

(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
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/125837 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/105 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B23K 15/00 (2006.01) B33Y 30/00 (2015.01)
B23K 26/342 (2014.01) B33Y 40/00 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/000329

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Dezember 2019 (17.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 222 409.9
20. Dezember 2018 (20.12.2018) DE

(71) Anmelder: MTU AERO ENGINES AG [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder: ROTT, Sebastian; Grillparzerstr. 7, 81675 München (DE). LADEWIG, Alexander; Finner 6, 83707 Bad Wiessee (DE). JAKIMOV, Andreas; Birkenstr. 12B, 85777 Fahrenzhausen (DE). CASPER, Johannes; Linprunstrasse 33, 80335 München (DE). LIEBL, Christian; Ahornstr. 42, 85461 Bockhorn (DE). SCHLOTHAUER, Steffen; Sonnenstrasse 3b, 85253 Erdweg (DE). RAU, Christoph; Exterstr. 54 A, 82194 Gröbenzell (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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(54) Title: LAYERING APPARATUS FOR THE ADDITIVE MANUFACTURE OF AT LEAST ONE COMPONENT REGION OF A COMPONENT, FLOW-GUIDING DEVICE FOR A LAYERING APPARATUS, AND METHOD FOR OPERATING A LAYERING APPARATUS

(54) Bezeichnung: SCHICHTBAUVORRICHTUNG ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG ZUMINDEST EINES BAUTEILBEREICHES EINES BAUTEILS, STRÖMUNGSLEITEINRICHTUNG FÜR EINE SCHICHTBAUVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SCHICHTBAUVORRICHTUNG

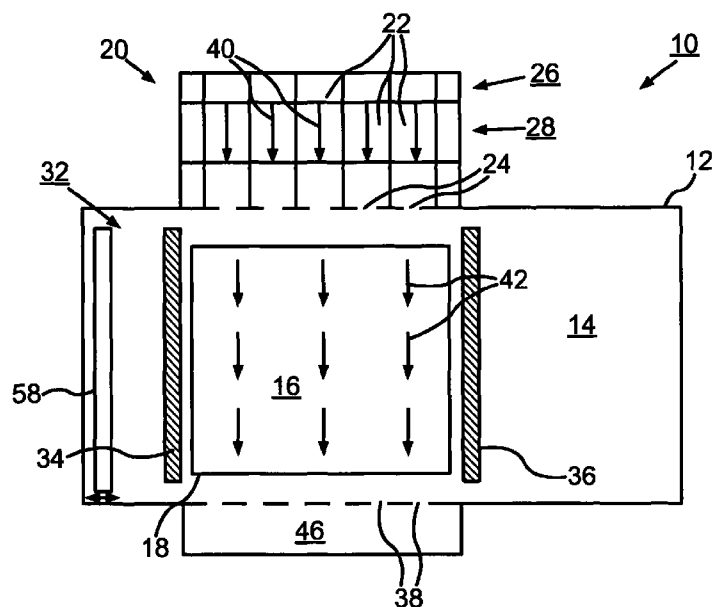


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a layering apparatus (10) for the additive manufacture of at least one component region of a component by means of an additive layering method, comprising: at least one recoater (58) for applying at least one powder layer of a material onto a building and joining zone (16); at least one radiation source for generating at least one energy beam for the layered and local fusing and/or sintering of the material to form a component layer by selectively irradiating the material with the at least one energy beam in accordance with a predefined exposure strategy; and at least one inlet flow guide (20) for guiding a fluid flow in the direction



WO 2020/125837 A1

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

of the building and joining zone (16) and for generating a fluid flow across the powder layer, the inlet flow guide (20) comprising at least two channels (22) for receiving and guiding the fluid flow, an upper flow-guiding region (26) and a lower flow-guiding region (28) adjoining the upper flow-guiding region downstream thereof. The individual channels (22) in the lower flow-guiding region (26) of the inlet flow guide (20) are designed such that they receive and guide equal volumes of the fluid flow, and a cross section of each channel (22) over the run length of the corresponding channel (22) is designed such that, in each channel (22), equal pressure losses of the fluid flow over the run length of the channel (22) are produced; and the layering apparatus (10) has at least one flow-guiding device (32), which comprises at least one guiding element (34, 36) for guiding the fluid flow across at least one region of the powder layer, the flow-guiding device (32) being arranged, at least when the layering apparatus (10) is in operation, in the region of an end region of the inlet flow guide (20) comprising channel exit openings (24). The invention also relates to a inlet flow guide (20) for a layering apparatus (10) of this type, and to a method for operating a layering apparatus (10) of this type.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Schichtbauvorrichtung (10) zur additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils durch ein additives Schichtbauverfahren, umfassend mindestens einen Beschichter (58) zum Auftrag von mindestens einer Pulverschicht eines Werkstoffs auf eine Aufbau- und Fügezone (16); mindestens eine Strahlungsquelle zum Erzeugen wenigstens eines Energiestrahls zum schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs zum Ausbilden einer Bauteilschicht durch selektives Bestrahlen des Werkstoffs mit dem wenigstens einem Energiestrahл gemäß einer vorbestimmten Belichtungsstrategie; und wenigstens eine Einlassströmungsführung (20) zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung der Aufbau- und Fügezone (16) und zur Erzeugung eines Fluidstrom über der Pulverschicht, wobei die Einlassströmungsführung (20) mindestens zwei Kanäle (22) zur Aufnahme und Leitung des Fluidstroms sowie einen oberen Stromführungsbereich (26) und einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich (28) umfasst. Die einzelnen Kanäle (22) sind dabei im unteren Stromführungsbereich (26) der Einlassströmungsführung (20) derart ausgestaltet, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms aufnehmen und leiten, und ein Querschnitt des jeweiligen Kanals (22) über eine Lauflänge des entsprechenden Kanals (22) derart ausgestaltet ist, dass in jedem Kanal (22) gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des Kanals (22) entstehen; und die Schichtbauvorrichtung (10) wenigstens eine Strömungsleiteinrichtung (32) aufweist, welche mindestens ein Leitelement (34, 36) zum Leiten des Fluidstroms über zumindest einen Bereich der Pulverschicht umfasst, wobei die Strömungsleiteinrichtung (32) zumindest im Betrieb der Schichtbauvorrichtung (10) im Bereich eines Kanalaustrittsöffnungen (24) umfassenden Endbereichs der Einlassströmungsführung (20) angeordnet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Einlassströmungsführung (20) für eine solche Schichtbauvorrichtung (10) sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Schichtbauvorrichtung (10).

Schichtbauvorrichtung zur additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils,
Strömungsleiteinrichtung für eine Schichtbauvorrichtung und Verfahren zum Betreiben einer
Schichtbauvorrichtung

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schichtbauvorrichtung zur additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils, eine Einlassströmungsführung für eine derartige Schichtbauvorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Schichtbauvorrichtung.

10

Bei so genannten additiven bzw. generativen Fertigungsverfahren (sog. Rapid Manufacturing- bzw. Rapid Prototyping-Verfahren) wird ein Bauteilbereich bzw. ein vollständiges Bauteil, bei dem es sich beispielsweise um ein Bauteil einer Strömungsmaschine bzw. eines Flugtriebwerks handeln kann, schichtweise aufgebaut. Vorwiegend metallische Bauteile werden in der Regel durch Laser- bzw. Elektronenstrahlschmelz- oder -sinterverfahren hergestellt. Dabei wird zunächst mittels eines Beschichters schichtweise mindestens ein pulverförmiger Werkstoff im Bereich einer Aufbau- und Fügezone aufgetragen, um eine Pulverschicht zu bilden. Anschließend wird der Bauteilwerkstoff lokal verfestigt, indem dem Werkstoff im Bereich der Aufbau- und Fügezone Energie mittels wenigstens eines Energiestrahls zugeführt wird, wodurch der Werkstoff schmilzt bzw. sintert und eine Bauteilschicht bildet. Der Energiestrahle wird dabei in Abhängigkeit einer Schichtinformation der jeweils herzustellenden Bauteilschicht gesteuert. Die Schichtinformationen werden üblicherweise aus einem 3D-CAD-Körper des Bauteils erzeugt und in einzelne Bauteilschichten unterteilt. Nach dem Verfestigen des geschmolzenen oder versinterten Werkstoffs wird die Bauplattform schichtweise um eine vordefinierte Schichtdicke abgesenkt. Danach werden die genannten Schritte bis zur endgültigen Fertigstellung des gewünschten Bauteilbereichs oder des gesamten Bauteils wiederholt. Der Bauteilbereich bzw. das Bauteil kann dabei beispielsweise auf einer absenkbaren Bauplattform und/oder auf einem bereits erzeugten Teil des Bauteils oder Bauteilbereichs bzw. auf einer Stützstruktur hergestellt werden. Die Vorteile dieser additiven Fertigung liegen insbesondere in der Möglichkeit, sehr komplexe Bauteilgeometrien mit Hohlräumen, Hinterschnitten und dergleichen im Rahmen eines einzelnen Verfahrens herstellen zu können.

