindestens eines Lichtbogens (30; 30a, 39) in dem mindestens einen Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) auf, das insbesondere mindestens zwei in Abstand voneinander angeordnete Elektroden (32; 32a, 38; 32b; 32c) umfasst, zwischen denen der mindestens eine Lichtbogen (30; 30a, 39) ausgebildet werden kann.

Beschreibung:

„Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines aus einem amorphen oder teilamorphen Metall gebildeten Gussteils sowie Gussteil“

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus einem amorphen oder teilamorphen Metall gebildeten Gussteils, die eine Gussteilform mit mindestens einer Einfüllöffnung zum Einbringen eines das Gussteil bildenden Gussmaterials sowie eine Einrichtung zum Schmelzen eines Gussmaterials umfasst. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Gussteils sowie ein Gussteil aus einem amorphen oder teilamorphen Metall.

Amorphe Metalle sind metallische Werkstoffe, die nicht kristallin erstarren. Sie werden auch als metallische Gläser bezeichnet und weisen aufgrund ihrer amorphen oder teilamorphen Struktur ausgezeichnete mechanische Eigenschaften auf.

Aus dem Stand der Technik sind Vorrichtungen sowie Verfahren zur Herstellung von Gussteilen aus amorphen Metallen bekannt. Dazu wird ein Gussmaterial in einem Tiegel induktiv erhitzt und im Druckgussverfahren mittels eines Gießkolbens durch eine Einfüllöffnung hindurch in eine Dauerform hineingepresst.

Nachteilig ist, dass durch die Verwendung eines Schmelztiegels Verunreinigungen in die Schmelze eingebracht werden können, die bei der Erstarrung eine Kristallisation bewirken können. Vorteilhafte mechanische Eigenschaften gehen dadurch verloren. Ferner kann durch eine induktive Erhitzung des Gussmaterials im sogenannten Kalttiegelverfahren lediglich eine geringe Überhitzung von circa 50 bis 60°C oberhalb der Schmelztemperatur der Gussmaterials erreicht werden. Um eine amorphe Erstarrung sicherzustellen, muss das Gussmaterial vorzugsweise auf eine Temperatur erhitzt werden, die weit oberhalb seiner Schmelztemperatur liegt, insbesondere zwischen 75 und 1300°C darüber.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus einem amorphen oder teilamorphen Metall gebildeten Gussteils zu schaffen, die eine besonders hohe Überhitzung des Gussmaterials sowie eine einfache Verarbeitbarkeit ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Schmelzeinrichtung mindestens einen Bereich aufweist, der zum Schmelzen des Gussmaterials vorgesehen ist.

In dem Schmelzbereich der Vorrichtung kann das Gussmaterial geschmolzen und bis zu 1300°C überhitzt werden. Eine hierzu erforderliche Energie kann sehr gezielt in das Gussmaterial, das beispielsweise in Pelletform vorliegen kann, eingebracht werden. Umliegende Bereiche oder benachbarte Bauteile der Vorrichtung werden vorteilhaft thermisch nicht belastet. Außerdem kann das Gussmaterial erst unmittelbar vor einer Einbringung in die Gussform geschmolzen werden. Eine Förderung aus einem Ofen, bei der die Temperatur der Schmelze stark absinken kann, ist nicht erforderlich. Durch die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung mögliche hohe Überhitzung wird außerdem sichergestellt, dass ein herzustellendes Gussteil amorph oder teilamorph, insbesondere überwiegend amorph, erstarren kann.

Zweckmäßigerweise weist die Schmelzeinrichtung ein Mittel zur Ausbildung mindestens eines Lichtbogens in dem mindestens einen Schmelzbereich auf, das insbesondere mindestens zwei in Abstand voneinander angeordnete Elektroden umfasst, zwischen denen der mindestens eine Lichtbogen ausgebildet werden kann. Der Lichtbogen kann sich von einer Elektrode zu dem insbesondere als Pellet vorliegenden und zu schmelzenden Gussmaterial hin erstrecken und/oder über die Oberfläche des Gussmaterials geführt sein. Vorteilhaft wird ein zum Schmelzen erforderlicher Energieeintrag gezielt in das Pellet eingebracht und umliegende Bereiche werden thermisch nicht belastet. Sind mehrere Bereiche vorgesehen, in denen ein Gussmaterial geschmolzen werden soll, können mehrere Elektroden vorgesehen sein, von denen aus sich jeweils mindestens ein Lichtbogen zu dem zu schmelzenden Gussmaterial hin erstreckt. Denkbar ist auch, dass zum Schmelzen eines einzigen vorzugsweise pelletförmigen Gussmaterials mehrere Lichtbögen ausgebildet werden. Eine besonders hohe Überhitzung und ein schnelleres Schmelzen des Gussmaterials sind möglich.

Außerdem ist denkbar, dass das Gussmaterial durch einen Laser und/oder einen Elektronenstrahl geschmolzen wird.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist eine der mindestens zwei Elektroden zumindest teilweise von dem Gussmaterial gebildet. Vorteilhaft muss das Gussmaterial nicht gesondert elektrisch kontaktiert werden. Dadurch ist der Herstellungsprozess einfacher handzuhaben.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der mindestens eine Schmelzbereich in die Gussteilform eingebracht. Dazu ist der Schmelzbereich vorzugsweise fluidisch mit einer Einfüllöffnung der Gussteilform verbunden. Dadurch, dass vorzugsweise ein Lichtbogen, ein Laserstrahl und/oder ein Elektronenstrahl zum Schmelzen des Gussmaterials genutzt wird bzw. werden, ist ein Energieeintrag lokal auf das Gussmaterial begrenzt. Eine thermische Beschädigung der Gussteilform ist ausgeschlossen. Vorteilhaft kann das Gussmaterial geschmolzen und unverzüglich durch die Einfüllöffnung in die Form eingebracht werden. Ein Transportweg von einem entfernten Schmelzbereich zur Gussteilform entfällt.

Sind mehrere Schmelzbereiche vorgesehen, können beispielsweise mit einer einzigen Gussteilform mehrere Gussteile gleichzeitig hergestellt werden.

Denkbar ist auch, dass mehrere Schmelzbereiche vorgesehen sind, um einen einzigen Formhohlraum durch mehrere Einfüllöffnungen zu befüllen. Vorteilhaft sind größere Gussteile herstellbar.

Zweckmäßigerweise umfasst der mindestens eine Schmelzbereich eine insbesondere muldenartige Vertiefung und/oder eine sockelartige Erhöhung zur Aufnahme des Gussmaterials, und ist vorzugsweise zumindest teilweise um die mindestens eine Einfüllöffnung herum angeordnet. Das Gussmaterial kann auf dem Sockel gelegt oder in die Vertiefung eingebracht und geschmolzen werden. Denkbar ist auch, dass eine Vertiefung vorgesehen ist, die einen Aufnahmesockel aufweist.

Dadurch, dass die Einfüllöffnung fluidisch mit dem Sockel und/oder der Vertiefung verbunden ist bzw. sind, kann das geschmolzene Gussmaterial unmittelbar durch diese hindurch in einen Formhohlraum der Gussteilform eingebracht werden.

Das Gussmaterial kann beispielsweise als Pellet auf die Einfüllöffnung gelegt werden, so dass diese überdeckt ist. Aufgrund der hohen Viskosität und/oder der hohen Oberflächenspannung einer geschmolzenen, amorph oder teilamorph erstarrenden Metalllegierung behält das Pellet im geschmolzenen Zustand seine Form bei und überdeckt bis zum Einpressen mittels eines Gießkolbens die Einfüllöffnung.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist der mindestens eine Schmelzbereich von einer Stirnseite eines insbesondere zylinderförmigen Gießkolbens, der zur Einbringung von geschmolzenem Gussmaterial in einen Formhohlraum der Gussteilform vorgesehen ist, und einer Innenwand eines Führungsmittels, in dem der Gießkolben geführt gelagert ist,

