

(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. März 2021 (25.03.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/052814 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 26/144 (2014.01) B23K 37/00 (2006.01)  
B23K 26/146 (2014.01) B23K 26/342 (2014.01)  
B23K 26/70 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/075065

(22) Internationales Anmeldedatum:  
08. September 2020 (08.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 124 856.6  
16. September 2019 (16.09.2019) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **KELBASSA, Jana**; Am Rosenhügel 26, 52072 Aachen (DE). **GASSER, Andres**; Am Pappelweiher 32, 52066 Aachen (DE). **EBERT, Thomas**; Rudolfstraße 26, 52223 Stolberg (DE). **KOSTELNIK, Bastian**; Hauptstraße 76, 52066 Aachen (DE).

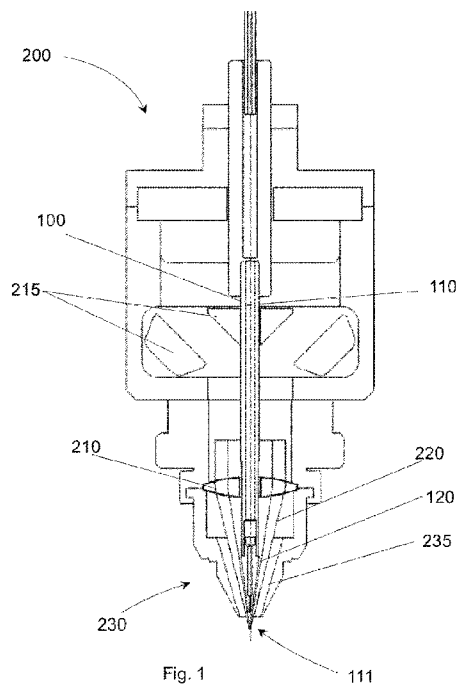
(74) Anwalt: **FARAGO PATENTANWALTS- UND RECHTSANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Thierschstraße 11, 80538 München (DE).

(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

(54) Title: STOCK FEEDING DEVICE

(54) Bezeichnung: WERKSTOFFZUFÜHRUNGSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a stock feeding device. The stock feeding device according to the invention, for use in a material processing device, has a stock feeding channel. Said stock feeding channel has an outlet end which points towards a processing point during operation of the stock feeding device and is characterized in that the stock feeding device has at least one microchannel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Werkstoffzuführungsvorrichtung. Die erfindungsgemäße Werkstoffzuführungsvorrichtung zur Verwendung in einer Materialbearbeitungsvorrichtung weist einen Werkstoffzuführungskanal auf, wobei der Werkstoffzuführungskanal ein Austrittsende aufweist, das im Betrieb der Werkstoffzuführungsvorrichtung zu einer Bearbeitungsstelle weist, und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstoffzuführungsvorrichtung mindestens einen Mikrokanal aufweist.



WO 2021/052814 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**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)*

## Werkstoffzuführungsvorrichtung

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Werkstoffzuführungsvorrichtung. Insbesondere betrifft  
5 die Erfindung eine Vorrichtung zur Werkstoffzufuhr für Materialbearbeitungsverfahren, beispielsweise für die Zuführung eines Zusatzwerkstoffs.

Materialbearbeitungsverfahren können beispielsweise Lasermaterialbearbeitungs-  
verfahren sein. Bei vielen Lasermaterialbearbeitungsverfahren (z. B. Schneiden,  
Schweißen, Auftragsschweißen, Löten) muss Werkstoff als solcher oder als Zu-  
10 satzwerkstoff in die Bearbeitungsstelle gebracht werden, um entweder zusätzli-  
ches Material bereitzustellen oder um den Prozess durch Gase zu beeinflussen.  
Zu diesen Verfahren gehören u. a. Laserlöten (Hart- und Weichlöten), Kunststoff-  
schweißen, Schweißen metallischer Werkstoffe, Aufbringen von Schichten aus  
Metall, Keramik oder Kunststoff, Generieren von Strukturen aus Metall, Kunststoff  
15 oder Keramik, Laserstrahlschneiden, Laserstrahlhärten, Laserstrahllegieren, La-  
serstrahlispergieren, um die wesentlichen zu nennen. Die Verwendung von La-  
serstrahlen in dem Materialbearbeitungsverfahren ist allerdings nicht zwingend  
erforderlich, genauso sind unter Materialbearbeitungsverfahren auch beispiels-  
weise Lichtbogenschweißverfahren zu subsumieren.

20 Werkstoff als solcher muss beispielsweise bei generativen Fertigungsverfahren  
zugeführt werden. Hier und im Folgenden werden die Begriffe Werkstoff und Zu-  
satzwerkstoff synonym verwendet und bezeichnet in jedem Fall an eine Bearbei-  
tungsstelle zuzuführenden oder zugeführten Werkstoff. Der Werkstoff kann in  
fester oder flüssiger Form oder als Gas zugeführt werden. In fester Form liegt der  
25 Werkstoff meist als Draht oder Pulver vor.

Materialbearbeitungsvorrichtungen zur Durchführung von Materialbearbeitungs-  
verfahren sind bekannt. Diese können mindestens eine Energieerzeugungsvor-  
richtung, beispielsweise einen Laser sowie Anschlüsse für Kühlmedien und  
Schutzgas sowie Führungsvorrichtungen für diese Medien und weiterhin eine Zu-  
30 führungsvorrichtung für den der Bearbeitungsstelle zuzuführenden Werkstoff auf-  
weisen. Solche Vorrichtungen weisen üblicherweise an ihrer der

Bearbeitungsstelle zugewandten Seite einen Bearbeitungskopf mit einer düsenähnlichen Geometrie auf. Da durch die düsenähnliche Geometrie des Bearbeitungskopfes üblicherweise Schutzgas an die Bearbeitungsstelle zuführbar ist, wird dieses Teil des Bearbeitungskopfes auch Schutzgasdüse genannt. Es sind auch

5 Materialbearbeitungsvorrichtungen bekannt, bei denen der Werkstoff von der Seite zugeführt wird. Die hierzu benötigte Anordnung ist jedoch in der Nähe der Bearbeitungsstelle aufgrund ihrer Baugröße recht störend. Außerdem wird hierdurch die Anordnung asymmetrisch, so dass bei der Verfolgung einer Kontur eines

10 Werkstücks bei Änderung der Vorschubrichtung eine Drehung des Bearbeitungskopfes, aufweisend eine Werkstoffzuführungsvorrichtung, eine Optik zur Strahlführung und -formung, evtl. einer Kühlvorrichtung und evtl. einer Schutzgaszuführungsvorrichtung, notwendig wird. Anderenfalls ist der Bearbeitungsprozess richtungsabhängig.

Soll der Werkstoff zentral, d.h. axial zur Längsachse des Bearbeitungskopfes, zugeführt werden, muss bei Verwendung eines oder mehrerer Laserstrahlen der Laserstrahl oder die Laserstrahlen so aufgeteilt werden, dass die zentrale Achse für die Werkstoffzuführung frei wird bzw. bleibt. Das zugeführte Material muss dabei an die Bearbeitungsstelle, d.h. die Stelle, an die der Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen auf das Substrat auftrifft bzw. auftreffen, zugeführt werden. Üblicherweise

15 weisen entsprechende Bearbeitungsköpfe eine Düsenform auf, wobei der zugeführte Werkstoff als auch der Laserstrahl sowie evtl. zuzuführendes Schutzgas und eine eventuelle Kühlmedienführung durch den Bearbeitungskopf geleitet wird. Dabei müssen die Komponenten so ausgestaltet und der Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen so geführt sein, dass die Strahlführung nicht beeinträchtigt, insbesondere der Strahl oder die Strahlen nicht abgeschattet werden. Aus dem deutschen

20 Patent DE 10 2007 018 400 B4 ist ein optisches System und ein entsprechender Bearbeitungskopfbekannt, mit der der Werkstoff axial an die Bearbeitungsstelle führbar ist, während der Laserstrahl ringförmig aufgeteilt und koaxial an die Bearbeitungsstelle führbar ist.