15
20
25
30

Als problematisch bei diesen Schichtbauverfahren ist der Umstand anzusehen, dass sich häufig Zonen mit Verwirbelungen der Pulverschicht oder Staub sowie sonstige Verunreinigungen wie etwa Kondensat, Rauch oder Spratzer bilden, die sich unkontrolliert auf dem Baufeld, auf aufgeschmolzenem Pulver oder auf bereits verfestigten Bereichen der Bauteilschicht ablagern. Dies führt zu entsprechenden Verunreinigungen, Einschlüssen und Prozessstörungen und damit letztlich zu einer Verminderung der Bauteilqualität.

Aus der DE 10 2015 117 238 A1 ist es daher beispielsweise bekannt, eine Einlassströmungsführung vorzusehen, mittels welcher ein Fluidstrom erzeugt werden kann, um den Bereich der Pulverschicht beispielsweise mit einem Schutzgas oder Kühlmittel zu beaufschlagen.

Als nachteilig an den bekannten Einlassströmungsführungen ist der Umstand anzusehen, dass der Fluidstrom einen Freistrahlf darstellt, welcher nach dem Austritt aus einer Austrittsöffnung der Einlassströmungsführung unkontrolliert fließt. Zudem variieren die Strömungsgeschwindigkeiten am Auslass der bekannten Einlassströmungsführungen und es entsteht ein nachteiliges, inhomogenes Strömungsbild in diesem Bereich. Hierdurch kann es zu einer Aufwirbelung des pulverförmigen Werkstoffs sowie zur unkontrollierten Verteilung von Staub, Kondensat, Rauch, Spratzern und dergleichen kommen, was zu einer schlechteren Bauteilqualität führen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine prozesssicherere additive Herstellung von Bauteilschichten eines Bauteils mit höherer Qualität zu ermöglichen.

Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch eine Schichtbauvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, eine Einlassströmungsführung für eine derartige Schichtbauvorrichtung gemäß Patentanspruch 12 sowie durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 15 zum Betreiben einer solchen Schichtbauvorrichtung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils anderen Erfindungsaspekte anzusehen sind.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Schichtbauvorrichtung zur additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils durch ein additives Schichtbauverfahren. Die Schichtbauvorrichtung umfasst mindestens einen Beschichter zum Auftrag von mindestens einer

Pulverschicht eines Werkstoffs auf eine Aufbau- und Fügezone, mindestens eine Strahlungsquelle zum Erzeugen wenigstens eines Energiestrahls zum schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs zum Ausbilden einer Bauteilschicht durch selektives Bestrahlen des Werkstoffs mit dem wenigstens einem Energiestrahls gemäß einer vorbestimmten Belichtungsstrategie; und wenigstens eine Einlassströmungsführung zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung der Aufbau- und Fügezone zur Erzeugung eines Fluidstroms über der Pulverschicht, wobei die Einlassströmungsführung mindestens zwei Kanäle zur Aufnahme und Leitung des Fluidstroms sowie einen oberen Stromführungsbereich und einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich umfasst. Dabei sind die einzelnen Kanäle im unteren Stromführungsbereich der Einlassströmungsführung derart ausgestaltet, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms zur Ausbildung eines gleichmäßigen Volumenstroms aufnehmen und leiten. Zudem weist die Schichtbauvorrichtung wenigstens eine Strömungsleiteinrichtung auf, welche mindestens ein Leitelement zum Leiten des Fluidstroms über zumindest einen Teilbereich der Pulverschicht umfasst, wobei die Strömungsleiteinrichtung zumindest im Betrieb der Schichtbauvorrichtung im Bereich einer Kanalaustrittsöffnungen umfassenden Endbereichs der Einlassströmungsführung angeordnet ist. Generell sind „ein/eine“ im Rahmen dieser Offenbarung als unbestimmte Artikel zu lesen, also ohne ausdrücklich gegenteilige Angabe immer auch als „mindestens ein/mindestens eine“. Umgekehrt können „ein/eine“ auch als „nur ein/nur eine“ verstanden werden. Des Weiteren umfassen die Begriffe „gleich“ und „gleichmäßig“ nicht nur identische Werte oder Wertebereiche, sondern auch Werte und Wertebereiche die um ca. 15% von den identischen Werten oder Wertebereichen abweichen. Unter den Begriffen „angeordnet“ oder „Anordnung“ ist eine direkte oder indirekte Verbindung der entsprechenden Einzelelemente zu verstehen. Eine derartige Strömungsleiteinrichtung erlaubt eine verbesserte Kontrolle und gleichmäßigere Strömungsführung des Fluidstroms. Mittels der Einlassströmungsführung ist gewährleistet, dass eine gleichmäßige Geschwindigkeits- und Volumenstromverteilung innerhalb und insbesondere am Austritt der Einlassströmungsführung beziehungsweise im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen erzielt wird. Dadurch entsteht ein homogenes Strömungsbild in diesem Bereich, so dass die Entstehung von beispielsweise seitlichen Strömungskomponenten im Bauraum der Schichtbauvorrichtung, an welchen Verwirbelungen und/oder Totwassergebiete entstehen können, wirksam verhindert wird. Über die gesamte Aufbau- und Fügezone kann ein homogenes Strömungsfeld erzeugt werden. Zudem ist es mit Hilfe des mindestens einen Leitelements beispielsweise möglich, den Fluidstrom über dem Pulverbett bedarfsweise weiter zu homogenisieren, zu richten bzw. umzulenken und/oder zu zerstäuben. Dies ermöglicht eine prozesssicherere

additive Herstellung von Bauteilschichten eines Bauteils mit höherer Qualität. Das Leitelement kann in einfachster Ausgestaltung wandartig, das heißt flach, rechteckig und eben ausgebildet sein. Grundsätzlich ist die Geometrie des Leitelements aber nicht auf eine bestimmte Geometrie beschränkt, so dass auch abweichende, insbesondere unebene, beispielsweise bereichsweise kon-

5 vex und/oder konkav gewölbte Geometrien sowie nicht-rechteckige Geometrien vorgesehen sein können. Dies erlaubt es, die Pulverschicht bzw. die verfestigte Bauteilschicht gezielt mit einem gewünschten Fluid, beispielsweise einem Schutz- und/oder Kühlgas, zu beaufschlagen und/oder zu um- bzw. überströmen, um eine zielgerichtete Abführung von verwirbeltem Werk-

10 stoffpulver, Staub, Kondensat, Rauch, Spratzern und dergleichen sicherzustellen. Das Schutzgas kann Argon und/oder ein anderes Edelgas bzw. Edelgasgemisch (He, Ne, Kr, Xe) umfassen oder sein. Vorzugsweise weist das Schutzgas möglichst geringe Verunreinigungen an Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Wasser(dampf) auf. Unter einer möglichst geringen Verunreinigung werden jeweils Gehalte von höchstens 20 ppm, insbesondere von höchstens 10 ppm oder weniger verstanden. Die Schichtbauvorrichtung kann grundsätzlich als selektive Lasersinter- und/oder

15 Laserschmelzvorrichtung ausgebildet sein und einen oder mehrere Laser als Strahlungsquelle(n) aufweisen. Zur Erzeugung eines Laserstrahls kann beispielsweise ein CO₂-Laser, Nd:YAG-Laser, Yb-Faserlaser, Diodenlaser oder dergleichen vorgesehen sein. Ebenso ist es möglich, dass die Schichtbauvorrichtung als Elektronenstrahlsinter- und/oder -schmelzvorrichtung ausgebildet ist, das heißt eine oder mehrere Elektronenquellen als Strahlungsquelle(n) aufweist. Auch belie-

20 bige Kombinationen sind denkbar. In Abhängigkeit des verwendeten Werkstoffs und der Belichtungsstrategie kann es beim Belichten bzw. Bestrahlen zu einem Aufschmelzen und/oder zu einem Versintern des Werkstoffpulvers kommen, so dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter dem Begriff „Verschweißen“ auch „Versintern“ und umgekehrt verstanden werden kann.