begrenzt, wobei das Führungsmittel vorzugsweise eine zylinderförmige Hülse umfasst. Die Innenwand und eine Stirnseite des Gießkolbens bilden einen Tiegel, in den das Gussmaterial unmittelbar vor der Einbringung in die Gussteilform geschmolzen werden kann. Eine Befüllung einer Gussteilform entgegen einer Wirkrichtung der Schwerkraft („von unten“) ist vorteilhaft möglich. Wird eine Bewegung des Gießkolbens gesteuert, kann eine Formfüllgeschwindigkeit oder ein Geschwindigkeitsprofil festgelegt werden. Hierzu kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, die insbesondere zur gleichzeitigen Bewegung des Gießkolbens und der Hülse in Richtung einer Einfüllöffnung der Gussteilform vorgesehen ist. Dadurch, dass das geschmolzene Gussmaterial vor einer Einbringung in die Gussteilform nur sehr kurz in dem gebildeten Tiegel verweilt, ist eine Verunreinigung vorteilhaft ausgeschlossen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein insbesondere zylinderförmiger Gießkolben, der zur Einbringung von geschmolzenem Gussmaterial in einen Formhohlraum der Gussteilform vorgesehen ist, relativ zu einem Führungsmittel, in dem der Gießkolben geführt gelagert ist, bewegbar, insbesondere entgegen einer Wirkrichtung einer Rückstellkraft eines Rückstellmittels. Das Rückstellmittel kann beispielsweise eine Feder umfassen. Wandabschnitte des Führungsmittels, das beispielsweise als Hülse ausgebildet ist, stehen über eine Grundfläche des Gießkolbens, mit der dieser Kontakt zu einem geschmolzenen Gussmaterial hat, vor. Dadurch kann bei einem Andocken der Hülse an die Gussteilform ein Raum gebildet werden, der von Innenwänden der Hülse, der Stirnfläche des Gießkolbens sowie einem die Einfüllöffnung aufweisenden Gussteilformabschnitt begrenzt wird. Durch die Relativbewegung des Gießkolbens zu dem Führungsmittel wird der Raum verkleinert und das in dem Raum angeordnete, geschmolzene Gussmaterial in die Form hineingepresst. Ist die Gussmaterialeinbringung abgeschlossen, werden der Gießkolben und die Hülse gemeinsam in eine Anfangsposition von der Gussteilform weg geführt. Dabei bewirkt die Rückstellkraft eine Bewegung des Gießkolbens in seine Ausgangsposition, in der der Raum ein maximales Volumen aufweist und ein neuer Gießvorgang durchgeführt werden kann.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist der mindestens eine Schmelzbereich zur Aufnahme des Führungsmittels vorgesehen und weist insbesondere eine vorzugsweise ringförmige Nut auf. Die ringförmige Nut ist insbesondere in die Gussteilform eingebracht. Dadurch kann das Führungsmittel zur Bildung eines Raumes, der das Gussmaterial vor dessen Einbringung in

die Gussteilform aufnimmt, dicht mit einem die Einfüllöffnung aufweisenden Gussteilformabschnitt verbunden werden. Dadurch wird das Gussmaterial beim Einpressen ausschließlich in die Gussteilform eingebracht.

Zweckmäßigerweise ist eine Temperatur der Gussteilform veränderbar. Vorzugsweise ist die Temperatur durch eine Regelungseinrichtung einstellbar. Die Gussteilform kann beispielsweise luft-, wasser- und/oder ölgekühlt sein. Ferner kann die Temperatur der Gussteilform bei einer kontinuierlichen Prozessführung konstant gehalten werden. Dadurch wird die Prozessstabilität verbessert.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine Einrichtung zur Entlüftung und/oder zum Einsaugen von geschmolzenem Gussmaterial in die Gussteilform, die vorzugsweise beim Einbringen des Gussmaterials in die Form aktivierbar ist. Dadurch kann zusätzlich zu der Druckkraft eines Gießkolbens eine Saugkraft aufgebracht werden, die das geschmolzene Gussmaterial in die Gussteilform hineinsaugt. Dies ist insbesondere beim Gießen von geschmolzenen, hochviskosen Legierungen vorteilhaft. Durch eine Entlüftung, das heißt eine Absaugung eines Formgases, das beispielsweise ein Spülgas wie Argon sein kann, können ferner keine Gaseinschlüsse in dem Gussteil gebildet werden. Vorteilhaft ist eine sehr gute Gussteilqualität möglich.

Zweckmäßigerweise ist die Gussteilform mindestens zweiteilig und vorzugsweise aus einem besonders wärmeleitenden Material, vorzugsweise Kupfer oder einer Kupferlegierung, gebildet. Um eine unerwünschte Kristallisation einer amorph oder teilamorph erstarrenden Metalllegierung zu verhindern, ist eine hohe Abkühlrate erforderlich. Besonders geeignet sind Gussteilformen aus Kupfer oder Kupferlegierungen. Ist die Gussteilform mindestens zweiteilig ausgebildet, kann die Form geöffnet und verschlossen und insbesondere als Dauerform mehrfach verwendet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung ein insbesondere gasdichtes Gehäuse auf, in das zumindest die Gussteilform sowie der mindestens eine Schmelzbereich eingebracht sind. Vorteilhaft kann das Gehäuse evakuiert und/oder mit einem Schutzgas, beispielsweise Argon oder einem anderen Edelgas, befüllt werden, so dass kein Sauerstoff mehr in einem Gehäuseinnern vorhanden ist. Dadurch ist weder beim

Schmelzen noch beim Einbringen des Materials in die Gussteilform eine Oxidation des Gussmaterials möglich. Vorteilhaft können Gussteile höchster Qualität hergestellt werden.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Zuführeinrichtung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, das feste Gussmaterial in den mindestens einen Schmelzbereich einzubringen. Diese kann beispielsweise ein Pelletmagazin sein, das nach jedem Gießvorgang ein neues Pellet in den Schmelzbereich einbringt. Vorteilhaft ist eine Automatisierung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens möglich.

Zweckmäßigerweise ist ein Mittel zur Bestimmung einer Temperatur des Gussmaterials, des geschmolzenen Gussmaterials und/oder der Gussteilform vorgesehen, vorzugsweise ein Pyrometer. Vorteilhaft kann eine Temperatur zu jedem Zeitpunkt überwacht werden, insbesondere eine Überhitzungstemperatur, die zwischen 75 und 1300°C oberhalb der Schmelztemperatur des Gussmaterials ist, vorzugsweise bis zu 800 °C.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beigefügten, sich auf die Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen, näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1a-e eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 3 ein Detail einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer besonderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 6 Details einer weiteren besonderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Eine in Fig. 1a-e schematisch im Querschnitt gezeigte Vorrichtung (1) umfasst ein Gehäuse (2), in das eine zweiteilige, wassergekühlte Gussteilform (3) aus Kupfer eingebracht ist. Jeder der beiden Teile (4,5) der Gussteilform (3) ist mittels einer Stange (6,7) mit jeweils

einem außerhalb des Gehäuses angebrachten Motor (8,9) zur Bewegung der Stangen (6,7) verbunden. Durch eine Bewegung der Stangen (6, 7) kann die Gussteilform (3) für eine Entnahme eines Gussteils in Richtung der Doppelpfeile (10, 11) geöffnet und zur Herstellung eines weiteren Gussteils geschlossen werden.

An einer Oberseite (12) der Gussteilform (3) ist ein Schmelzbereich (13) eingebracht, der einen Sockel (14) aufweist, der von beiden Teilen (4,5) der Gussteilform (3) gebildet und auf den ein Gussmaterialpellet (15) aufgelegt ist. Eine Einfüllöffnung (16), durch die ein Formhohlraum (17) mit dem Gussmaterial befüllt werden kann, ist vollständig von dem Pellet (15) überdeckt. Um den Sockel (14) herum ist eine Nut (18) angeordnet, die zur Aufnahme einer zylinderförmigen Hülse (19) vorgesehen ist. Die Hülse (19) ist zur Führung eines zylinderförmigen Gießkolbens (20) eingerichtet und umgibt diesen. Der Gießkolben (20) und die Hülse (19) sind durch einen Motor (24) gemeinsam in Richtung des Doppelpfeils (21) bewegbar und der Gießkolben (20) ist relativ zu der Hülse (19) in deren axialer Richtung mit oder entgegen einer Rückstellkraft einer Feder (22) verschiebbar angeordnet. Zum Einbringen eines geschmolzenen Gussmaterials (15), das bis zu 1300°C, vorzugsweise bis zu 800 °C, überhitzt sein kann, werden der Gießkolben (20) und die Hülse (19) gemeinsam in Richtung der Gussteilform (3) bewegt bis ein unterer Abschnitt (23) der Hülse (19) in die Nut (18) eingreift. Eine weitere Bewegung des Gießkolbens (20) in Richtung der Gussteilform (3) erfolgt entgegen einer Rückstellkraft der Feder (22). Ein von einer Stirnfläche (25) des Gießkolbens (20) sowie einer Innenwand (26) der Hülse und der Oberseite (12) der Gussteilform (3) gebildeter, in Fig. 1c gezeigter Raum (27) wird dadurch verkleinert, so dass das geschmolzene Gussmaterial (15) in vertikaler Richtung in den Formhohlraum (17) hineinpresst wird.

Ferner umfasst die Vorrichtung ein Pyrometer (28), welches eine Temperatur des Pellets (15) während des Schmelzens erfasst, sowie eine Zuführeinrichtung (29), die als Pelletmagazin ausgebildet ist. Dadurch kann nach jeder Gussteilherstellung automatisiert ein neues Pellet (15) auf den Sockel (14) des Schmelzbereichs (13) gelegt werden.