30 Während der genannten Lasermaterialbearbeitungsprozesse erwärmt sich die Werkstoffzuführungsvorrichtung durch Streustrahlung aus der Optik, Wärmestrahlung aus dem Prozess und über reflektierte Laserstrahlung. Soll die Lasermaterialbearbeitung auch an schlecht zugänglichen Stellen eines Werkstücks durchgeführt

werden, muss die Düse entsprechend klein ausgeführt werden. Die Begrenzung des verfügbaren Bauraums im Bearbeitungskopf führt üblicherweise dazu, dass die axiale Materialzufuhr ohne direkte Kühlung betrieben werden muss. Die Erwärmung der Werkstoffzufuhreinrichtung führt zum Prozessabbruch durch Ausfall des Systems. Längere Bearbeitungszeiten und der Einsatz höherer Laserleistungen, die bspw. für die Erhöhung der Auftragsrate erforderlich wären, sind hiermit nicht möglich. Beispielsweise tritt bei Laserleistungen kleiner 1000 W und bei Prozesszeiten größer 15 min eine Überhitzung der Werkstoffzufuhreinrichtung auf.

Zur Durchführung des Laserauftragschweißens wird heute der Prozess regelmäßig unterbrochen und es werden Abkühlzeiten eingehalten, um eine Beschädigung der Werkstoffzufuhreinrichtung und / oder eine Überhitzung der Werkstoffzufuhreinrichtung und damit verbundenen Problemen bei der Werkstoffzuführung zu vermeiden. Alternativ kann der Arbeitsabstand zwischen Materialaustrittsöffnung und Bearbeitungsebene vergrößert werden, was aber zu einer ungenaueren Führung des Zusatzmaterials zum Schmelzbad und daraus resultierend zu Instabilitäten im Prozess führt. Für drahtförmige Materialien mit einem Durchmesser kleiner ca. 0,8 mm beispielsweise ist eine Vergrößerung des Arbeitsabstandes nicht erwünscht, da die genaue Führung und Positionierung des Materials zum Schmelzbad nicht mehr gewährleistet ist.

Es ist bekannt, Schweißbrenner für Lichtbogenprozesse mit einer Wasserkühlung auszustatten. Die durch die integrierte Wasserkühlung bedingten Abmessungen von ca. 25 mm Außendurchmesser und mehr lassen jedoch keine Integration in einen miniaturisierten Bearbeitungskopf mit axialer Werkstoffzufuhr zu, bzw. führen konstruktiv zu einer wesentlichen Vergrößerung des Bearbeitungskopfes mit einer deutlich verschlechterten Zugänglichkeit, was unerwünscht ist. Durch Nutzung konventioneller Fertigungsverfahren lässt sich keine Wasserkühlung in Werkstoffzufuhrdüsen mit einem Außendurchmesser von 8 mm und weniger integrieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Werkstoffzuführungsvorrichtung zur Durchführung eines Lasermaterialbearbeitungsverfahrens anzugeben, die die beschriebenen Nachteile des Stands der Technik minimiert. Eine weitere Aufgabe ist es, ein Herstellverfahren für eine solche Werkstoffzuführungsvorrichtung anzugeben.

Diese erste Aufgabe der Erfindung wird mit einer Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Werkstoffzuführungsvorrichtung ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 10. Die zweite Aufgabe der Erfindung wird mit einem Herstellverfahren gemäß dem  
5 nebengeordneten Anspruch 11 gelöst. Eine vorteilhafte Weiterbildung des Herstellverfahrens ergibt sich aus Anspruch 12.

Die erfinderische Werkstoffzuführungsvorrichtung zur Verwendung in einer Materialbearbeitungsvorrichtung weist einen Werkstoffzuführungskanal auf, wobei der  
10 Werkstoffzuführungskanal ein Austrittsende aufweist, das im Betrieb der Werkstoffzuführungsvorrichtung zu einer Bearbeitungsstelle weist, und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstoffzuführungsvorrichtung mindestens einen Mikrokanal aufweist.

Begrifflich sei dazu erläutert:

Unter einer **Werkstoffzuführungsvorrichtung** zur Verwendung in einer Materialbearbeitungsvorrichtung wird in dieser Schrift eine Vorrichtung verstanden, über  
15 die ein Werkstoff einer Bearbeitungsstelle auf einem Substrat zuführbar ist. Insbesondere ist die Werkstoffzuführungsvorrichtung in einer Materialbearbeitungsvorrichtung verwendbar, die ein Lasermaterialbearbeitungsverfahren ermöglicht.

Materialbearbeitungsvorrichtungen zur Durchführung von Materialbearbeitungsverfahren sind bekannt. Diese können mindestens eine Energieerzeugungsvorrichtung, beispielsweise einen Laser sowie Anschlüsse für Kühlmedien und  
20 Schutzgas sowie Führungsvorrichtungen für diese Medien und Strahlen und weiterhin eine Zuführungsvorrichtung für den der Bearbeitungsstelle zuzuführenden Werkstoff aufweisen. Solche Vorrichtungen weisen üblicherweise an ihrem der Bearbeitungsstelle zugewandten Seite einen Bearbeitungskopf mit einer Schutzgasdüse auf. Es sind auch Materialbearbeitungsvorrichtungen bekannt, bei denen der  
25 Werkstoff von der Seite zugeführt wird. Bei einer solchen seitlichen Zuführung weist die Zuführungssachse einen Winkel von mehr als  $0^\circ$  und weniger als  $90^\circ$  zur Achse einer Strahlführung auf. Die hierzu benötigte Anordnung ist jedoch in der  
30 Nähe der Bearbeitungsstelle aufgrund ihrer Baugröße recht störend. Außerdem wird hierdurch die Anordnung asymmetrisch, so dass bei der Verfolgung einer Kontur eines Werkstücks bei Änderung der Vorschubrichtung eine Drehung des

Bearbeitungskopfes, aufweisend eine Werkstoffzuführungsvorrichtung, eine Optik zur Strahlführung und -formung, evtl. einer Kühlvorrichtung und evtl. einer Schutzgaszuführungsvorrichtung, notwendig wird. Anderenfalls ist der Bearbeitungsprozess richtungsabhängig.

- 5 Soll der Werkstoff zentral, d.h. axial zur Längsachse des Bearbeitungskopfes, zugeführt werden, muss bei Verwendung eines oder mehrerer Laserstrahlen der Laserstrahl oder die Laserstrahlen so aufgeteilt werden, dass die zentrale Achse für die Werkstoffzuführung frei wird. Das zugeführte Material muss dabei an die Bearbeitungsstelle, d.h. die Stelle, an die der Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen auf
- 10 das Substrat auftrifft bzw. auftreffen, zugeführt werden. Üblicherweise weisen entsprechende Bearbeitungsköpfe eine Düsenform, d.h. eine Schutzgasdüse, auf, wobei der zugeführte Werkstoff als auch der Laserstrahl sowie evtl. zuzuführendes Schutzgas und eine eventuelle Kühlmedienführung durch den Bearbeitungskopf und insbesondere die Schutzgasdüse geleitet wird. Dabei müssen die Komponenten
- 15 so ausgestaltet und der Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen so geführt sein, dass die Strahlführung nicht beeinträchtigt, insbesondere der Strahl oder die Strahlen nicht abgeschattet werden.