25 In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung ist ein Querschnitt des jeweiligen Kanals der Einlassströmungsführung über eine Lauflänge des entsprechenden Kanals derart ausgestaltet, dass in jedem Kanal gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des Kanals entstehen. Dadurch ist wiederum ein homogenes Strömungsbild beziehungsweise eine homogene Strömungsverteilung am Austritt der Einlassströmungsführung beziehungsweise im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen gewährleistet, unabhän-

30 gig von den unterschiedlichen Kanallängen der einzelnen Kanäle. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass die jeweiligen Kanäle im unteren Stromführungsbereich derart ausgebildet sind, dass sie senkrecht zum Austritt beziehungsweise der Austrittsrichtung der Fluidströmung über

die entsprechend Kanalaustrittsöffnung verlaufen. Bei bekannten Einlassströmungsführungen weisen die Kanäle in dem genannten Bereich unterschiedliche Austrittswinkel auf. Dies führt zu einer ungleichmäßigen Ausrichtung und Volumenverteilung der Strömung in diesem Bereich. Vorteilhafterweise wird dies durch die erfindungsgemäße Ausrichtung der Kanäle zuverlässig verhindert. Es kann eine homogene Strömung aufgebaut werden. Der Begriff „senkrecht“ ist dabei als Wertebereich von $90^\circ \pm 5^\circ$ zu verstehen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass die Einlassströmungsführung im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen mindestens eine Zentriervorrichtung aufweist. Die Zentriervorrichtung dient dabei zum definierten Anschluss der Einlassströmungsführung an die Schichtbauvorrichtung beziehungsweise einer Düse der Schichtbauvorrichtung. Bei bekannten Einlassströmungsführungen fehlt diese Zentriervorrichtung. Dadurch kann bei unsachgemäßer Montage ein Versatz zu weiterführenden Kanälen oder Düsen entstehen. Bei einer zu hohen Anbringung der Einlassströmungsführung entsteht nach dem Übergang ein Ablösungsgebiet an einer unteren Kante. Bei einer zu niedrigen Anbringung trifft der Fluidstrom gegen eine starre Wand der Schichtaufbauvorrichtung und wird abgelenkt. Beide Varianten bewirken am Übergang beziehungsweise der Verbindungsstelle eine Querschnittsverengung und verursachen sowohl Druck- als auch Energieverluste. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung einer Zentriervorrichtung wird dies zuverlässig verhindert. Ein stetiger Strömungsübergang ist vorteilhafterweise gewährleistet. Zudem wird eine Übertragbarkeit der Strömungsverhältnisse unter unterschiedlichen Schichtbauvorrichtungen gewährleistet.

Eine besonders flexible und homogene Prozessströmungsführung wird in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch ermöglicht, dass das Leitelement relativ zur Pulverschicht bewegbar ist. Die Bewegung des Leitelements kann dabei grundsätzlich vor, während und/oder nach dem Verfestigen einer Bauteilschicht erfolgen. Beispielsweise kann das Leitelement bewegt werden, wenn es gegenwärtig nicht benötigt wird, wenn es während des Auftrags einer neuen Pulverschicht im Verfahrensweg des Beschichters oder im Verfahrensweg eines anderen bewegten Bauteils der Schichtbauvorrichtung steht oder wenn es sich im Belichtungspfad des Energiestrahls befindet. Hierdurch kann auch sichergestellt werden, dass der additive Herstellungsprozess nicht gestört wird. Eine einfache Bewegbarkeit des mindestens einen Leitelements wird in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, dass die Strömungsleiteinrichtung eine steuer- und/oder regelbare Antriebseinrichtung umfasst, mittels welcher das mindestens eine Leitelement relativ zur Pulverschicht bewegbar ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass das Leitelement oder die Leitelemente mit Hilfe einer Antriebseinrichtung bewegbar ist bzw.

- sind, wobei die Antriebseinrichtung steuerbar und/oder regelbar ausgebildet ist. Hierdurch ist eine automatisierbare und prozessabhängige Bewegbarkeit des oder der Leitelemente möglich. Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung als vorteilhaft gezeigt, wenn die Antriebseinrichtung elektrisch, pneumatisch, mechanisch, magnetisch und/oder hydraulisch betätigbar ist. Hierdurch kann die Bewegbarkeit des mindestens einen Leitelements⁰ besonders flexibel realisiert werden. Beispielsweise kann die Bewegung des Leitelements oder der Leitelemente elektrisch, das heißt mit Hilfe von einem oder mehreren Elektromotoren, pneumatisch, das heißt durch den Einsatz von unter Druck stehendem Gas, mechanisch, beispielsweise durch einen Schwerkraftantrieb, durch das Eigengewicht des wenigstens einen Leitelements, durch eine Seilwinde, durch eine oder mehrere Federn und dergleichen, magnetisch, das heißt durch magnetische Anziehungs- und/oder Abstoßungskräfte, oder hydraulisch, das heißt durch eine Leistungsübertragung über eine Hydraulikflüssigkeit, erfolgen. Auch beliebige Kombinationen hieraus können vorgesehen sein, beispielsweise ein magnetohydrodynamischer Antrieb oder dergleichen.
- 15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Strömungsleiteinrichtung dazu ausgebildet ist, das mindestens eine Leitelement in Abhängigkeit wenigstens eines Prozessparameters aus der Gruppe Fluidströmungsgeschwindigkeit, Fluidströmungsrate, Temperatur, Bauteilgeometrie, relative Position des Beschichters zur Pulverschicht und Prozesszustand der additiven Herstellung zu bewegen. Hierdurch ist eine situationsangepasste Prozessströmungsführung realisierbar. Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Strömungsleiteinrichtung eine Führungseinrichtung umfasst, mittels welcher das mindestens eine Leitelement entlang eines vorgebbaren Bewegungspfads bewegbar ist. Hierdurch wird auf konstruktiv einfache Weise eine Zwangsführung des wenigstens einen Leitelements sichergestellt, wodurch die Bewegung des Leitelements oder der Leitelemente auf einen vorgebbaren oder vorgegebenen Bewegungspfad beschränkt ist. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn die Führungseinrichtung dazu ausgebildet ist, das Leitelement rotatorisch und/oder translatorisch gegenüber der Pulverschicht zu bewegen. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass das Leitelement durch die Führungseinrichtung translatorisch und/oder rotatorisch zwangsgeführt ist. Beispielsweise kann die Führungseinrichtung dazu ausgebildet sein, das Leitelement um eine Achse zu verschwenken und/oder entlang einer Führungsschiene zu bewegen, welche beispielsweise formschlüssig mit dem Leitelement gekoppelt ist.

Weitere Vorteile ergeben sich, indem zumindest das mindestens eine Leitelement der Strömungsleiteinrichtung innerhalb einer Prozesskammer der Schichtbauvorrichtung angeordnet ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Schichtbauvorrichtung eine Prozesskammer aufweist, innerhalb welcher das additive Herstellungsverfahren durchgeführt wird, und dass die gesamte

5 Strömungsleiteinrichtung oder zumindest das wenigstens eine Leitelement der Strömungsleiteinrichtung innerhalb der Prozesskammer angeordnet ist. Hierdurch ist es möglich, das additive Herstellungsverfahren in einer kontrollierten Atmosphäre durchzuführen, indem die Prozesskammer während der additiven Herstellung teilweise oder vollständig evakuiert bzw. mit einem Schutzgas befüllt wird. Indem zumindest das Leitelement oder die Leitelemente innerhalb der

10 Prozesskammer angeordnet ist bzw. sind, ist durch die Anordnung innerhalb der Prozesskammer weiterhin eine Prozessströmungsführung möglich.