Eine Erhitzung des Gussmaterialpellets (15) erfolgt durch einen in Fig. 1b gezeigten Lichtbogen (30), der zwischen einer mit einer Spitze (31) versehenen Wolframelektrode (32) und dem Pellet (15) gebildet wird. Das Gehäuse (2) sowie die Gussteilform (3) und das Pellet (15) sind dazu elektrisch leitend miteinander verbunden und bilden eine Gegenelektrode zu der Wolframelektrode (32). Die Wolframelektrode (32) ist in dem Gehäuse (2) bewegbar angeordnet und kann mittels eines Motors (33) in Richtung des Doppelpfeils (34) zu dem Schmelzbereich (13) hin und nach dem Schmelzen von dem Schmelzbereich (13) weg bewegt werden.

Denkbar ist ferner, dass eine in Fig. 1 nicht gezeigte Einrichtung zur Ausbildung eines Laserstrahls und/oder eines Elektronenstrahls vorgesehen ist, die zur Erhitzung des Gussmaterialpellets (15) in dem Schmelzbereich (13) eingerichtet ist.

Außerdem sind eine nicht gezeigte Vakuumpumpe vorgesehen, mit der das Gehäuse (2) evakuiert werden kann, sowie ein ebenfalls nicht gezeigtes Mittel zum Einbringen eines Schutzgases wie Argon. Zusätzlich befindet sich im Innern des Gehäuses (2) ein sogenannter Getter (35), der als Titanplatte ausgebildet ist, und der vor einem Schmelzen des Gussmaterials (15) erhitzt wird. Aufgrund der sehr hohen Affinität des Titans zu Sauerstoff sowie der sehr hohen Löslichkeit von Sauerstoff in Titan werden Sauerstoffreste aus der mit dem Schutzgas versehenen Gehäuseatmosphäre entfernt. Dies bewirkt eine zusätzliche Atmosphärenreinigung.

Ein Gussteil (36) kann durch eine in Fig. 1a-e schematisch gezeigte Schleuse (37) entnommen werden. Dadurch muss nicht vor jedem Gießvorgang erneut das gesamte Gehäuse (2) evakuiert werden.

Eine Herstellung des Gussteils (36) umfasst folgende Verfahrensschritte, insbesondere in der nachfolgend aufgelisteten Reihenfolge:

- Bewegung der Wolframelektrode (32) aus einer in Fig. 1a gezeigten Ausgangsposition in eine in Fig. 1b gezeigte Endposition über einem zu schmelzenden Gussmaterialpellet (15),
- Evakuierung des Gehäuses (2) sowie Einbringung eines Schutzgases, vorzugsweise Argon,
- Erhitzung eines vorzugsweise aus Titan gebildeten Getters (35) auf eine Temperatur größer 600 °C,
- Ausbildung eines Lichtbogens (30) zwischen der Spitze (31) der Wolframelektrode (32) und dem Pellet (15) zum Schmelzen des Pellets (15) und dessen Überhitzung auf eine Temperatur zwischen 75 und 1300°C oberhalb seiner Schmelztemperatur,
- Ausschalten des Lichtbogens und Bewegung der Wolframelektrode (32) zurück in die in Fig. 1a gezeigte Anfangsposition,
- Bewegung des Gießkolbens (20) und der Hülse (19) in Richtung des Schmelzbereichs (13) bis der untere Abschnitt (23) der Hülse (19) in die Nut (18) eingreift, so dass ein in Fig. 1c gezeigter, das geschmolzene Pellet (15) umschließender Raum (27) zwischen dem Gießkolben (20) und der Einfüllöffnung (16) gebildet wird,

- Eine Relativbewegung des Gießkolbens (20) zur Hülse (19) entgegen einer Federkraft der Feder (22) zur Verkleinerung des Raums (27), wodurch das geschmolzene Gussmaterial (15) durch die Einfüllöffnung (16) in den Formhohlraum (17) der Gussteilform (3) zur Bildung des Gussteils (36) hineingepresst wird. Diese Bewegung ist eine Bewegung des Gießkolbens (20) aus einer in Fig. 1c gezeigten anfänglichen Füllposition in eine in Fig. 1d gezeigte Endposition, in der der Formhohlraum (17) mit dem Gussmaterial (15) befüllt ist,
- Wegbewegung des Gießkolbens (20) und der Hülse (19) in eine in Fig. 1a gezeigte Ausgangsposition oberhalb des Schmelzbereichs (13),
- Auseinanderbewegung der beiden Teile (4,5) der Gussteilform (3) in eine in Fig. 1e gezeigte Gussteilentnahmeposition sowie Entnahme des Gussteils (36) durch die Schleuse (37) hindurch in Richtung des Pfeils (38),
- Schließen der Gussteilform (3) sowie Zufuhr eines neuen Pellets (15) aus dem Pelletmagazin (29) in den Schmelzbereich (13).

Denkbar ist ein zusätzlicher Verfahrensschritt, bei dem eine zum Beginn eines Einpressens des Gussmaterials aktivierbare, in Fig. 1a-e nicht gezeigte Saugereinrichtung einen Unterdruck bewirkt, durch den die Gussteilform (3) entlüftet und das geschmolzene Gussmaterial (15) zusätzlich in die Gussteilform (3) hineingesaugt wird.

Ferner ist denkbar, dass das Gussmaterial (15) durch einen Laserstrahl und/oder einen Elektronenstrahl geschmolzen wird.

Es wird nun auf Fig. 2 Bezug genommen, wo gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in Fig. 1a-e bezeichnet sind und der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe a beigefügt ist.

Eine in Fig. 2 gezeigte Vorrichtung (1a) unterscheidet sich durch diejenige in Fig. 1a-e gezeigte dadurch, dass zwei Elektroden (32a, 38) vorgesehen sind, die durch Ausbildung von zwei Lichtbögen (30a, 39) zum Schmelzen eines Gussmaterialpellets (15a) eingerichtet sind. Vorteilhaft sind eine schnellere Erhitzung, eine höhere Überhitzung sowie eine Verarbeitung von großen Gussmaterialpellets (15a) möglich.

Es wird nun auf Fig. 3 Bezug genommen, wo gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in Fig. 1a-e und 2 bezeichnet sind und der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe b beigefügt ist.

Eine in Fig. 3 in der Draufsicht gezeigte Gussteilform (3b) einer erfindungsgemäßen Vorrichtung (1b) unterscheidet sich durch die in Fig. 1 und 2 gezeigte dadurch, dass zwei Schmelzbereiche (13b, 40) mit einem Sockel vorgesehen sind, auf denen zwei Pellets (15b) liegen, die zwei gestrichelt dargestellte Einfüllöffnungen (16b, 41) überdecken. Es versteht sich, dass zum Schmelzen in jedem Schmelzbereich (13b, 40) jeweils mindestens ein Lichtbogen sowie ein in Fig. 3 nicht gezeigter Gießkolben mit Hülse erforderlich sind. Die beiden Pellets (15b) werden insbesondere synchron geschmolzen und ein geschmolzenes Gussmaterialpellet (15b) wird durch eine vorzugsweise synchronisierte Bewegung der beiden Gießkolben und Hülsen in die Gussteilform (3b) hineingepresst.

Dabei kann entweder ein einziger Formhohlraum befüllt werden oder gleichzeitig mehrere Form Hohlräume. Dadurch können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung entweder sehr große Gussteile oder mehrere Gussteile gleichzeitig mit einer einzigen Gussteilform hergestellt werden.

Es wird nun auf Fig. 4 Bezug genommen, wo gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in Fig. 1a-e, 2 und 3 bezeichnet sind und der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe c beigefügt ist.

Eine in Fig. 4 gezeigte Vorrichtung (1c) unterscheidet sich von derjenigen in Fig. 1 gezeigten dadurch, dass ein Gießkolben (20c) sowie eine Hülse (19c) dazu vorgesehen sind, ein Gussmaterial (15c) von einer Unterseite (42) einer Gussteilform (3c) in diese einzubringen. Vorteilhaft kann eine besonders laminare Füllung bewirkt werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in Fig. 4 weder eine Zuführeinrichtung für die Pellets noch ein Pyrometer gezeigt.

Ein tiegelförmiger Schmelzbereich (13c), in dem ein Pellet (15c) liegt, ist von einer Stirnseite (25c) des Gießkolbens (20c) sowie einer Innenwand (26c) der Hülse (19c) gebildet. Der Gießkolben (20c) und das Pellet (15c) bilden eine Gegenelektrode zu einer Wolframelektrode (32c), zwischen der und dem Pellet (15c) ein in Fig. 4 nicht gezeigter Lichtbogen zum Schmelzen des Pellets (15c) ausgebildet werden kann.

Es wird nun auf Fig. 5 Bezug genommen, wo gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in Fig. 1a-e, 2, 3 und 4 bezeichnet sind und der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe d beigefügt ist.

Eine in Fig. 5 gezeigte Vorrichtung (1d) unterscheidet sich durch die in Fig. 1 bis 4 gezeigte dadurch, dass eine Saugeinrichtung (43) vorgesehen ist, die durch einen Saugkanal (44) mit einem Gussteilformkanal (45) fluidisch verbunden ist. Die Saugeinrichtung (43) ist aktivierbar und saugt bei einer Bewegung eines Gießkolbens (20d), durch den ein geschmolzenes Gussmaterial (15d) in eine Gussteilform (3d) hineingepresst wird, von einer vorzugsweise dem Gießkolben (20d) abgewandten Seite ein geschmolzenes Gussmaterial zusätzlich in die Gussteilform (3d) ein. Vorteilhaft kann durch diese zusätzliche Saugkraft eine bessere Gussteilformfüllung bewirkt werden.