Der Begriff **Lasermaterialbearbeitungsverfahren** ist dabei in seiner breitesten Auslegung zu verstehen und umfasst alle Materialbearbeitungsverfahren wie beispielsweise Schneiden, Schweißen, Auftragsschweißen, Löten, bei denen ein Laserstrahl eingesetzt wird. **Laserstrahlen** sind elektromagnetische Wellen mit hoher Intensität, oft sehr engem Frequenzbereich, scharfer Bündelung des Strahls und großer Kohärenzlänge. Der **Werkstoff** kann in fester oder flüssiger Form oder als Gas zugeführt werden. In fester Form liegt der Werkstoff meist als Draht oder

25 Pulver vor.

Unter dem Begriff **Werkstoffzuführungskanal** wird in dieser Schrift ein Kanal verstanden, durch den der Werkstoff der Bearbeitungsstelle zuführbar ist. Der Werkstoffzuführungskanal kann einen beliebigen Querschnitt, auch einen Ringquerschnitt, aufweisen.

30 Unter dem Begriff **optischen Kanal** wird in dieser Schrift insbesondere ein Kanal verstanden, durch den ein Laserstrahl der Bearbeitungsstelle zuführbar ist. Der

optische Kanal kann einen beliebigen Querschnitt, auch einen Ringquerschnitt aufweisen.

Die **Bearbeitungsstelle** ist diejenige Stelle auf dem Substrat, an der die Bearbeitung durchgeführt wird. Die Bearbeitungsstelle kann dabei punktförmig sein oder  
5 einen Bereich darstellen.

Unter einem **Mikrokanal** soll in dieser Schrift ein rohrförmiger Kanal mit einem sehr kleinen Querschnitt, beispielsweise von  $10^{-2}$  mm<sup>2</sup>, verstanden werden. Der Mikrokanal kann teilweise oder komplett ring-, ellipsen-, vieleck-, spiral- oder auch geradförmig verlaufen. In dieser Schrift wird auch der Plural, **Mikrokanäle**, verwendet, wobei hiervon sowohl verschiedene, nicht miteinander verbundene Mikrokanäle, als auch verschiedene, miteinander verbundene Mikrokanäle oder auch verschiedene Windungen eines spiralförmigen Mikrokanals umfasst sein sollen. Der Mikrokanal kann auch als doppelwandiger Kanal, beispielsweise in Form eines Kanals in einem Kanal und / oder als spiralförmiger Kanal ausgeführt sein.

15 Generell sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen des hier vorliegenden Dokuments die unbestimmten Zahlwörter „ein“, „zwei“ usw. nicht als „genau-ein“, „genau zwei“ usw. verstanden werden sollen, sondern im Normalfall als unbestimmte Artikel. Eine Aussage der Art „ein ...“, „zwei ...“ usw. ist daher als „mindestens ein ...“, „mindestens zwei ...“ usw. zu verstehen, sofern sich nicht aus dem jeweiligen Kontext ergibt, dass etwa nur „genau ein“, „genau zwei“ usw. gemeint sind. Insoweit im unabhängigen Anspruch ein „mindestens ein“ aufgenommen ist, so bedeutet dies nicht, dass mit der Verwendung von „ein ...“, „zwei ...“ usw. in den Unteransprüchen zwingend „genau ein“, „genau zwei“ usw. gemeint ist.

25 Im Rahmen der hier vorliegenden Patentanmeldung sei der Ausdruck „insbesondere“ immer so zu verstehen, dass mit diesem Ausdruck ein optionales, bevorzugtes Merkmal eingeleitet wird. Der Ausdruck ist nicht als „und zwar“ und nicht als „nämlich“ zu verstehen.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist der mindestens eine Mikrokanal zumindest an einer Stelle eine Wandstärke von weniger als 0,5 mm, bevorzugt weniger als 0,3 mm und besonders bevorzugt weniger als 0,2 mm, auf. Der Mikrokanal ist durch eine Wand begrenzt. Diese Wand kann bestehen zur Außenseite der  
30

Werkstoffzuführungsvorrichtung oder zu einem weiteren Kanal. Dieser weitere Kanal kann ein weiterer Mikrokanal, ein Werkstoffzuführungskanal oder ein optischer Kanal sein. Unter dem weiteren Mikrokanal ist auch beispielsweise eine weitere Windung eines spiralförmigen Mikrokanals zu verstehen.

- 5 Durch die geringe Wandstärke des Mikrokanals ist eine sehr kleine Bauform der Werkstoffzuführungsvorrichtung möglich, bei der dennoch beispielsweise eine Temperierung realisiert ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine Mikrokanal mit einer Kühlmittelversorgung verbunden. Die Kühlmittelversorgung kann beispielsweise eine Pumpe mit einem Temperiergerät sein, so dass für eine effektive  
10 Temperierung ein Temperiermedium, beispielsweise Wasser oder Temperieröl, mit einer definierten Temperatur und einem definierten Volumenstrom und/oder Druck durch den mindestens einen Mikrokanal gefördert werden kann.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist der mindestens eine  
15 Mikrokanal eine in ihm eingebaute Stütze auf. Die Stütze kann dabei für eine Turbulenz bzw. eine Erhöhung der Turbulenz im den Mikrokanal durchströmenden Temperiermedium und damit für eine optimierte Wärmeübertragung sorgen. Darüber hinaus kann die Stütze auch zur mechanischen Stabilität des Mikrokanals und der Werkstoffzuführungsvorrichtung beitragen.

20 Hierbei hat es sich als besonders bevorzugt erwiesen, wenn der mindestens eine Mikrokanal einen Temperiermittelvorlauf und einen Temperiermittelrücklauf sicherstellt. Hierdurch wird die Effektivität der Temperierung der Werkstoffzuführungsvorrichtung erhöht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Werkstoffzuführungsvorrichtung einen Bereich mit einem Gewinde zur Aufnahme und Fixierung einer Düsen-  
25 spitze auf, wobei die Werkstoffzuführungsvorrichtung zumindest bis auf den Bereich des Gewindes mit Mikrokanälen durchzogen ist. Durch die Ausdehnung des mit Mikrokanälen durchzogenen Bereichs der Werkstoffzuführungsvorrichtung wird die Temperierung der Werkstoffzuführungsvorrichtung optimiert. Durch das  
30 Gewinde kann die verschleißbehaftete Düsen spitze leicht ausgetauscht werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist in mindestens einem Mikrokanal ein Messsensor vorgesehen. Die Mikrokanäle können nicht nur der Durchströmung mit einem Temperiermedium dienen, sondern in ihnen können auch Messsensoren eingebracht werden. Solche Messsensoren können beispielsweise

5 Temperatursensoren zur Temperaturüberwachung der Materialzufuhr, Lichtleitfasern zur Erfassung der Schmelzbadtemperatur und/oder zur Prozessregelung, Sensoren für eine Abstandsmessung, beispielsweise eine Lichtleitfaser für OCT (Optische Kohärenztomografie, ein bildgebendes Verfahren, um 2- und 3-dimensionale Aufnahmen aus streuenden Materialien in Mikrometerauflösung zu erhalten), oder Messsensoren zur Überwachung der Förderung der Materialzufuhr sein.

10 Durch das Einbringen solcher Messsensoren können Prozessparameter sehr nah an interessierende Stellen im Inneren der Werkstoffzuführungsvorrichtung und/oder sehr nah an der Bearbeitungsstelle aufgenommen werden, ohne die Baugröße der Werkstoffzuführungsvorrichtung wesentlich zu verändern.