Weitere Vorteile ergeben sich, indem das mindestens eine Leitelement an wenigstens einem Element aus der Gruppe Boden, Decke, Beschichter, Wand und Tür der Schichtbauvorrichtung

15 angeordnet ist. Auch Kombinationen hiervon sind denkbar. Hierdurch kann das Leitelement besonders flexibel an unterschiedlichen Stellen angeordnet bzw. befestigt oder gelagert werden, wodurch den jeweiligen konstruktiven Gegebenheiten der Schichtbauvorrichtung optimal Rechnung getragen werden kann.

20 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Strömungsleiteinrichtung unabhängig von einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der additiven Herstellung des zumindest einen Bauteilbereichs des Bauteils durch das additive Schichtbauverfahren steuer- und/oder regelbar ist. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Strömungsleiteinrichtung möglichst ohne Eingriff in die hard- und/oder software-

25 technisch realisierte Steuerung und/oder Regelung der Schichtbauvorrichtung betreibbar ist. Hierdurch kann die Strömungsleiteinrichtung besonders einfach und bedarfsweise integriert werden und eignet sich auch als Nachrüstlösung für bereits existierende Schichtbauvorrichtungen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung

30 weist diese mindestens eine Absaugvorrichtung zur Absaugung und Entfernung von beim schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs entstehenden Nebenprodukten und überschüssigem Pulver auf. Hierdurch kann Fluid nach dem Austritt über die Kanalauslassöffnungen wieder abgesaugt bzw. entfernt werden, wodurch eine zusätzliche Strö-

mungsführung erreicht wird und Verunreinigungen wie verwirbeltes Werkstoffpulver, Staub, Kondensat, Rauch, Spratzer und dergleichen abgeführt und das Entstehen eines Überdrucks in einer Prozesskammer zuverlässig verhindert werden. Durch ein Anbringen der Absaugvorrichtung an dem Beschichter besteht vorteilhafterweise die Möglichkeit, dass vor einem Auftrag der
5 nächsten Pulverschicht die Prozesskammer von Kondensat und anderen Verunreinigungen gereinigt wird. In der darauffolgenden Pulverschicht wird dadurch das Risiko von Bindefehlern signifikant reduziert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung umfasst diese mindestens eine Vibrationseinrichtung, mit welcher der zumindest eine, teilweise oder
10 bereits vollständig hergestellte Bauteilbereich des Bauteils und/oder eine Bauplattform der Schichtbauvorrichtung in Schwingungen versetzt werden können. Dadurch ist es möglich, beispielsweise die zuletzt abgeschiedene Festkörperschicht des herzustellenden Bauteiles vom Pulvermaterial durch Vibrieren zu reinigen. Damit ist sichergestellt, dass keine losen Pulverpartikel
15 in die nächste aufzubringende Schicht eingebaut werden.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Einlassströmungsführung zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung einer Aufbau- und Fügezone einer Schichtbauvorrichtung und zur Erzeugung eines Fluidstrom über der Aufbau- und Fügezone, wobei die Einlassströmungsführung
20 mindestens zwei Kanäle zur Aufnahme und Leitung des Fluidstroms sowie einen oberen Stromföhrungsbereich und einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromföhrungsbereich umfasst. Die einzelnen Kanäle sind dabei im unteren Stromföhrungsbereich der Einlassströmungsföhrung derart ausgestaltet sind, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms aufnehmen und leiten. Zudem besteht die Möglichkeit, dass ein Querschnitt des jeweiligen Kanals über eine
25 Lauflänge des entsprechenden Kanals derart ausgestaltet ist, dass in jedem Kanal gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des Kanals entstehen. Des Weiteren ist es möglich, dass die jeweiligen Kanäle im unteren Stromföhrungsbereich derart ausgebildet sind, dass sie senkrecht zum Austritt der Fluidströmung über die entsprechend Kanalaustrittsöföfnung verlaufen. Schließlich kann die Einlassströmungsföhrung im Bereich der Kanalaustrittsöföfnungen mindestens eine Zentriervorrichtung aufweisen. Mittels der erfindungsgemäßen Einlassströmungsföhrung ist gewährleistet, dass eine gleichmäßige Geschwindigkeits- und Volumenstromverteilung
30 innerhalb und insbesondere am Austritt der Einlassströmungsföhrung beziehungsweise im Bereich der Kanalaustrittsöföfnungen erzielt wird. Dadurch entsteht ein homogenes Strömungsbild in

- diesem Bereich, so dass die Entstehung von beispielsweise seitlichen Strömungskomponenten im Bauraum der Schichtbauvorrichtung, an welchen Verwirbelungen und/oder Totwassergebiete entstehen können, wirksam verhindert wird. Über die gesamte Aufbau- und Fügezone kann ein homogenes Strömungsfeld erzeugt werden. Dies ermöglicht eine prozesssicherere additive Herstellung von Bauteilschichten eines Bauteils mit höherer Qualität. Weitere sich hieraus ergebenden Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts anzusehen sind und umgekehrt.
- Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Schichtbauvorrichtung nach den ersten Erfindungsaspekt, bei welchem vor, während und/oder nach einer additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils durch ein additives Schichtbauverfahren mittels einer Einlassströmungsführung gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt ein Fluidstrom über der Pulverschicht erzeugt und mittels mindestens eines Leitelements einer Strömungsleiteinrichtung zumindest über einen Bereich der Pulverschicht geleitet wird. Mittels der Einlassströmungsführung wird eine gleichmäßige Geschwindigkeits- und Volumenstromverteilung innerhalb und insbesondere am Austritt der Einlassströmungsführung beziehungsweise im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen erzielt. Dadurch entsteht ein homogenes Strömungsbild in diesem Bereich, so dass die Entstehung von beispielsweise seitlichen Strömungskomponenten im Bauraum der Schichtbauvorrichtung, an welchen Verwirbelungen und/oder Totwassergebiete entstehen können, wirksam verhindert wird. Über die gesamte Aufbau- und Fügezone kann ein homogenes Strömungsfeld erzeugt werden. Zudem ermöglicht die Strömungsleiteinrichtung eine prozesssicherere additive Herstellung von Bauteilschichten eines Bauteils mit höherer Qualität, da eine verbesserte Kontrolle und Strömungsführung des Fluidstroms in der Schichtbauvorrichtung gegeben ist. Mit Hilfe des mindestens einen Leitelements ist es damit beispielsweise möglich, den Fluidstrom bedarfsweise zu homogenisieren, zu richten bzw. umzulenken und/oder zu zerstäuben. Weitere Merkmale und deren Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung des ersten und des zweiten Erfindungsaspekts, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten und zweiten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskom-

binationen, sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und
5 offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben
10 dargelegten Ausführungen, als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Schichtbauvorrichtung gemäß dem Stand der Technik;
15

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung; und

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung einer Einlassströmungsführung der erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung.
20