Es versteht sich, dass die Saugeinrichtung (43) auch außerhalb des Gehäuses (2d) angeordnet sein kann. Ferner versteht sich, dass ein Übergangsbereich von dem Saugkanal (44) zu dem Gussteilformkanal (43) derart ausgebildet ist, dass eine Öffnung einer mehrteiligen Gussteilform weiterhin möglich ist.

Es wird nun auf Fig. 6 Bezug genommen, wo gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in Fig. 1a-e, 2, 3, 4 und 5 bezeichnet sind und der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe e beigelegt ist.

Eine in Fig. 6 gezeigte, zweiteilige Gussteilform (3e) unterscheidet sich von den in Fig. 1 bis 5 gezeigten Gussteilformen (3; 3a; 3b; 3c; 3d) dadurch, dass eine horizontale Befüllung eines Formhohlraumes (17e) möglich ist. Ein Schmelzbereich (13e) umfasst eine Vertiefung (14e) in einem Teil (5e) der Gussteilform (3e), in der sich ein in Fig. 6a gezeigtes, geschmolzenes Gussmaterialpellet (15e) befindet.

Eine Hülse (19e) weist in einem unteren Hülsenabschnitt (23e) eine Öffnung (46) auf, durch die hindurch das geschmolzene Gussmaterial (15e) in den Formhohlraum (17e) der Gussteilform (3e) eingebracht werden kann. Ferner ist eine Stirnfläche (25e) eines Gießkolbens (20e) schräg ausgebildet. Eine Normale auf diese Fläche weist in Richtung einer Einfüllöffnung (16e). Bei einer Bewegung des Gießkolbens (20e) zur Füllung des Formhohlraums (17e) wird vorteilhaft sichergestellt, dass das geschmolzene Gussmaterialpellet (15e) durch die Einfüllöffnung (16e) in den Formhohlraum (17e) geführt wird. Dazu bilden ferner eine Außenseite einer Hülse (19e) und eine Außenseite der Gussteilform (3e) sowie eine Stirnfläche der Hülse (19e) und eine Oberseite der Gussteilform (3e) eine in Fig. 6b gezeigte Dichtfläche. Eine in Fig. 6b gezeigte Gießkolbenstellung entspricht derjenigen in Fig. 1c gezeigten.

Es ist denkbar, dass zwischen einer Elektrode und einem einzigen insbesondere pelletförmigen Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) mehrere Lichtbögen (30; 30a, 39) ausgebildet werden.

Es ist ferner denkbar, dass eine Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) mit mehreren Einfüllöffnungen (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) versehen ist, die unterschiedlich groß sind. Dazu ist vorteilhaft, wenn eine Größe eines Gießkolbens (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e) auf eine Größe der Einfüllöffnungen (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) und/oder eine Größe der Gussteilpellets (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 16e) angepasst ist. In einer Vorrichtung (1; 1a; 1b; 1c; 1d; 1e) können hierzu verschieden große Gießkolben (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e) vorgesehen sein, die beispielsweise voneinander verschiedene Durchmesser aufweisen.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung (1; 1a; 1b; 1c; 1d; 1e) zur Herstellung eines aus einem amorphen oder teilamorphen Metall gebildeten Gussteils (36), die eine Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) mit mindestens einer Einfüllöffnung (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) zum Einbringen eines das Gussteil (36) bildenden Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) sowie eine Einrichtung zum Schmelzen des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzeinrichtung mindestens einen Bereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) aufweist, der zum Schmelzen des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzeinrichtung ein Mittel zur Ausbildung mindestens eines Lichtbogens (30; 30a, 39) in dem mindestens einen Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) aufweist, das insbesondere mindestens zwei in Abstand voneinander angeordnete Elektroden (32; 32a, 38; 32b; 32c) umfasst, zwischen denen der mindestens eine Lichtbogen (30; 30a, 39) ausgebildet werden kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine der mindestens zwei Elektroden (32; 32a, 38; 32b; 32c) zumindest teilweise von dem Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) gebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) in die Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) eingebracht ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) eine insbesondere muldenartige Vertiefung (14e) und/oder eine sockelartige Erhöhung (14; 14a; 14c; 14d) zur Aufnahme des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e)

- umfasst, und vorzugsweise zumindest teilweise um die mindestens eine Einfüllöffnung (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) herum angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 14e) von einer Stirnseite (25; 25a; 25c; 25d; 25e) eines insbesondere zylinderförmigen Gießkolbens (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e), der zur Einbringung von geschmolzenem Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 25e) in einen Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) der Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) vorgesehen ist, und einer Innenwand (26; 26a; 26c, 26d) eines Führungsmittels, in dem der Gießkolben (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e) geführt gelagert ist, begrenzt ist, wobei das Führungsmittel vorzugsweise eine zylinderförmige Hülse (19; 19a, 19c; 19d; 19e) umfasst.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein insbesondere zylinderförmiger Gießkolben (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e), der zur Einbringung von geschmolzenem Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in einen Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) der Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) vorgesehen ist, relativ zu einem Führungsmittel (19; 19a; 19c; 19d; 19e), in dem der Gießkolben (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e) geführt gelagert ist, bewegbar ist, insbesondere entgegen einer Wirkrichtung einer Rückstellkraft eines Rückstellmittels (22).
 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) zur Aufnahme des Führungsmittels vorgesehen ist und insbesondere eine vorzugsweise ringförmige Nut (18; 18a; 18c; 18d) aufweist.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Temperatur der Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) veränderbar ist.
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorrichtung (1; 1a; 1b; 1c; 1d) eine Einrichtung (43) zur Entlüftung und/oder zum Einsaugen von geschmolzenem Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in die Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) umfasst, die vorzugsweise beim Einbringen des Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in die Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) aktivierbar ist.

11. Verfahren zur Herstellung eines aus einem teilamorphen oder amorphen Metall gebildeten Gussteils (36), das folgende Verfahrensschritte aufweist:
 - Einbringung eines Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in einen Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e), in dem das Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) durch einen Lichtbogen (30; 30a, 39), einen Laserstrahl und/oder einen Elektronenstrahl auf eine Temperatur oberhalb seiner Schmelztemperatur erhitzt wird,
 - Einpressen des geschmolzenen Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in einen Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) einer Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) durch einen Gießkolben (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e),
 - Entnahme des Gussteils (36) aus der Form (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e).
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) auf eine Temperatur erhitzt wird, die bis zu 1300°C oberhalb seiner Schmelztemperatur ist, mindestens 75°C, insbesondere 150°C, vorzugsweise 200 bis 400°C, besonders bevorzugt bis zu 800 °C.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in dem mindestens einen Schmelzbereich (13; 13; 13b; 40, 13c; 13d; 13e) angeordnet wird und insbesondere eine Einfüllöffnung (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e), durch die hindurch die Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d) befüllbar ist, zumindest teilweise überdeckt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

dass der Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) vor dem Einpressen des geschmolzenen Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) entlüftet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einbringung des geschmolzenen Gussmaterials (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) in den Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) der Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) eine Relativbewegung des Gießkolbens (20; 20a; 20b; 20c; 20d; 20e) zu einem den Gießkolben führenden Führungsmittel (19; 19a; 19c; 19d; 19e) entgegen einer Rückstellkraft eines Rückstellmittels (22) erfolgt, wodurch ein das geschmolzene Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) aufnehmender Raum (27; 27e) verkleinert wird und das geschmolzene Gussmaterial (15; 15a; 15b; 15c; 15d; 15e) durch die Einfüllöffnung (16; 16a; 16b, 41; 16c; 16d; 16e) hindurch in den Formhohlraum (17; 17a; 17c; 17d; 17e) der Gussteilform (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e) zur Bildung des Gussteils (36) hineingepresst wird.
16. Gussteil aus einem teilmorphen oder amorphen Metall, welches mit der Vorrichtung (1; 1a; 1b; 1c; 1d; 1e) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14 herstellbar oder hergestellt ist.