15 Zusätzlich oder alternativ kann in mindestens einem Mikrokanal eine Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung vorgesehen sein. Eine solche Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung kann beispielsweise eine Vorrichtung zur Vorwärmung des Zusatzmaterials, beispielsweise eine induktive Vorwärmeinrichtung, sein. Durch eine Vorwärmung des zuzuführenden Werkstoffs kann beispielsweise die Auf-

20 tragsrate von Werkstoff, beispielsweise von Zusatzmaterial, erhöht werden. Durch das Einbringen einer Werkstoffbeeinflussungsvorrichtung in einen Mikrokanal kann die Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung beispielsweise sehr nah an den Werkstoffzuführungskanal, insbesondere sehr nah an den Werkstoffzuführungskanal und sehr nah an die Bearbeitungsstelle gebracht werden, so dass sehr gezielt

25 und sehr genau das Zusatzmaterial beeinflussbar ist.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Herstellverfahren für die Werkstoffzuführungsvorrichtung aus der Verfahrensklasse der additiven Fertigungsverfahren stammt. Additive Fertigung bezeichnet einen Prozess, bei dem auf der Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten durch das Ablagern von Material schicht-

30 weise ein Bauteil aufgebaut wird. Der Begriff „3D-Druck“ wird heute vielfach als Synonym für die Additive Fertigung verwendet. Additive Fertigung beschreibt jedoch besser, dass sich das Verfahren deutlich von konventionellen, abtragenden Fertigungsverfahren unterscheidet. Anstatt zum Beispiel ein Werkstück aus einem

festen Block heraus zu fräsen, baut die Additive Fertigung Bauteile Schicht für Schicht aus Werkstoffen auf, die beispielsweise als feines Pulver oder Draht vorliegen. Als Materialien sind unterschiedliche Metalle, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe verfügbar. Durch den schichtweisen Aufbau der

5 Werkstoffzuführungsvorrichtung lassen sich Geometrien, insbesondere Mikrokanäle, herstellen, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder wenn überhaupt nur mit großem Aufwand herstellen lassen.

Als besonders vorteilhafte Technologie für das Herstellverfahren hat sich die Laser-Powder-Bed-Fusion-(LPBF-)Technologie erwiesen. Bei der LPBF-Technologie  
10 wird der zu verarbeitende Werkstoff in Pulverform in einer dünnen Schicht auf einer Grundplatte aufgebracht. Der pulverförmige Werkstoff wird mittels Laserstrahlung lokal vollständig umgeschmolzen und bildet nach der Erstarrung eine feste Materialschicht. Anschließend wird die Grundplatte um den Betrag einer Schichtdicke abgesenkt und erneut Pulver aufgetragen. Dieser Zyklus wird solange wieder-  
15 holt, bis alle Schichten umgeschmolzen sind. Das fertige Bauteil wird vom überschüssigen Pulver gereinigt, nach Bedarf bearbeitet oder sofort verwendet. Die für den Aufbau des Bauteils typischen Schichtstärken bewegen sich für alle Materialien zwischen 15 und 500  $\mu\text{m}$ . Die Daten für die Führung des Laserstrahls werden mittels einer Software aus einem 3D-CAD-Körper erzeugt. Im ersten Be-  
20 rechnungsschritt wird das Bauteil in einzelne Schichten unterteilt. Im zweiten Rechnungsschritt werden für jede Schicht die Bahnen erzeugt, die der Laserstrahl abfährt. Um die Kontaminierung des Werkstoffs mit Sauerstoff zu vermeiden, findet der Prozess üblicherweise unter Schutzgasatmosphäre mit Argon oder Stickstoff statt. Durch LPBF gefertigte Bauteile zeichnen sich durch große spezifische  
25 Dichten  $> 99\%$  aus. Dies gewährleistet, dass die mechanischen Eigenschaften des generativ hergestellten Bauteils weitgehend denen des Grundwerkstoffs entsprechen.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass alle angegebenen Zahlenwerte nicht als scharfe Grenzen zu verstehen sein sollen, sondern vielmehr in ingenieurmäßigem Maßstab über- oder unterschritten werden können sollen, ohne den beschriebenen Aspekt der Erfindung zu verlassen.  
30

Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Abbildungen.

Es zeigen:

- 5 **Fig. 1** einen Bearbeitungskopf einer Materialbearbeitungsvorrichtung,
- Fig. 2** eine erfindungsgemäße Werkstoffzuführungsvorrichtung in einer dreidimensionalen Darstellung,
- Fig. 3** eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung im Längsschnitt,
- 10 **Fig. 4** eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung im Längsschnitt,
- Fig. 5** eine Ausschnittvergrößerung der erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung aus Fig. 4.
- 15 **Fig. 1** zeigt einen Bearbeitungskopf 200 einer Materialbearbeitungsvorrichtung. Der Bearbeitungskopf 200 weist eine erfindungsgemäße Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 mit einem Werkstoffkanal 110 auf. Die erfinderische Werkstoffzuführungsvorrichtung zur Verwendung in einer Materialbearbeitungsvorrichtung weist einen Werkstoffzuführungskanal 100 auf, wobei der Werkstoffzuführungskanal 100
- 20 ein Austrittsende 111 aufweist, das im Betrieb der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 zu einer Bearbeitungsstelle weist. Über die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 ist ein Werkstoff einer Bearbeitungsstelle auf einem Substrat zuführbar. Die Materialbearbeitungsvorrichtung dient der Durchführung von Materialbearbeitungsverfahren, beispielsweise einem Laserschweißverfahren. Der Bearbeitungskopf 200 weist eine Führungsvorrichtung für Laserstrahlen auf. Diese
- 25 Führungsvorrichtung weist Umlenkeinrichtungen 215 für Laserstrahlen, beispielsweise Spiegel und/oder Prismen, eine Fokussierlinse 210 und weiterhin eine Schutzgaskanäle 230 mit einem Schutzgaskanal 235 auf. Durch den Schutzgaskanal 235 wird Schutzgas der Bearbeitungsstelle zugeführt. Das Schutzgas verhindert eine Verzunderung des im Moment der Bearbeitung heißen Substrats bzw.
- 30

zugeführten Werkstoffs, indem es die Bearbeitungsstelle temporäre vom Sauerstoffkontakt abschirmt. In der gezeigten Ausführungsform wird Werkstoff zentral, d.h. axial zur Längsachse des Bearbeitungskopfes 200, der Bearbeitungsstelle zugeführt. Dazu muss bei Verwendung eines oder mehrerer Laserstrahlen der Laserstrahl oder die Laserstrahlen so aufgeteilt werden, dass die zentrale Achse für die Werkstoffzuführung frei wird bzw. bleibt. Dabei müssen alle Komponenten n dem Bearbeitungskopf, also insbesondere auch die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 so ausgestaltet und der Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen in einem optischem Kanal 220, in der gezeigten Ausführungsform in einem Laserstrahlring 220 so geführt sein, dass die Strahlführung nicht beeinträchtigt, insbesondere der Strahl oder die Strahlen nicht abgeschattet werden. Der Werkstoffzuführungskanal 110 weist an seinem der Bearbeitungsstelle gegenüberliegendem Ende eine austauschbare Werkstoffdüse (nicht gezeigt) auf. Diese Werkstoffdüse kann beispielsweise in den Werkstoffzuführungskanal 110 eingeschraubt sein. Im Betrieb tritt an dem der Bearbeitungsstelle gegenüberliegendem Ende des Werkstoffzuführungskanals 110 Verschleiß, u.a. durch die thermische Belastung, der dieses Ende des Werkstoffzuführungskanals 110 im Betrieb des Bearbeitungskopfes 200 ausgesetzt ist, auf. Durch die austauschbare Werkstoffdüse kann diese einfach ausgetauscht werden, wenn der Verschleiß eine kritische Grenze überschreitet. Der Werkstoff kann in fester oder flüssiger Form oder als Gas zugeführt werden. In fester Form liegt der Werkstoff meist als Draht oder Pulver vor. Beispielsweise bei der Zuführung von drahtförmigen Werkstoff kann sich der Verschleiß durch eine Vergrößerung des Durchmessers des Werkstoffzuführungskanals 110 an dem Austrittsende 111 bemerkbar machen, wodurch die Genauigkeit der Drahtführung beeinträchtigt wird.