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Schichtbauvorrichtung 1 gemäß dem Stand der Technik. Die bekannte Schichtbauvorrichtung 1, die beispielsweise als selektive Lasersinter- und/oder Laserschmelzvorrichtung ausgebildet ist, weist ein Gehäuse 2 auf, welches eine Prozesskammer 4 begrenzt. Innerhalb der Prozesskammer 4 ist ein Beschichter 4a zum Auftrag von
25 mindestens einer Pulverschicht eines Werkstoffs auf eine Aufbau- und Fügezone 6 angeordnet. Die Aufbau- und Fügezone 6 befindet sich auf einer Bauplattform 8. Die bekannte Schichtbauvorrichtung 1 weist zudem eine Einlassströmungsführung 3 zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung der Aufbau- und Fügezone 6 und zur Erzeugung eines Fluidstroms über der Pulverschicht, wobei die Einlassströmungsführung 3 mehrere Kanäle 5 zur Aufnahme und Leitung des
30 Fluidstroms mit entsprechenden, zur Aufbau- und Fügezone 6 hin, ausgebildeten Kanalaustrittsöffnungen 5a auf. Mittels der Pfeile 7 ist die Strömungsrichtung des Fluidstroms in den Kanälen 5 gezeigt, die Strömungsrichtung des Fluidstroms über der Pulverschicht ist mit den Pfeilen 9

schematisch dargestellt. Die Länge der Pfeile 7 soll zudem unterschiedliche Geschwindigkeits- und Volumenstromverteilungen des Fluidstroms innerhalb der Kanäle 5 der bekannten Einlassströmungsführung 3 verdeutlichen. Aufgrund der ungleichmäßigen Geschwindigkeits- und Volumenstromverteilung des Fluidstroms ergibt sich beim Austritt der Strömung aus den Kanalaus-
5 trittsöffnungen 5a ein inhomogenes Strömungsbild. Des Weiteren entstehen durch die einzelnen Längen der Kanäle 5 unterschiedliche Druckverluste, sodass es auch hierdurch zu einer Variation der Geschwindigkeiten des Fluidstroms am Austritt der Einlassströmungsführung 3 kommt. Zusätzlich weisen die Kanäle 5 im Bereich des Strömungsaustritts in die Prozesskammer 4 eine unterschiedliche Krümmung auf, sodass unterschiedliche Strömungsaustrittswinkel entstehen. Die
10 unterschiedlichen Strömungsaustrittswinkel sind in der Fig. 1 durch die schräg innerhalb der Einlassströmungsführung 3 verlaufenden Linie dargestellt. Dies bewirkt, dass der Fluidstrom am Übergang zur Einlassströmungsführung 3 nicht gleichmäßig gerichtet ist. In Folge dessen treten wiederum am Austritt des Fluidstroms unterschiedlich hohe Volumenströme auf, die wiederum zu einem äußerst inhomogenen Strömungsbild führen. Dieses inhomogene Strömungsbild setzt
15 sich in der Strömung über der Aufbau- und Fügezone 6 fort (vgl. Richtungspfeile 9). Zudem entstehen durch die sprunghafte Vergrößerung des Bauraums nach Austritt der Fluidströmung aus der Einlassströmungsführung 3 Verwirbelungen zu den Seiten, die die geringe Strömungsuniformität der Fluidströmung über der Aufbau- und Fügezone 6 bestärken.

20 **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schichtbauvorrichtung 10. Die Schichtbauvorrichtung 10, welche vorliegend als selektive Lasersinter- und/oder Laserschmelzvorrichtung ausgebildet ist, weist ein Gehäuse 12 auf, welches eine Prozesskammer 14 begrenzt. Innerhalb der Prozesskammer 14 ist ein Beschichter 58 zum Auftrag von mindestens einer Pulverschicht eines Werkstoffs auf eine Aufbau- und Fügezone 16 angeordnet. Die Aufbau-
25 und Fügezone 18 befindet sich gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf einer absenk-
baren Bauplattform 18. Der Beschichter 58 wird zum Auftragen einer neuen Pulverschicht in an sich bekannter Weise zwischen einer Dosierplattform (nicht dargestellt), welches neues Werkstoffpulver bereitstellt, und einer Überlaufplattform (nicht dargestellt), in welcher überschüssiges Werkstoffpulver aufgetragen wird, bewegt. Weiterhin umfasst die Schichtbauvorrichtung 10 ei-
30 nen Laser (nicht dargestellt) als Strahlungsquelle zum Erzeugen wenigstens eines Energiestrahls zum schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs zum Ausbilden von Bauteilschichten durch selektives Bestrahlen der Werkstoffs gemäß einer vorbestimmten

Belichtungsstrategie. Hierdurch können unterschiedliche Bauteile, beispielsweise Bauteile von Strömungsmaschinen wie etwa Flugtriebwerken, hergestellt werden.

Die Schichtbauvorrichtung 10 umfasst weiterhin eine Einlassströmungsführung 20 zur Leitung
5 eines Fluidstroms in Richtung der Aufbau- und Fügezone 16 und zur Erzeugung eines Fluidstroms über der Aufbau- und Fügezone 16. Man erkennt, dass die Einlassströmungsführung 20 mehrere Kanäle 22 zur Aufnahme und Leitung des Fluidstroms aufweist. Die Strömungsrichtung des Fluidstroms innerhalb der Kanäle 22 ist mit Richtungspfeilen 40 dargestellt. Des Weiteren erkennt man, dass die Einlassströmungsführung 20 einen oberen Stromführungsbereich 26 und
10 einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich 28 umfasst. Es wird deutlich, dass die einzelnen Kanäle 22 im unteren Stromführungsbereich 26 derart ausgestaltet sind, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms aufnehmen und leiten. Durch die gleiche Volumenaufteilung innerhalb des jeweiligen Kanals 22 ergibt sich ein homogenes Strömungsbild der Fluidströmung. Auch die Geschwindigkeiten der einzelnen Fluidströme innerhalb der Kanäle 22
15 sind ungefähr gleich. Damit ist ein homogener Strömungsausritt der Fluidströmung aus der Einlassströmungsführung 20 über die entsprechenden Kanalausrittsöffnungen 24 gewährleistet.

Des Weiteren erkennt man, dass die jeweiligen Querschnitte der jeweiligen Kanäle 22 über deren entsprechenden Lauflängen derart ausgestaltet sind, dass in jedem Kanal 22 gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die individuelle Lauflänge des Kanals 22 entstehen (vgl. auch Fig. 3).
20 Zudem sind die jeweiligen Kanäle 22 im unteren Stromführungsbereich 26 derart ausgebildet, dass sie senkrecht zum Austritt der Fluidströmung über die entsprechende Kanalausrittsöffnung 24 verlaufen. Dadurch wird eine insgesamt homogene Strömung aufgebaut.

25 Um eine verbesserte Prozessströmungsführung und damit höhere Bauteilqualitäten sicherzustellen, umfasst die Schichtbauvorrichtung 10 zudem eine Strömungsleiteinrichtung 32, welche vorliegend zwei Leitelemente 34, 36 umfasst. Diese Leitelemente 34, 36 dienen dazu, die Fluidströmung innerhalb der Prozesskammer 14 zu homogenisieren und zu richten und den Fluidstrom möglichst verwirbelungsarm über zumindest einen Bereich der Pulverschicht im Bereich
30 der Aufbau- und Fügezone 16 zu leiten. Man erkennt, dass die Leitelemente 34, 36 vorliegend wand- bzw. plattenartig ausgebildet sind. Allerdings stehen sie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im direkten Verfahrensweg des Beschichters 58 und sind daher mittels einer Füh-

5 rungseinrichtung (nicht dargestellt) verschwenkbar, um den Weg für den Beschichter 58 während des Auftragens einer neuen Pulverschicht freizugeben. Nach dem Auftragen der Pulverschicht werden die Leitelemente 34, 36 zurück in die gezeigte Stellung verschwenkt, um während des Verfestigens der Pulverschicht die gewünschte Prozessströmungsführung zu gewährleisten. Die Bewegung der Leitelemente 34, 36 wird im gezeigten Beispiel über eine steuer- und/oder regelbare Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) bewerkstelligt.

10 Vorzugsweise ist die Strömungsleiteinrichtung 32 autonom bzw. teilautonom betreibbar, wodurch kein Eingriff in die Software der Schichtbauvorrichtung 10 erforderlich ist. Damit kann die Strömungsleiteinrichtung 32 auch als Nachrüstlösung für bereits existierende Schichtbauvorrichtungen verwendet werden.

15 Bezüglich der Ausgestaltung der Strömungsleiteinrichtung 32 bzw. der Leitelemente 34, 36 sind grundsätzlich verschiedene Varianten denkbar, die in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt sind. Die aufgeführten Varianten sind generell auch beliebig kombinierbar.