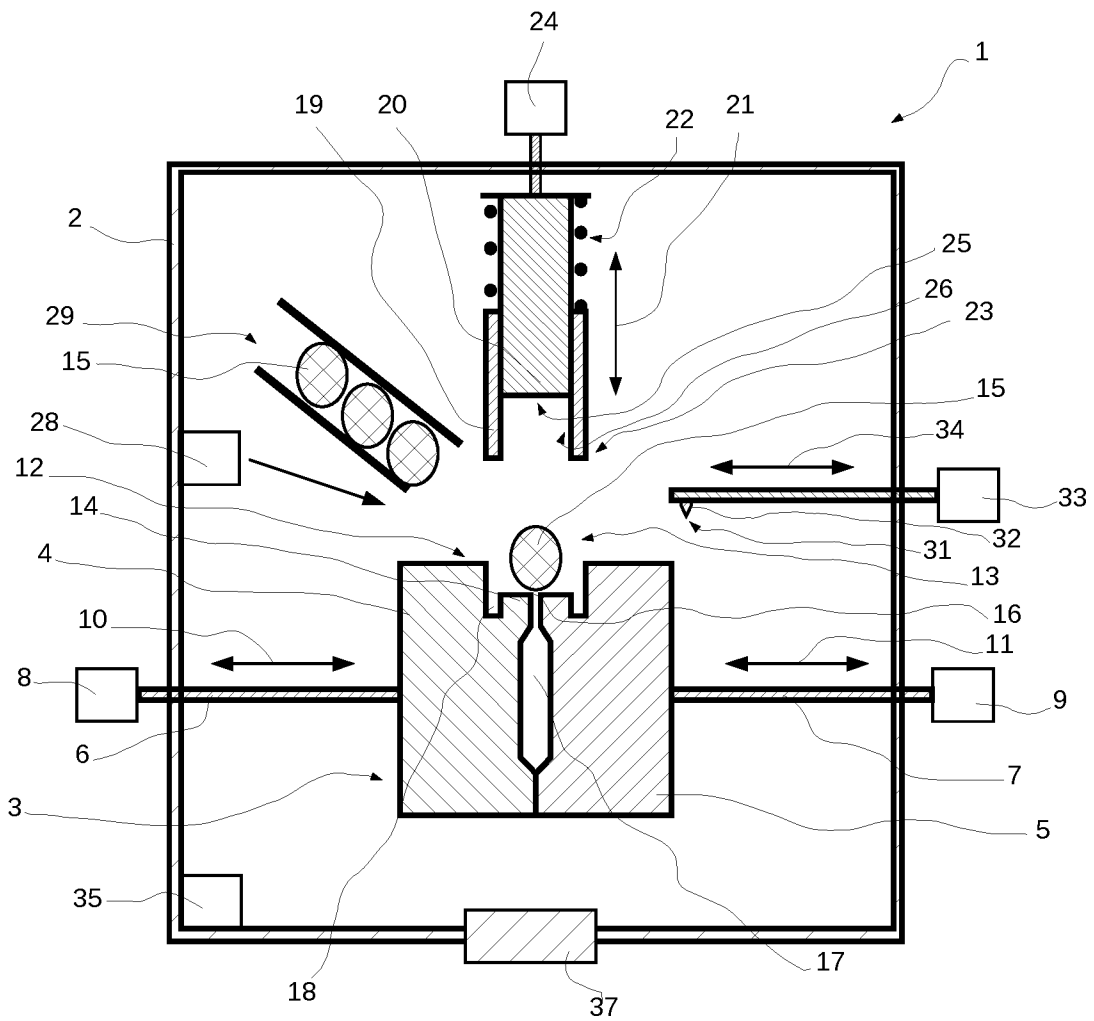


Fig. 1a

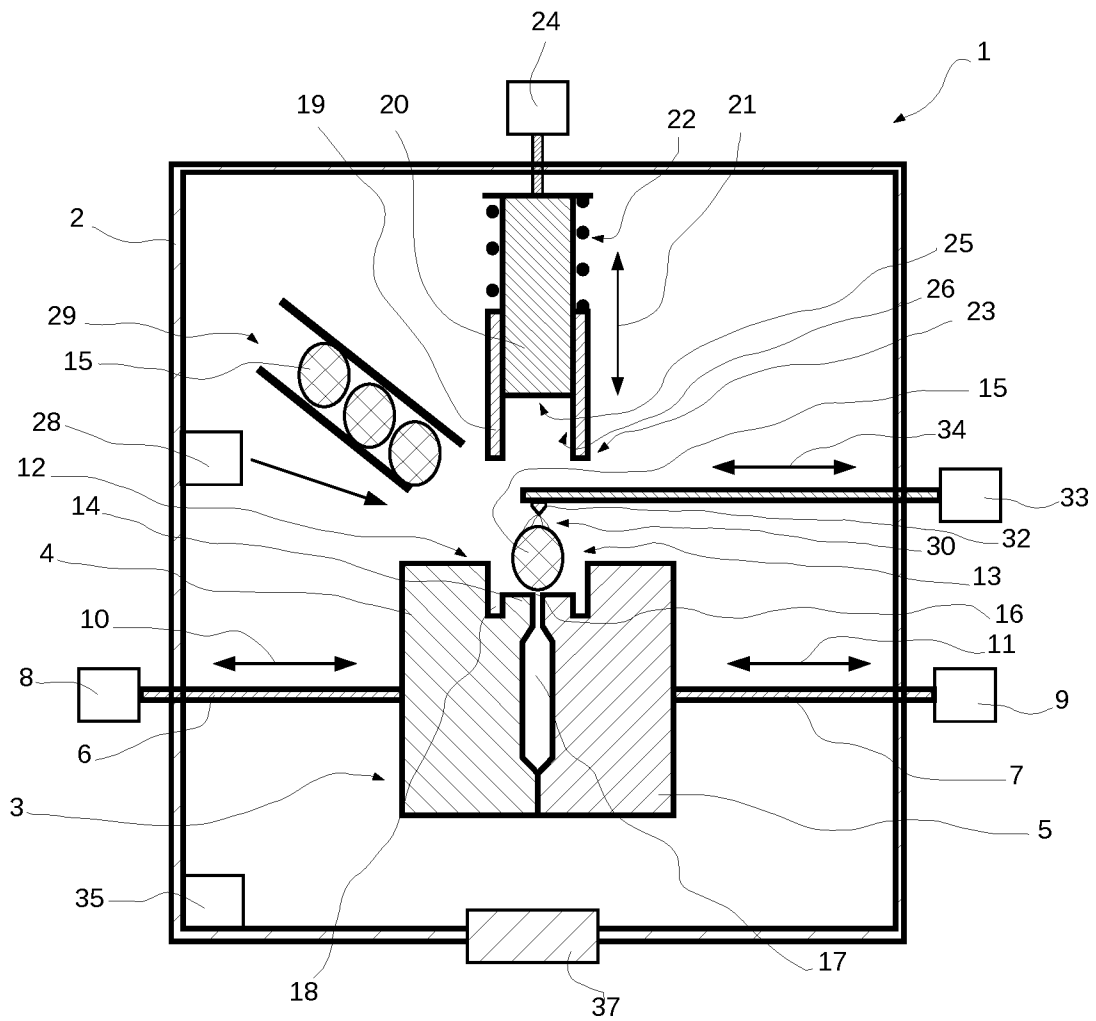


Fig. 1b

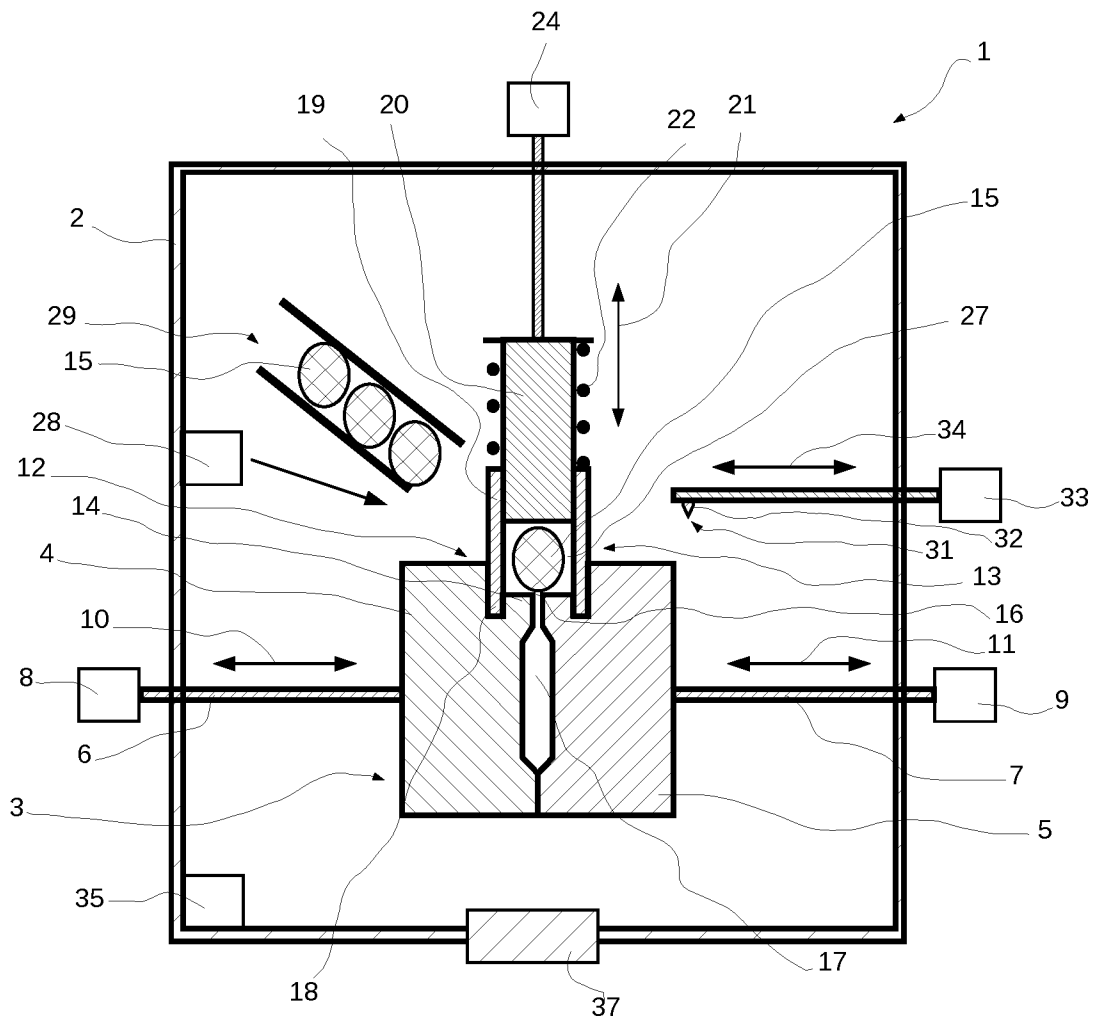


Fig. 1c

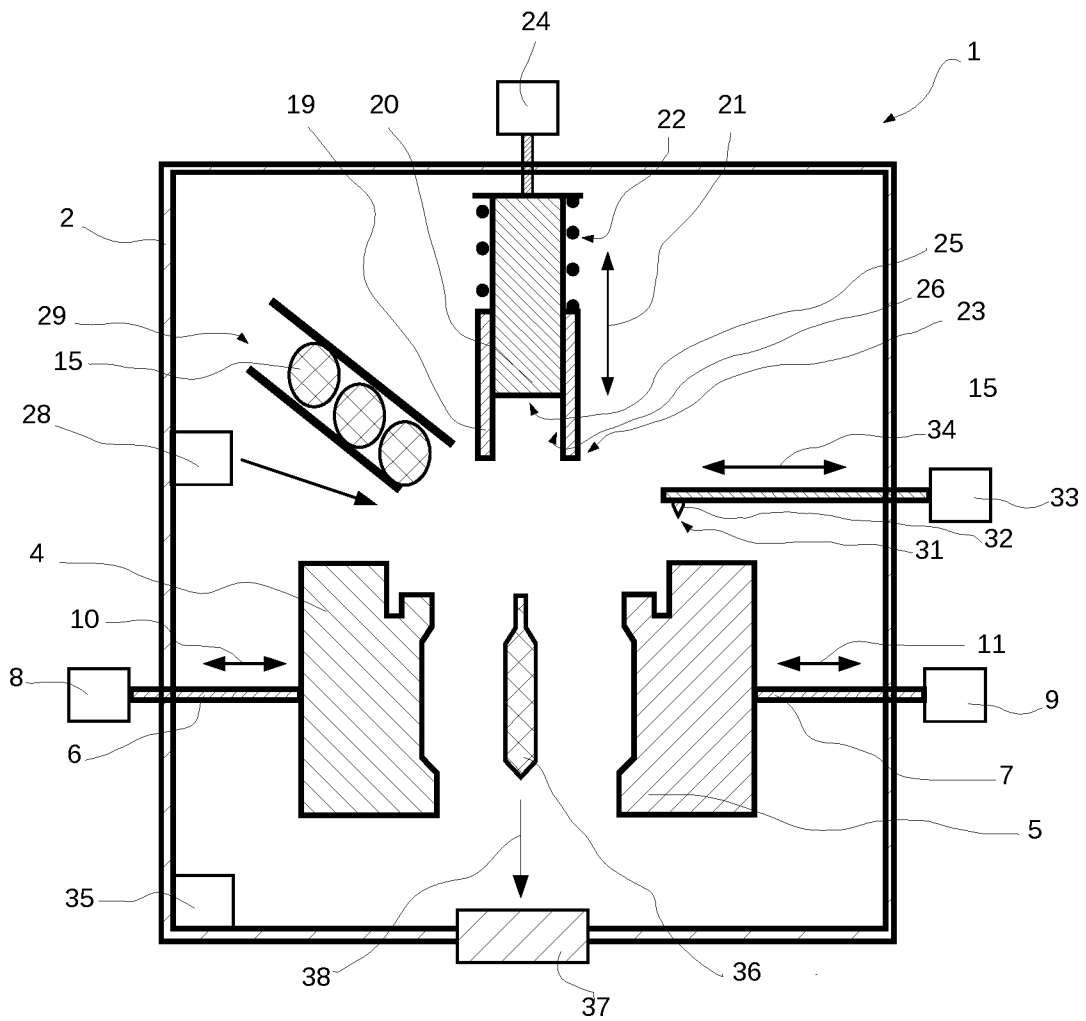


Fig. 1e

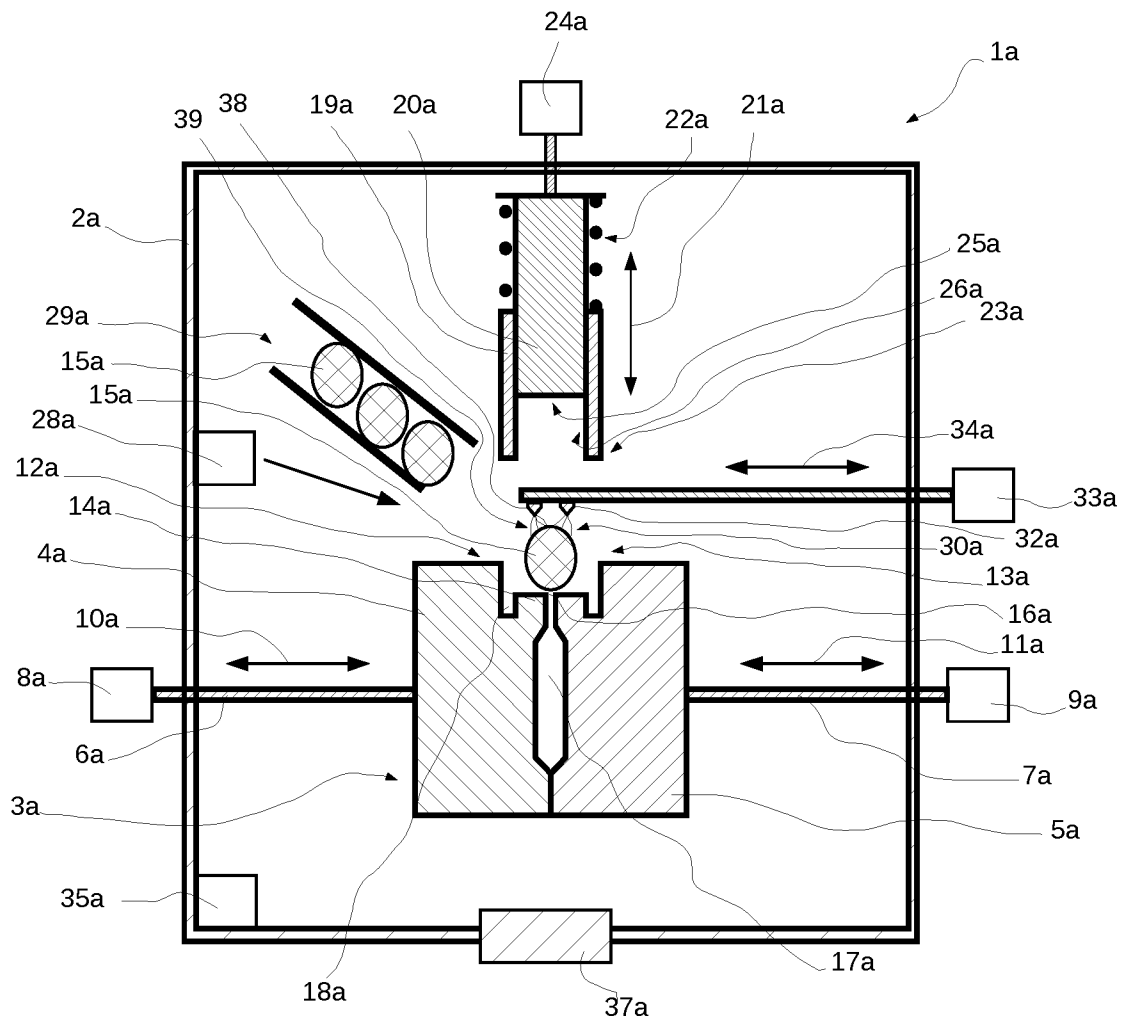


Fig. 2

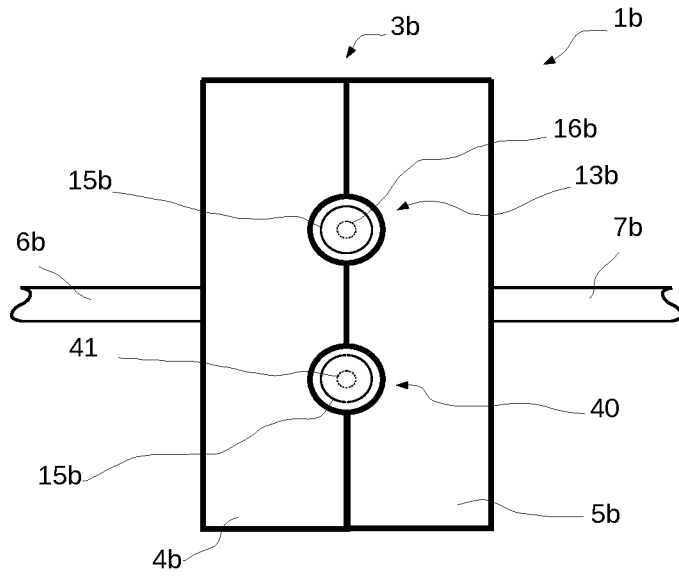


Fig. 3

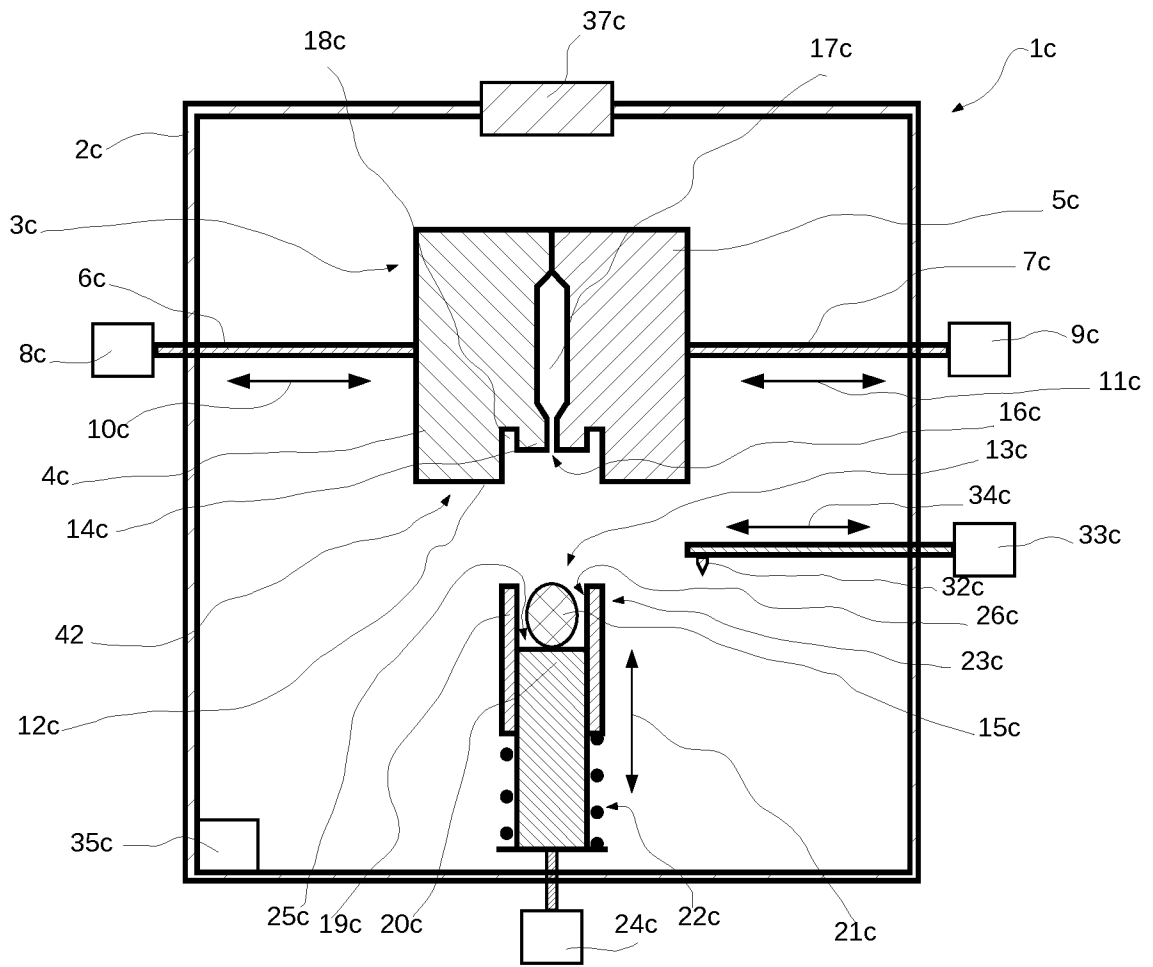


Fig. 4

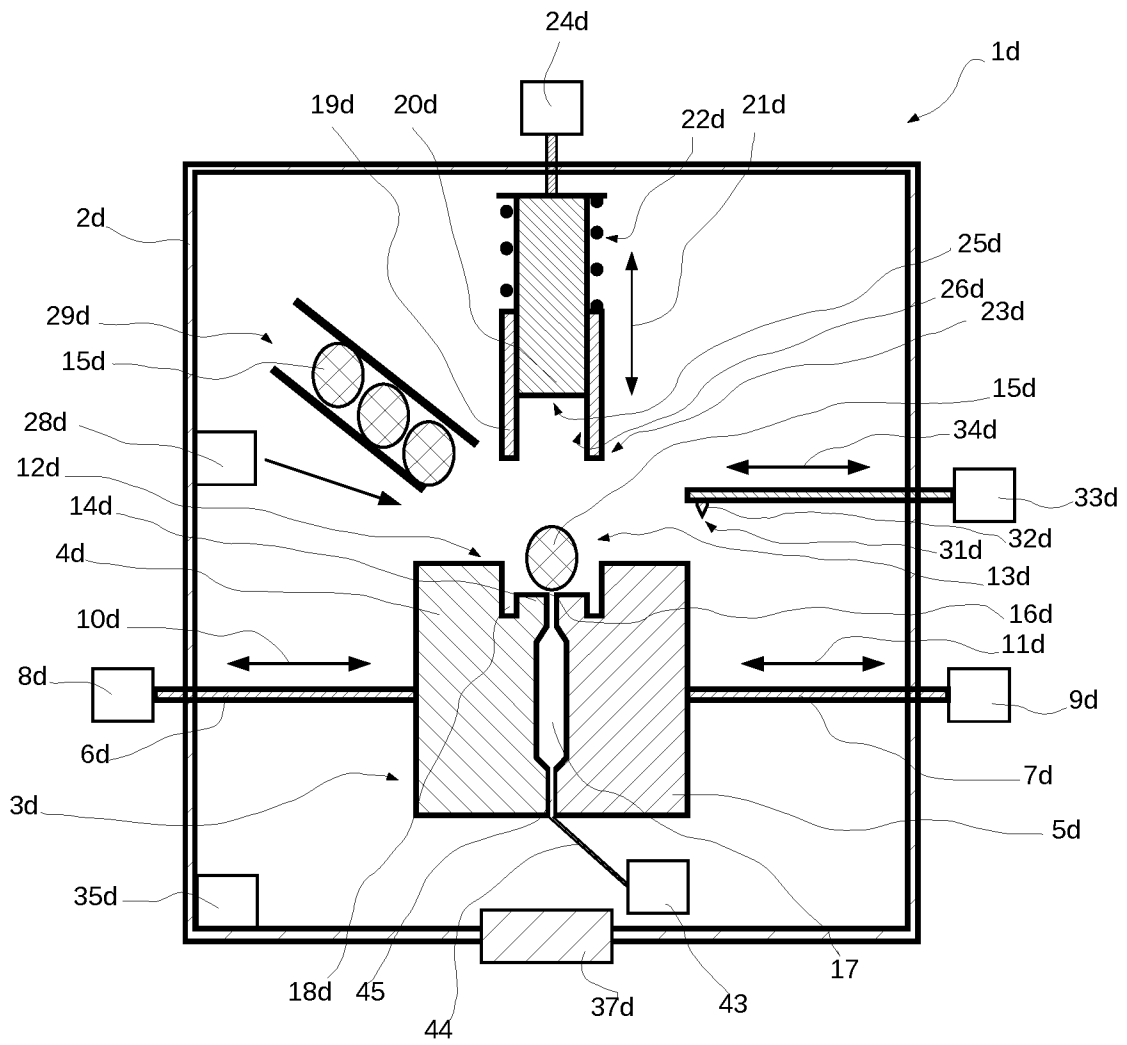


Fig. 5

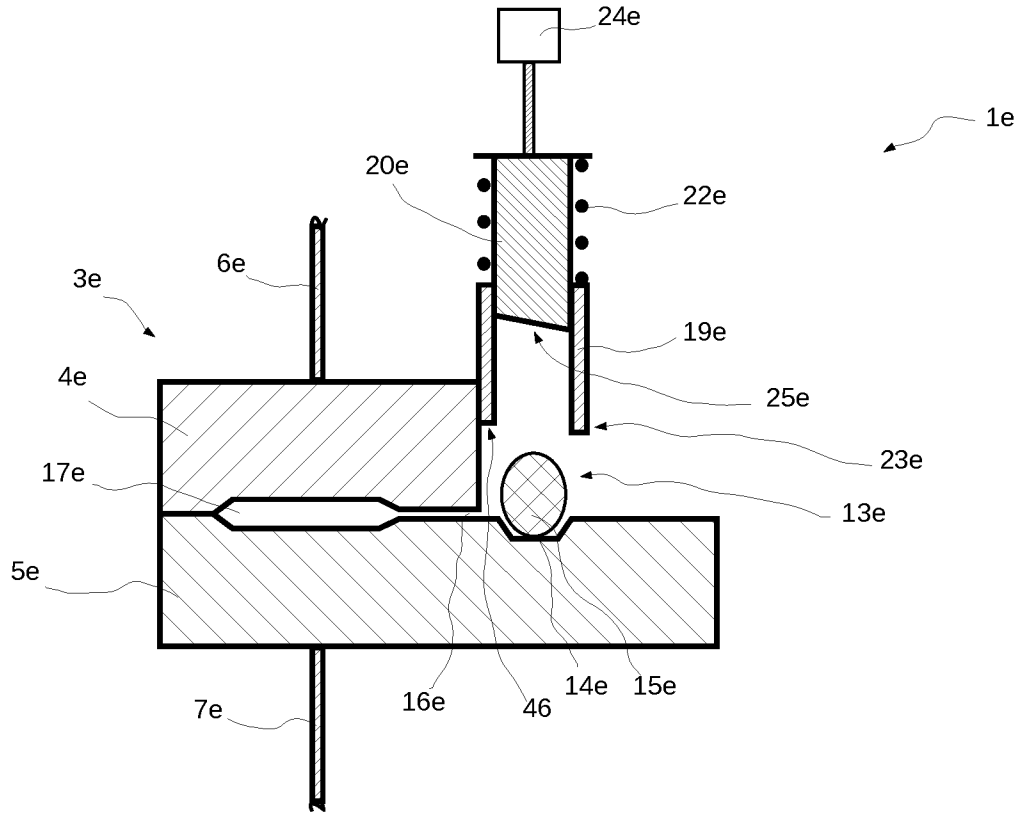


Fig. 6a

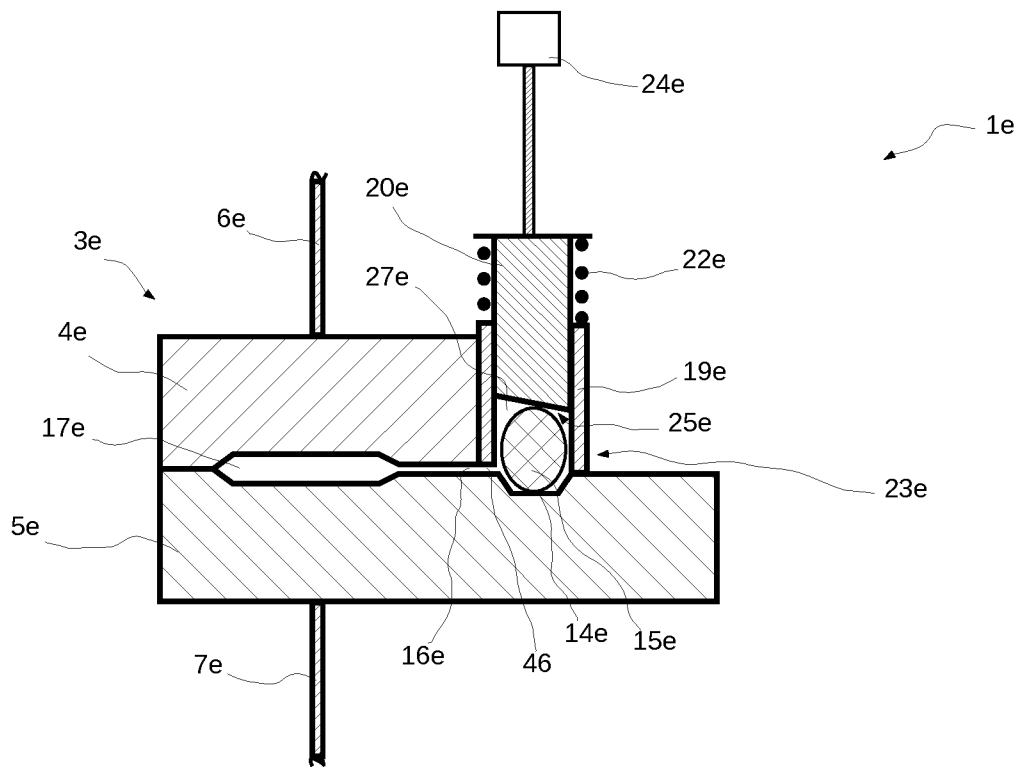


Fig. 6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/066761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B22D 17/12 (2006.01)i; B22D 17/20 (2006.01)i; B22D 17/28 (2006.01)i; B22D 17/30 (2006.01)i; B22D 27/04 (2006.01)i; C22C 1/00 (2006.01)i; C22C 1/02 (2006.01)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) B22D; C22C		
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	US 2015096967 A1 (LEE DAVID S [US] ET AL) 09 April 2015 (2015-04-09) paragraphs [0039] - [0041], [0065]; claim 1; figure 1	1,7,9