**Fig. 2** zeigt eine erfindungsgemäße Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 in einer dreidimensionalen Darstellung. Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 weist einen durchgehenden Werkstoffzuführungskanal 110 auf, durch den der Werkstoff der Bearbeitungsstelle zugeführt wird. Weiterhin weist die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 Medienanschlüsse 130 auf. Über diese Medienanschlüsse 130 kann beispielsweise ein Kühlmedium, beispielsweise Wasser, in die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 eingeleitet bzw. wieder ausgeleitet werden. Dabei befinden sich die Medienanschlüsse 130 an dem im Betrieb des Bearbeitungskopfes

200 der Bearbeitungsstelle gegenüberliegenden Ende der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100. Weiterhin weist die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 einen Anschluss 120 für eine Werkstoffdüse (nicht gezeigt) auf, die im Betrieb des Bearbeitungskopfes 200 an dem zu der Bearbeitungsstelle hinweisenden Ende der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 einschraubbar angeordnet ist. Weiterhin ist in der Figur ein Verbindungstück 150 zu erkennen, an dem die aus Fertigungsgründen zweiteilig ausgeführte Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 verbunden ist. Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 ist mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt. Ist die additive Fertigungsanlage in der Größe der herzustellenden Teile limitiert, so kann die die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 in zwei oder mehreren Teilen gefertigt und für den Betrieb an einem oder mehreren Verbindungsstücken 150 zusammengesetzt werden. Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 kann aber auch einteilig hergestellt werden, sofern eine entsprechende additive Fertigungsanlage zur Verfügung steht.

**Fig. 3** zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 im Längsschnitt. Wie in Fig. 2 sind Medienanschlüsse 130 und der Anschluss 120 für die Werkstoffdüse zu sehen, wobei auf die Darstellung des Einschraubgewindes aus Übersichtsgründen in der Figur verzichtet wurde. Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 weist einen durchgehenden Werkstoffzuführungskanal 110 auf. Weiterhin weist die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 mehrere Medienkanäle 131 auf, die mit den Medienanschlüssen 130 wirkverbunden sind. Beispielsweise kann ein Kühlmedium, wie beispielsweise Wasser, durch einen Medienanschluss 130 in einen Medienkanal 131 eingeleitet werden. Die Medienkanäle 131 sind als Mikrokanäle 131, d.h. als rohrförmige Kanäle mit einem sehr kleinen Querschnitt, beispielsweise von  $10^{-2}$  mm<sup>2</sup>, ausgeführt. Ein Mikrokanal 131 kann teilweise oder komplett ring-, ellipsen-, vieleck-, spiralförmig oder auch geradförmig verlaufen. Mehrere Mikrokanäle 131 können sowohl verschiedene, nicht miteinander verbundene Mikrokanäle 131, als auch verschiedene, miteinander verbundene Mikrokanäle 131 oder auch verschiedene Windungen eines spiralförmigen Mikrokanals 131 umfassen. Ein Mikrokanal 131 kann auch als doppelwandiger Kanal, beispielsweise in Form eines Kanals in einem Kanal und / oder als spiralförmiger Kanal ausgeführt sein. Der Mikrokanal 131 ist durch eine Wand begrenzt. Diese Wand kann bestehen zur Außenseite der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 oder zu einem weiteren Kanal. Dieser weitere

Kanal kann ein weiterer Mikrokanal 131, ein Werkstoffzuführungskanal 110 oder ein optischer Kanal 220 sein. Unter dem weiteren Mikrokanal 131 ist auch beispielsweise eine weitere Windung eines spiralförmigen Mikrokanals 131 zu verstehen. Jeder Mikrokanal 131 kann zumindest an einer Stelle eine Wandstärke von weniger als 0,5 mm, bevorzugt weniger als 0,3 mm und besonders bevorzugt weniger als 0,2mm, aufweisen. Durch die geringe Wandstärke des Mikrokanals 131 ist eine sehr kleine Bauform der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 möglich, bei der dennoch beispielsweise eine Temperierung realisiert ist. Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 ist zumindest bis auf den Bereich des Gewindes zum Einschrauben der Werkstoffdüse (in der Figur nicht gezeigt) mit Mikrokanälen 131 durchzogen. Durch die Ausdehnung des mit Mikrokanälen 131 durchzogenen Bereichs der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 wird die Temperierung der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 optimiert. Weiterhin ist es auch möglich, in einen oder mehreren Mikrokanäle 131 Messsensorik in die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 nahe an den Werkstoffzuführungskanal 110 einzubringen. Solche Messsensoren können beispielsweise Temperatursensoren zur Temperaturüberwachung der Materialzufuhr, Lichtleitfasern zur Erfassung der Schmelzbadtemperatur und/oder zur Prozessregelung, Sensoren für eine Abstandsmessung, beispielsweise eine Lichtleitfaser für OCT (Optische Kohärenztomografie, ein bildgebendes Verfahren, um 2- und 3-dimensionale Aufnahmen aus streuenden Materialien in Mikrometerauflösung zu erhalten), oder Messsensoren zur Überwachung der Förderung der Materialzufuhr sein. Durch das Einbringen solcher Messsensoren können Prozessparameter sehr nah an interessierende Stellen im Inneren der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 und/oder sehr nah an der Bearbeitungsstelle aufgenommen werden, ohne die Baugröße der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 wesentlich zu verändern.

Zusätzlich oder alternativ kann in mindestens einem Mikrokanal 131 eine Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung vorgesehen sein. Eine solche Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung kann beispielsweise eine Vorrichtung zur Vorwärmung des Zusatzmaterials, beispielsweise eine induktive Vorwärmeinrichtung, sein. Durch eine Vorwärmung des zuzuführenden Werkstoffs kann beispielsweise die Auftragsrate von Werkstoff, beispielsweise von Zusatzmaterial, erhöht werden. Durch das Einbringen einer Werkstoffbeeinflussungsvorrichtung in einen Mikrokanal 131 kann die Zusatzmaterialbeeinflussungsvorrichtung beispielsweise sehr

nah an den Werkstoffzuführungskanal 110, insbesondere sehr nah an den Werkstoffzuführungskanal 110 und sehr nah an die Bearbeitungsstelle gebracht werden, so dass sehr gezielt und sehr genau das Zusatzmaterial beeinflussbar ist.

Die Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 ist mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt. Durch den schichtweisen Aufbau der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 lassen sich Geometrien wie insbesondere die beschriebenen Mikrokanäle 100 herstellen, die sich mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder wenn überhaupt nur mit großem Aufwand herstellen lassen.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 im Längsschnitt. Der Mikrokanal 131 weist eine in ihm eingebaute Stütze 132 bzw. eine Vielzahl solcher Stützen 132 auf. Die Stütze 132 kann dabei für eine Turbulenz bzw. eine Erhöhung der Turbulenz im den Mikrokanal 131 durchströmenden Temperiermedium und damit für eine optimierte Wärmeübertragung sorgen. Darüber hinaus kann die Stütze 132 auch zur mechanischen Stabilität des Mikrokanals 131 und der Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 beitragen.

Fig. 5 zeigt eine Ausschnittvergrößerung der erfindungsgemäßen Werkstoffzuführungsvorrichtung 100 aus Fig. 4. In dieser Ausschnittvergrößerung sind die Stützen 132 besser zu erkennen. Die Stützen 132 sind auf der Innenseite, d.h. der dem Werkstoffzuführungskanal 110 zugewandten Seite des Mikrokanals 131, aufgebracht. Die Stützen 132 können aber auch an jeder anderen Stelle innerhalb des Mikrokanals 131 angeordnet sein.