Tabelle 1 – Möglichkeiten zur Ausgestaltung der Strömungsleiteinrichtung 32

Parameter	Ausgestaltungsvarianten			
Anordnung des oder der Leitelemente 34, 36	Starr	Bewegbar		
Verfahrart des oder der Leitelemente 34, 36	Elektrisch	Pneumatisch	Magnetisch	Seilwinde
	Feder	Eigengewicht	Klappmechanismus	Formschluss
Befestigung des oder der Leitelemente 34, 36 an ...	Boden	Decke	Wand (rechts, links)	Tür
	Beschichter 58	Führungsschiene		

Des Weiteren weist die Schichtbauvorrichtung 10 eine Absaugvorrichtung 46 zur Absaugung und Entfernung von beim schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs entstehenden Nebenprodukten und überschüssigem Pulver auf. Die Absaugvorrichtung 46 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel dabei gegenüber der Einlassströmungsführung 20 angeordnet, wobei über die Strömungsauslässe 38 die Fluidströmung über der Aufbau- und Fügezone 16 mit den entsprechenden Nebenprodukten und überschüssigem Pulver abgesaugt wird. Es ist aber auch möglich, dass die Absaugvorrichtung 46 an dem Beschichter 58 zum Auftrag des Pulvermaterials fest oder an diesem verfahrbar angeordnet ist (nicht dargestellt).

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Einlassströmungsführung 20. Man erkennt, dass die Einlassströmungsführung 20 ein Gehäuse 52 umfasst und insgesamt in den oberen Stromführungsbereich 26 und den stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich 28 aufgeteilt ist. Zwischen dem oberen und unteren Stromführungsbereich 26, 28 ist ein Umlenkbereich 44 ausgebildet. Über einen Fluidzulauf 50 wird das Fluid, insbesondere ein Inertgas, in die Kanäle 22 eingeleitet. Die Kanäle 22 sind dabei über einzelne Kanalwände 56 voneinander separiert. Aus Fig. 3 werden die unterschiedlichen Längen der einzelnen Kanäle 22 deutlich. Zudem ist aber erkennbar, dass die Querschnitte der jeweiligen Kanäle 22 über deren Lauflänge derart ausgestaltet sind, dass in jedem Kanal 22 gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des Kanals entstehen. Zudem wird deutlich, dass die einzelnen Kanäle 22 im unteren Stromführungsbereich 26 derart ausgestaltet sind, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms zur

Ausbildung eines gleichmäßigen Volumenstroms aufnehmen und leiten. Zudem sind die jeweiligen Kanäle 22 im unteren Stromführungsbereich 26 derart ausgebildet, dass sie senkrecht zum Austritt der Fluidströmung über die entsprechende Kanalaustrittsöffnung 24 verlaufen.

- 5 In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Einlassströmungsführung 20 im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen 24 Zentriervorrichtungen 30 auf. Durch diese zusätzliche Zentrierung, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch ein Stecksystem verwirklicht ist, können die Kanäle 22 mit einer davor befindlichen Düse 48 verbunden werden. Durch die Zentrierung ist zudem ein stetiger Strömungsübergang gewährleistet, sodass Druckverluste und Verwirbelungen
- 10 reduziert werden.

Bezugszeichenliste:

	1	Schichtbauvorrichtung
	2	Gehäuse
5	3	Einlassströmungsführung
	4	Prozesskammer
	4a	Beschichter
	5	Kanal
	5a	Kanalaustrittsöffnung
10	6	Aufbau- und Fügezone
	7	Strömungsrichtung (in Kanal)
	8	Bauplatzform
	9	Strömungsrichtung (über Pulverschicht)
	10	Schichtbauvorrichtung
15	12	Gehäuse
	14	Prozesskammer
	16	Aufbau- und Fügezone
	18	Bauplatzform
	20	Einlassströmungsführung
20	22	Kanal
	24	Kanalaustrittsöffnung
	26	Oberer Strömungsführungsbereich
	28	Unterer Strömungsführungsbereich
	30	Zentriervorrichtung
25	32	Strömungsleiteinrichtung
	34	Leitelement
	36	Leitelement
	38	Strömungsauslässe
	40	Strömungsrichtung (in Kanal)
30	42	Strömungsrichtung (über Pulverschicht)
	44	Umlenkbereich
	46	Absaugvorrichtung
	48	Düse

	50	Fluidzulauf
	52	Gehäuse
	54	Verbindungsmittel
	56	Kanalwand
5	58	Beschichter

Patentansprüche

1. Schichtbauvorrichtung (10) zur additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines

5 Bauteils durch ein additives Schichtbauverfahren, umfassend:

- mindestens einen Beschichter (58) zum Auftrag von mindestens einer Pulverschicht eines Werkstoffs auf eine Aufbau- und Fügezone (16);
- mindestens eine Strahlungsquelle zum Erzeugen wenigstens eines Energiestrahls zum schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs zum Aus-
- 10 bilden einer Bauteilschicht durch selektives Bestrahlen des Werkstoffs mit dem wenigstens einem Energiestrahls gemäß einer vorbestimmten Belichtungsstrategie; und
- wenigstens eine Einlassströmungsführung (20) zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung der Aufbau- und Fügezone (16) und zur Erzeugung eines Fluidstroms über der Pulverschicht, wobei die Einlassströmungsführung (20) mindestens zwei Kanäle (22) zur Auf-
- 15 nahme und Leitung des Fluidstroms sowie einen oberen Stromführungsbereich (26) und einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich (28) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die einzelnen Kanäle (22) im unteren Stromführungsbereich (26) der Einlassströmungsführung (20) derart ausgestaltet sind, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms zur Aus-
- 20 bildung eines gleichmäßigen Volumenstroms aufnehmen und leiten; und
- die Schichtbauvorrichtung (10) wenigstens eine Strömungsleiteinrichtung (32) aufweist, welche mindestens ein Leitelement (34, 36) zum Leiten des Fluidstroms über zumindest einen Teilbereich der Pulverschicht umfasst, wobei die Strömungsleiteinrichtung (32) zumindest im Betrieb der Schichtbauvorrichtung (10) im Bereich einer Kanalaustrittsöff-
- 25 nungen (24) umfassenden Endbereichs der Einlassströmungsführung (20) angeordnet ist.

2. Schichtbauvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Querschnitt des jeweiligen Kanals (22) über eine Lauflänge des entsprechenden Kanals (22) derart ausgestaltet ist, dass in jedem Kanal (22) gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des

30 Kanals (22) entstehen.

3. Schichtbauvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Kanäle (22) im unteren Stromführungsbereich (26) derart ausgebildet sind, dass sie senk-

recht zum Austritt der Fluidströmung über die entsprechende Kanalaustrittsöffnung (24) verlaufen.

4. Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen (24) mindestens eine Zentriervorrichtung (30) aufweist.

5. Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Leitelement (34, 36) relativ zur Pulverschicht bewegbar ist.

6. Schichtbauvorrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsleiteinrichtung (32) dazu ausgebildet ist, das mindestens eine Leitelement (34, 36) in Abhängigkeit wenigstens eines Prozessparameters aus der Gruppe Fluidströmungsgeschwindigkeit, Fluidströmungsrate, Temperatur, Bauteilgeometrie, relative Position des Beschichters zur Pulverschicht und Prozesszustand der additiven Herstellung zu bewegen.

7. Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest das mindestens eine Leitelement (34, 36) der Strömungsleiteinrichtung (32) innerhalb einer Prozesskammer (14) der Schichtbauvorrichtung (10) angeordnet ist.

8. Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Leitelement (34, 36) an wenigstens einem Element aus der Gruppe Boden, Decke, Beschichter, Wand und Tür der Schichtbauvorrichtung (10) angeordnet ist.

9. Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtbauvorrichtung (10) mindestens eine Absaugvorrichtung (46) zur Absaugung und Entfernung von beim schichtweisen und lokalen Verschmelzen und/oder Versintern des Werkstoffs entstehenden Nebenprodukten und überschüssigem Pulver aufweist.