X	US 2007215306 A1 (MURAMATSU NAOKUNI [JP] ET AL) 20 September 2007 (2007-09-20)	1,6,7,9,11-14,16
A	paragraphs [0027] - [0086]; figures 1-4	2-5,8,10,15
X	JP 2000326065 A (YKK CORP) 28 November 2000 (2000-11-28) abstract	1,4,5
X	US 2016271689 A1 (FU HUAMENG [CN] ET AL) 22 September 2016 (2016-09-22) abstract	1,4,6,7,10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 01 August 2019		Date of mailing of the international search report 09 August 2019
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 Baumgartner, Robin Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/066761

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015096967	A1	09 April 2015	CN	104630661	A	20 May 2015
				CN	204356391	U	27 May 2015
				JP	5916827	B2	11 May 2016
				JP	2015071190	A	16 April 2015
				US	2015096967	A1	09 April 2015
US	2007215306	A1	20 September 2007	CN	1876278	A	13 December 2006
				EP	1731245	A2	13 December 2006
				JP	4688145	B2	25 May 2011
				JP	2006341289	A	21 December 2006
				KR	20060128647	A	14 December 2006
				KR	20120125212	A	14 November 2012
				US	2007215306	A1	20 September 2007
JP	2000326065	A	28 November 2000	JP	3784578	B2	14 June 2006
				JP	2000326065	A	28 November 2000
US	2016271689	A1	22 September 2016	CN	104668503	A	03 June 2015
				EP	3075465	A1	05 October 2016
				US	2016271689	A1	22 September 2016
				WO	2015078208	A1	04 June 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/066761

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B22D17/12 B22D17/20 B22D17/28 B22D17/30 B22D27/04 C22C1/00 C22C1/02 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22D C22C 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	US 2015/096967 A1 (LEE DAVID S [US] ET AL) 9. April 2015 (2015-04-09) Absätze [0039] - [0041], [0065]; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1,7,9
X A	US 2007/215306 A1 (MURAMATSU NAOKUNI [JP] ET AL) 20. September 2007 (2007-09-20) Absätze [0027] - [0086]; Abbildungen 1-4 -----	1,6,7,9, 11-14,16 2-5,8, 10,15
X	JP 2000 326065 A (YKK CORP) 28. November 2000 (2000-11-28) Zusammenfassung -----	1,4,5
X	US 2016/271689 A1 (FU HUAMENG [CN] ET AL) 22. September 2016 (2016-09-22) Zusammenfassung -----	1,4,6,7, 10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. August 2019		09/08/2019
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 Baumgartner, Robin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/066761

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015096967 A1	09-04-2015	CN 104630661 A	20-05-2015
		CN 204356391 U	27-05-2015
		JP 5916827 B2	11-05-2016
		JP 2015071190 A	16-04-2015
		US 2015096967 A1	09-04-2015

US 2007215306 A1	20-09-2007	CN 1876278 A	13-12-2006
		EP 1731245 A2	13-12-2006
		JP 4688145 B2	25-05-2011
		JP 2006341289 A	21-12-2006
		KR 20060128647 A	14-12-2006
		KR 20120125212 A	14-11-2012
		US 2007215306 A1	20-09-2007

JP 2000326065 A	28-11-2000	JP 3784578 B2	14-06-2006
		JP 2000326065 A	28-11-2000

US 2016271689 A1	22-09-2016	CN 104668503 A	03-06-2015
		EP 3075465 A1	05-10-2016
		US 2016271689 A1	22-09-2016
		WO 2015078208 A1	04-06-2015