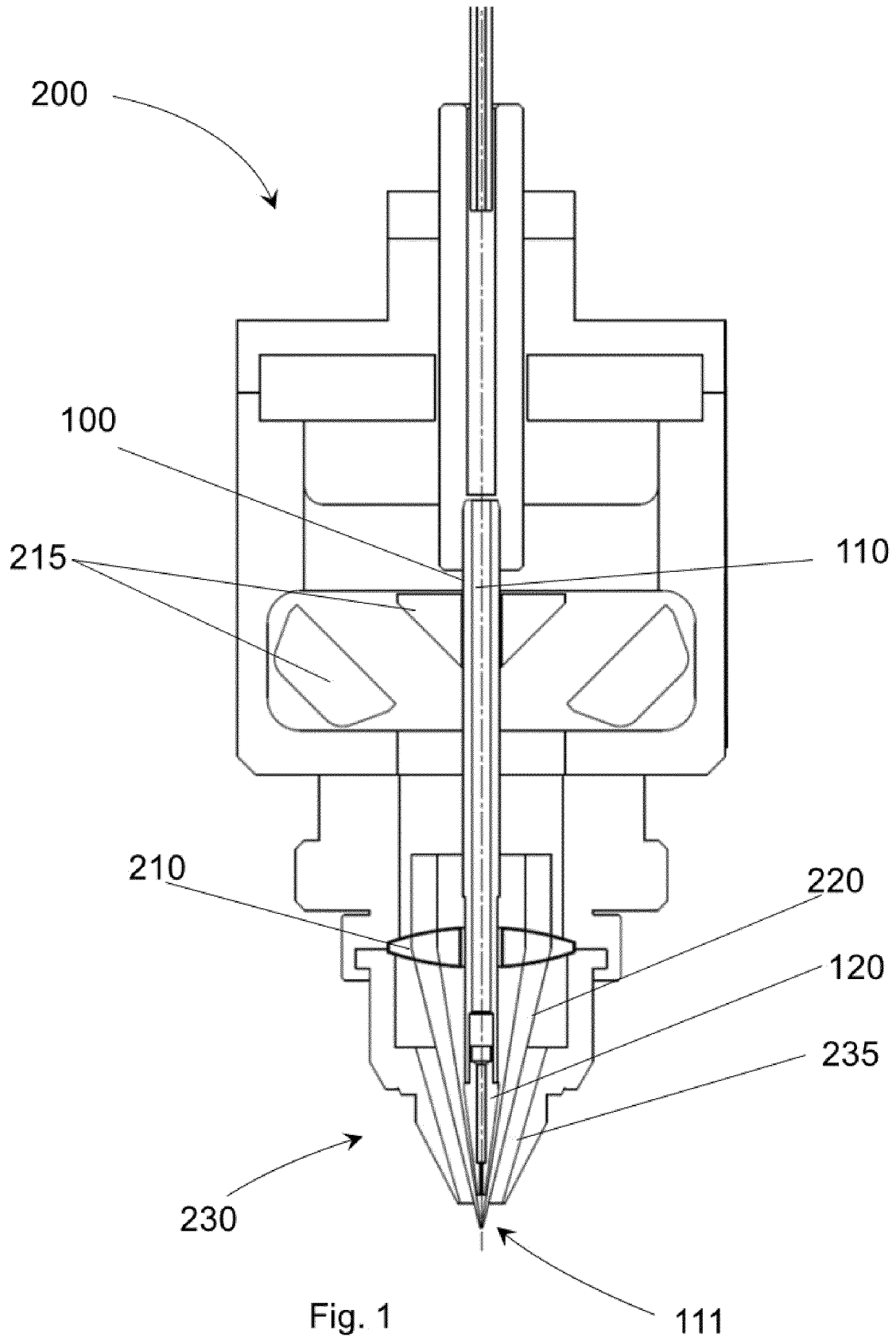
Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden. Alternative durch den Fachmann in Erwägung gezogene Ausführungsformen sind gleichermaßen vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung umfasst.

## Bezugszeichenliste:

	100	Werkstoffzuführungsvorrichtung
	110	Werkstoffzuführungskanal
5	111	Austrittsende
	120	Anschluss für eine Werkstoffdüse
	130	Medienanschluss
	131	Medienkanal, Mikrokanal
	132	Stütze
10	150	Verbindungsstück
	200	Bearbeitungskopf
	210	Fokussierlinse
	215	Umlenkeinrichtung
	220	Optischer Kanal, Laserstrahlring
15	230	Schutzgaskdüse
	235	Schutzgaskanal



6. Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
dass der mindestens eine Mikrokanal eine in ihm eingebaute Stütze aufweist.
7. Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß einem Ansprüche 5 oder 6,  
5 **dadurch gekennzeichnet**,  
dass der mindestens eine Mikrokanal einen Temperiermittelvorlauf und  
einen Temperiermittelrücklauf sicherstellt.
8. Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
10 dass die Werkstoffzuführungsvorrichtung einen Bereich mit einem Gewinde  
zur Aufnahme und Fixierung einer Düsenspitze aufweist, wobei die Werk-  
stoffzuführungsvorrichtung zumindest bis auf den Bereich des Gewindes mit  
Mikrokanälen durchzogen ist.
9. Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,  
15 **dadurch gekennzeichnet**,  
dass in mindestens einem Mikrokanal ein Messsensor vorgesehen ist.
10. Werkstoffzuführungsvorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
20 dass in mindestens einem Mikrokanal eine Werkstoffbeeinflussungsvorrich-  
tung vorgesehen ist.
11. Herstellverfahren für eine Werkstoffzuführungsvorrichtung,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
dass das Herstellverfahren aus der Verfahrensklasse der additiven Ferti-  
gungsverfahren stammt.
- 25 12. Herstellverfahren gemäß Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
dass das Herstellverfahren die Laser-Powder-Bed-Fusion-Technologie nutzt.