10. Schichtbauvorrichtung (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugvorrichtung (46) an dem Beschichter (58) zum Auftrag des Pulvermaterials fest oder an diesem verfahrbar angeordnet ist.

- 11 Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtbauvorrichtung (10) mindestens eine Vibrationseinrichtung umfasst, mit welcher der zumindest eine, teilweise oder bereits vollständig hergestellte Bauteilbereich des Bauteils und/oder eine Bauplatzform der Schichtbauvorrichtung (10) vibriert werden können.
12. Einlassströmungsführung (20) zur Leitung eines Fluidstroms in Richtung einer Aufbau- und Fügezone (16) einer Schichtbauvorrichtung (10) und zur Erzeugung eines Fluidstrom über der Aufbau- und Fügezone (16), wobei die Einlassströmungsführung (20) mindestens zwei Kanäle (22) zur Aufnahme und Leitung des Fluidstroms sowie einen oberen Stromführungsbereich (26) und einen stromabwärts hierzu anschließenden unteren Stromführungsbereich (28) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Kanäle (22) im unteren Stromführungsbereich (26) der Einlassströmungsführung (20) derart ausgestaltet sind, dass sie gleiche Volumen des Fluidstroms aufnehmen und leiten, und ein Querschnitt des jeweiligen Kanals (22) über eine Lauflänge des entsprechenden Kanals (22) derart ausgestaltet ist, dass in jedem Kanal (22) gleiche Druckverluste des Fluidstroms über die Lauflänge des Kanals (22) entstehen.
13. Einlassströmungsführung (20) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Kanäle (22) im unteren Stromführungsbereich (26) derart ausgebildet sind, dass sie senkrecht zum Austritt der Fluidströmung über die entsprechend Kanalaustrittsöffnung (24) verlaufen.
14. Einlassströmungsführung (20) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese im Bereich der Kanalaustrittsöffnungen (24) mindestens eine Zentriervorrichtung (30) aufweist.
15. Verfahren zum Betreiben einer Schichtbauvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei welchem vor, während und/oder nach einer additiven Herstellung zumindest eines Bauteilbereichs eines Bauteils durch ein additives Schichtbauverfahren mittels einer Einlassströmungsführung (20) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 ein Fluidstrom über der Pulverschicht erzeugt und mittels mindestens eines Leitelements (34, 36) einer Strömungsleiteinrichtung (32) zumindest über einen Bereich der Pulverschicht geleitet wird.

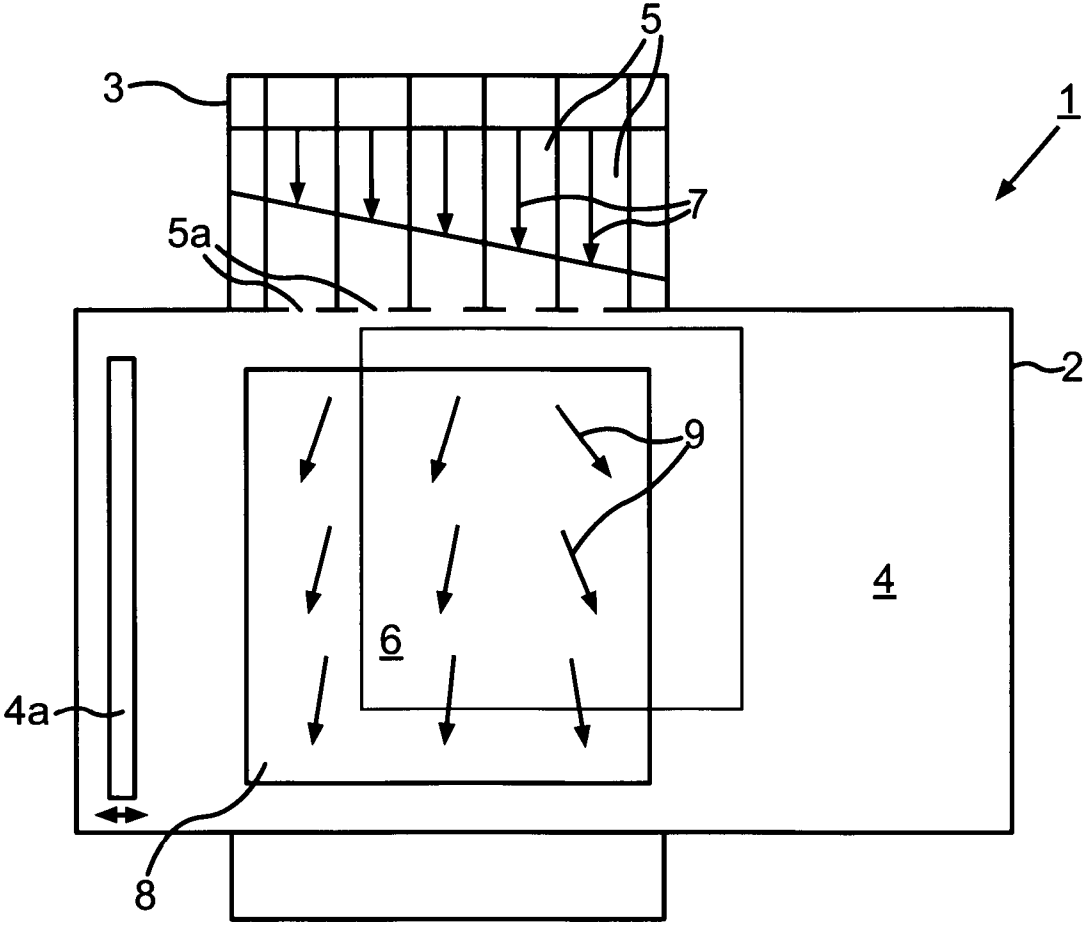


Fig.1
(Stand der Technik)