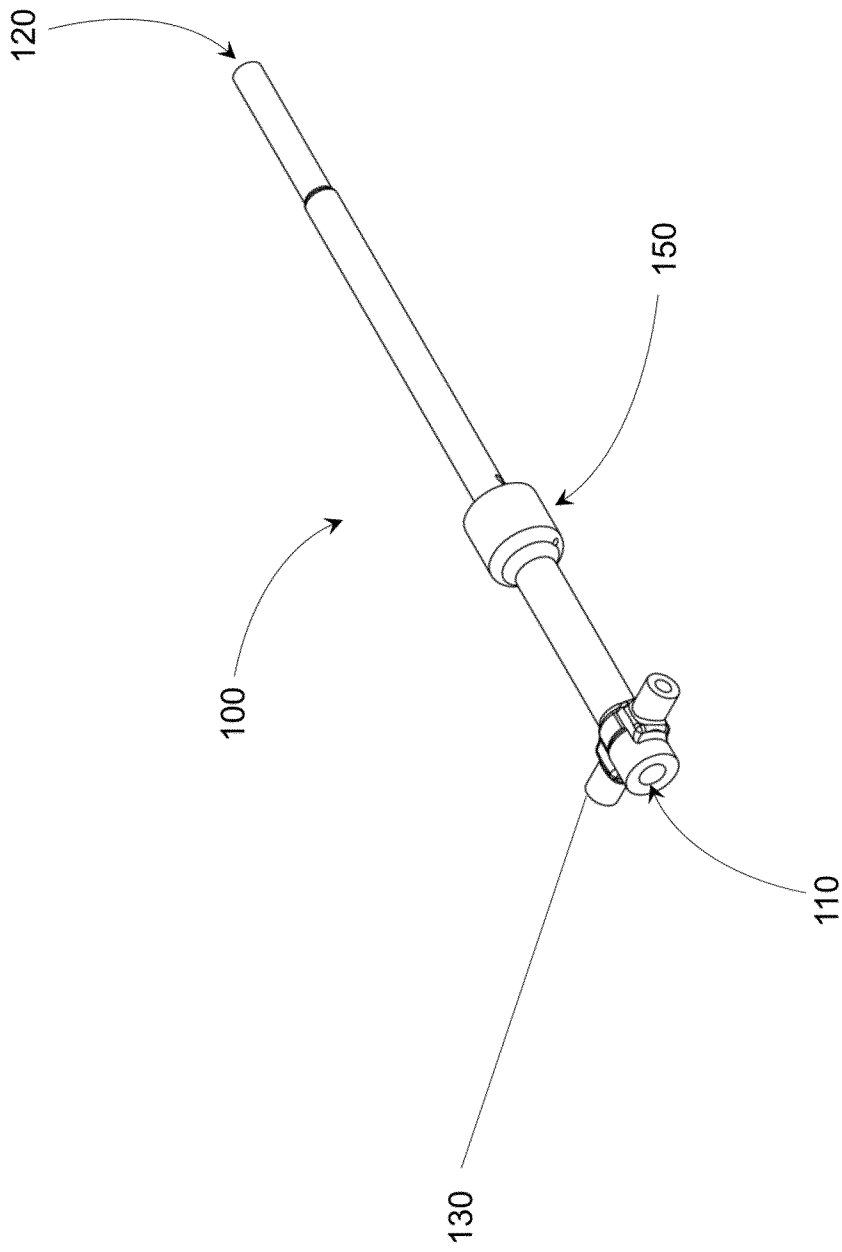


Fig. 2

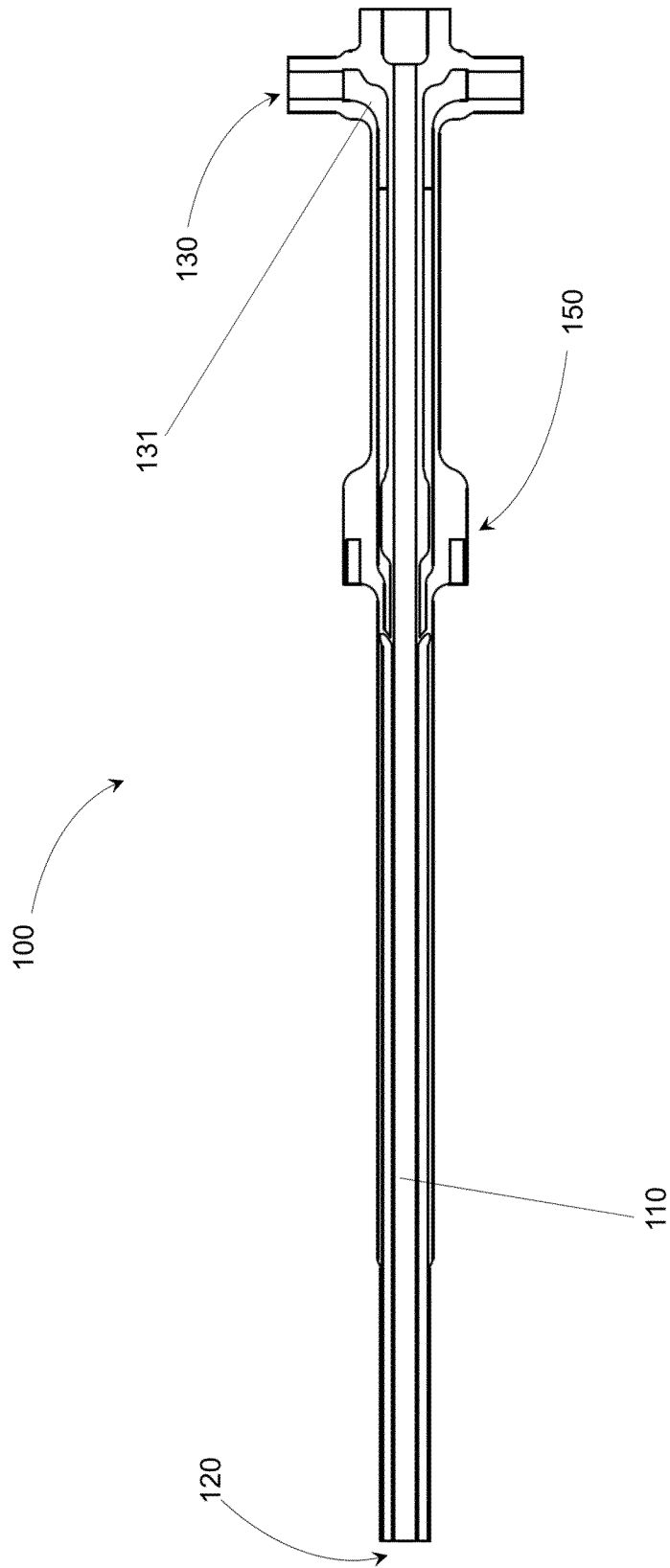


Fig. 3

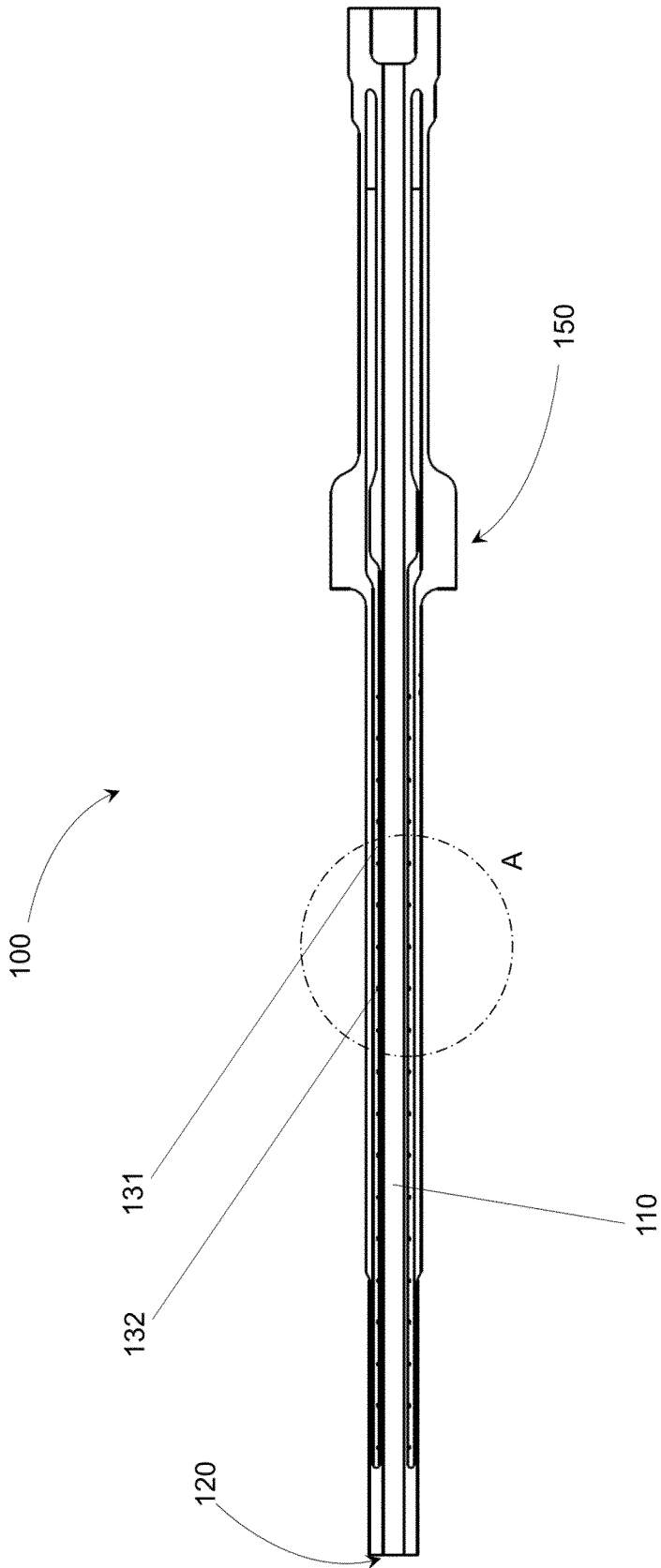


Fig. 4

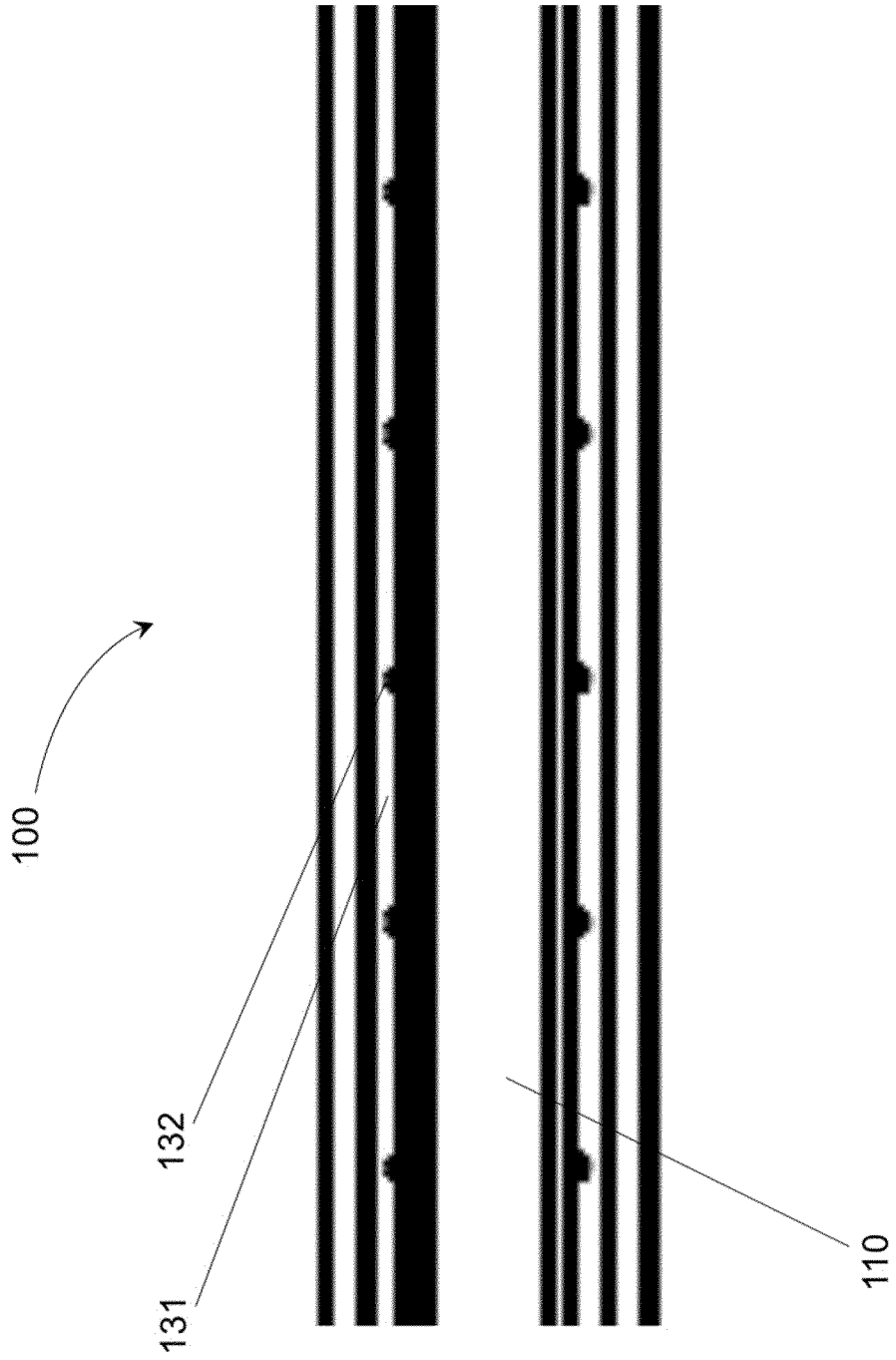


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/075065

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B23K 26/144</i> (2014.01)i; <i>B23K 26/146</i> (2014.01)i; <i>B23K 26/70</i> (2014.01)i; <i>B23K 37/00</i> (2006.01)i; <i>B23K 26/342</i> (2014.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 102016006247 A1 (UFERMANN RÜDIGER [DE]) 23 November 2017 (2017-11-23) the whole document	1,2,5,7-10 4,6
X	DE 102017215841 A1 (SAUER GMBH [DE]) 07 March 2019 (2019-03-07) figures 6A, 6B paragraph [0024] - paragraph [0026] paragraph [0057] - paragraph [0062]	1,3,7,8,11,12
X	US 6396025 B1 (PYRITZ CLARENCE L [US] ET AL) 28 May 2002 (2002-05-28) figures 1-5 column 2, line 36 - column 3, line 23	1,3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>05 February 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 February 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Prager, Emanuel</b> Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/075065

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WANG DI ET AL. "Characteristics of typical geometrical features shaped by selective laser melting" <i>JOURNAL OF LASER APPLICATIONS, LASER INSTITUTE OF AMERICA, US</i> , Vol. 29, No. 2, 17 April 2017 (2017-04-17), [retrieved on 2017-04-17] DOI: 10.2351/1.4980164 ISSN: 1042-346X, XP012218168 figure 6 pages 022007-3 - pages 022007-5	4,6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/075065**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102016006247	A1	23 November 2017	NONE	
DE	102017215841	A1	07 March 2019	DE 102017215841 A1	07 March 2019
				WO 2019048612 A1	14 March 2019
US	6396025	B1	28 May 2002	AU 5904200 A	22 January 2001