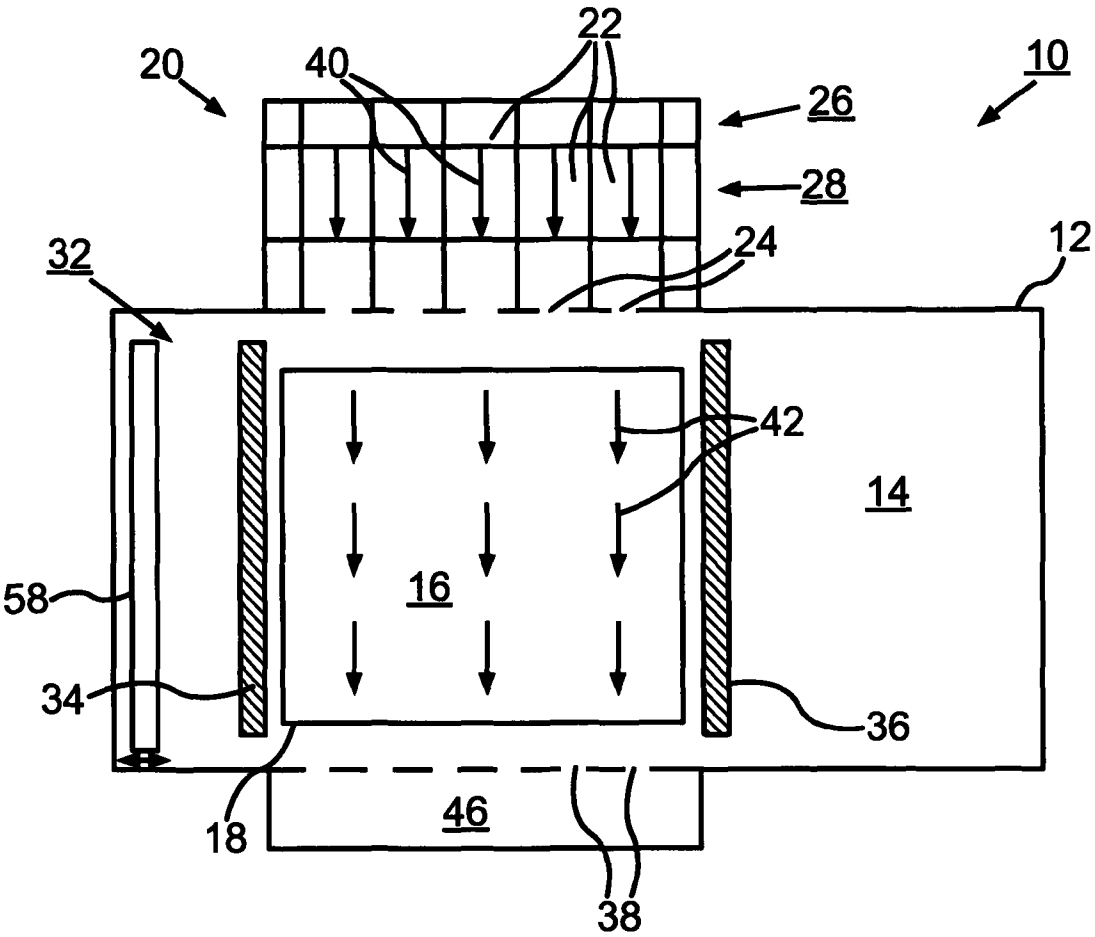


Fig.2

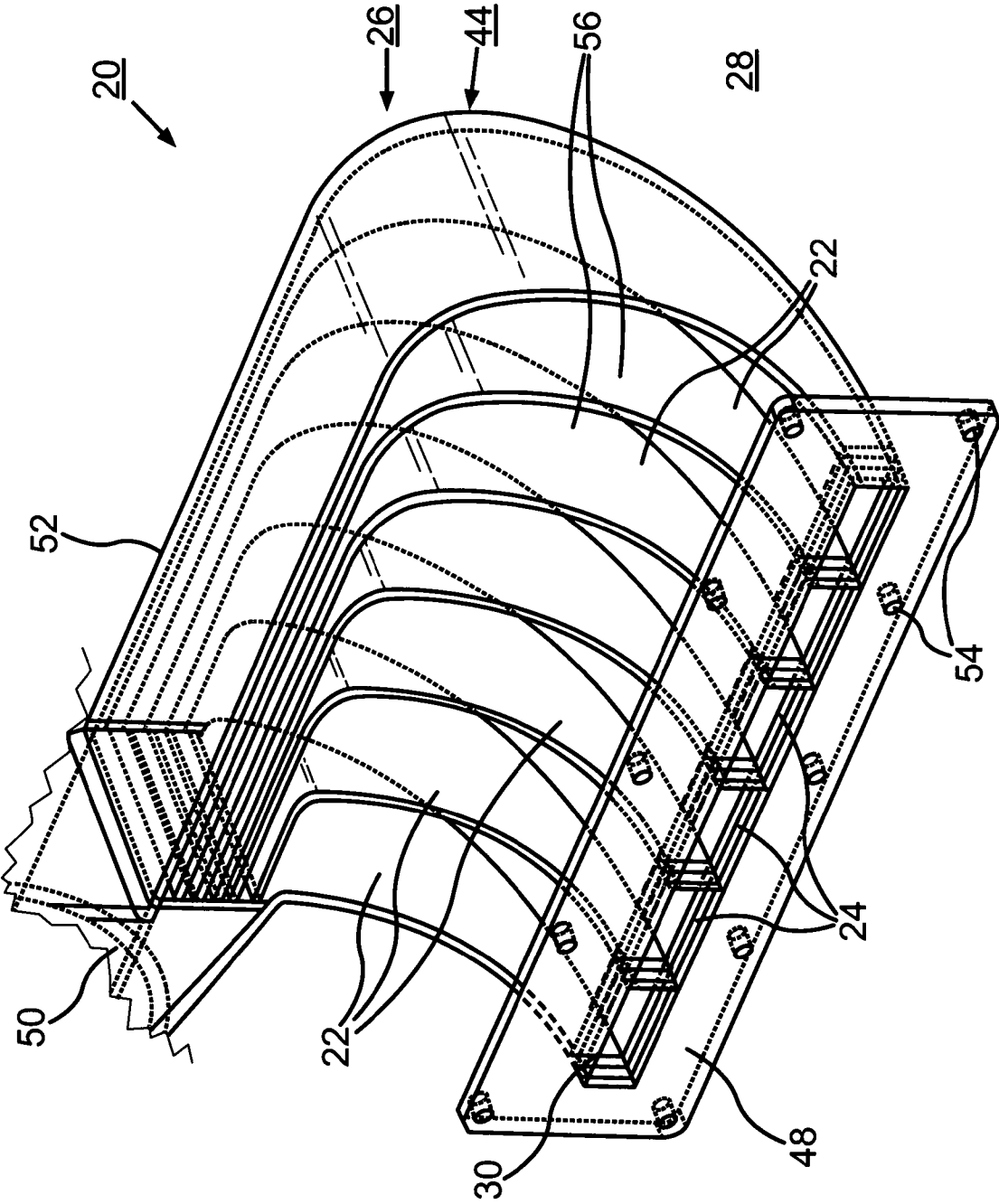


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/000329**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B22F 3/105(2006.01)i; **B23K 15/00**(2006.01)i; **B23K 26/342**(2014.01)i; **B33Y 10/00**(2015.01)i; **B33Y 30/00**(2015.01)i;
B33Y 40/00(2020.01)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; B23K; B29C; C22C; B33Y

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102014205875 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 01 October 2015 (2015-10-01)	1-4,7,9,10,12-15
Y	paragraphs [0010], [0031] - [0038], [0056] - [0059] claims 1-7 figures 1-9	5,6,8,11
Y	DE 102015121748 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 14 June 2017 (2017-06-14) paragraphs [0044] - [0050] claims 1-12 figures 1-5	5,6,8
Y	DE 102016209618 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 07 December 2017 (2017-12-07) claims 10,14	11

☐ 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

31 March 2020

Date of mailing of the international search report

14 April 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

Knoflachner, Andreas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2019/000329

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102014205875	A1	01 October 2015	CN	106132669	A	16 November 2016
				DE	102014205875	A1	01 October 2015
				EP	3122538	A1	01 February 2017
				US	2017216916	A1	03 August 2017
				WO	2015144884	A1	01 October 2015
DE	102015121748	A1	14 June 2017	CN	107428083	A	01 December 2017
				DE	102015121748	A1	14 June 2017
				EP	3390001	A1	24 October 2018
				JP	6588105	B2	09 October 2019
				JP	2018524197	A	30 August 2018
				JP	2020001404	A	09 January 2020
				US	2018236550	A1	23 August 2018
				WO	2017102384	A1	22 June 2017
DE	102016209618	A1	07 December 2017	DE	102016209618	A1	07 December 2017
				PL	230204	B1	31 October 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B22F3/105	B23K15/00 B23K26/342 B33Y10/00 B33Y30/00
ADD.	B33Y40/00	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22F B23K B29C C22C B33Y		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2014 205875 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01)	1-4,7,9,10,12-15
Y	Absätze [0010], [0031] - [0038], [0056] - [0059] Ansprüche 1-7 Abbildungen 1-9	5,6,8,11
Y	DE 10 2015 121748 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 14. Juni 2017 (2017-06-14) Absätze [0044] - [0050] Ansprüche 1-12 Abbildungen 1-5	5,6,8
Y	DE 10 2016 209618 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 7. Dezember 2017 (2017-12-07) Ansprüche 10,14	11
☐ 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
31. März 2020		14/04/2020
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 Knoflacher, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2019/000329

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014205875 A1	01-10-2015	CN 106132669 A	16-11-2016
		DE 102014205875 A1	01-10-2015
		EP 3122538 A1	01-02-2017
		US 2017216916 A1	03-08-2017
		WO 2015144884 A1	01-10-2015

DE 102015121748 A1	14-06-2017	CN 107428083 A	01-12-2017
		DE 102015121748 A1	14-06-2017
		EP 3390001 A1	24-10-2018
		JP 6588105 B2	09-10-2019
		JP 2018524197 A	30-08-2018
		JP 2020001404 A	09-01-2020
		US 2018236550 A1	23-08-2018
		WO 2017102384 A1	22-06-2017

DE 102016209618 A1	07-12-2017	DE 102016209618 A1	07-12-2017
		PL 230204 B1	31-10-2018