				US 6396025 B1	28 May 2002
				US 2002166846 A1	14 November 2002
				US 2005023257 A1	03 February 2005
				WO 0102129 A2	11 January 2001

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2020/075065

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B23K26/144 B23K26/146 B23K26/70 B23K37/00 B23K26/342  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 B23K

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 Y	DE 10 2016 006247 A1 (UFERMANN RÜDIGER [DE]) 23. November 2017 (2017-11-23) das ganze Dokument -----	1,2,5, 7-10 4,6
X	DE 10 2017 215841 A1 (SAUER GMBH [DE]) 7. März 2019 (2019-03-07) Abbildungen 6A, 6B Absatz [0024] - Absatz [0026] Absatz [0057] - Absatz [0062] -----	1,3,7,8, 11,12
X	US 6 396 025 B1 (PYRITZ CLARENCE L [US] ET AL) 28. Mai 2002 (2002-05-28) Abbildungen 1-5 Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 3, Zeile 23 ----- -/--	1,3

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
5. Februar 2021	15/02/2021

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  Prager, Emanuel
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>WANG DI ET AL: "Characteristics of typical geometrical features shaped by selective laser melting", JOURNAL OF LASER APPLICATIONS, LASER INSTITUTE OF AMERICA, US, Bd. 29, Nr. 2, 17. April 2017 (2017-04-17), XP012218168, ISSN: 1042-346X, DOI: 10.2351/1.4980164 [gefunden am 2017-04-17] Abbildung 6 Seiten 022007-3 - Seiten 022007-5 -----</p>	4,6

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/075065

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016006247 A1	23-11-2017	KEINE	
-----			
DE 102017215841 A1	07-03-2019	DE 102017215841 A1	07-03-2019
		WO 2019048612 A1	14-03-2019
-----			
US 6396025	B1	AU 5904200 A	22-01-2001
		US 6396025 B1	28-05-2002
		US 2002166846 A1	14-11-2002
		US 2005023257 A1	03-02-2005
		WO 0102129 A2	11-01-2001
-----			