

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*
TG). *3)*

15

Verfahren zur additiven Herstellung von Bauteilen

Die vorliegende Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zur additiven Herstellung von drei-
20 dimensional, metallischen Bauteilen, wobei diese Bauteile schicht- oder abschnittsweise un-
ter Vakuumbedingungen mittels eines Lasers durch Verschmelzen eines Metallpulvers mit dem
Bauteil aufgebaut werden.

Derartige Verfahren sind beispielsweise aus der EP 1 296 788 B1 oder der DE 10 2013 108
25 111 A1 bekannt.

Die übliche Vorgehensweise sieht dabei vor, dass auf einem Substrat als Ausgang für den her-
zustellenden Körper, was im übrigen auch bei dem vorliegenden Verfahren in dieser Weise ein-
gesetzt werden kann, bei den Verfahren nach dem Stand der Technik zunächst eine Pulver-
30 schicht aufgebracht wird, die anschließend mithilfe des Lasers mit dem Untergrund an den Stel-
len verschmolzen wird, an welchen ein Materialauftrag gewünscht ist. Dieser Vorgang wird so-
lange wiederholt, bis das gewünschte Bauteil hergestellt ist, wobei auch komplexe dreidimensi-
onale Strukturen durch den schichtweisen Aufbau möglich sind.

35 Es hat sich aber gezeigt, dass durch den nach jeder Schicht erforderlichen Auftrag einer weite-
ren Pulverschicht, die zudem auch noch glatt gestrichen werden muss, zum Einen ein recht

hoher Zeitaufwand erforderlich ist und zum anderen relativ große Mengen an Pulver anfallen, die gar nicht mit dem Bauteil verschmolzen werden. Es versteht sich, dass das Restpulver bei den bekannten Verfahren dann in besonders großen Mengen anfällt, wenn das herzustellende Bauteil in Bezug auf die Grundfläche relativ viele Hohlräume und Aussparungen aufweist.

5

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass weniger überschüssiges Metallpulver während der Bearbeitung entsteht.

10 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art das Metallpulver einem Gasstrom zugegeben und mit diesem verwirbelt wird, wobei der Gasstrom dem Bereich einer Bearbeitungsstelle des Lasers auf der Oberfläche des Bauteils zugeleitet wird.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass das Metallpulver durch die gezielte Zuführung mit Hilfe eines Gasstroms genau an die Stelle des im Entstehen befindlichen Bauteils zugeleitet wird, an welcher der Materialauftrag mittels des Lasers gerade vollzogen wird. Es entfällt daher der bei den bekannten Verfahren notwendige Zwischenschritt, zunächst die gesamte Werkstückoberfläche mit Pulver zu bestreuen, wobei sich gezeigt hat, dass sich durch
20 die Zumischung des Metallpulvers zu einem Gasstrom dieses Metallpulver in ausreichender Menge zuführen lässt, um den gewünschten Materialauftrag im Rahmen der additiven Herstellung des Bauteils sicherzustellen.

Es versteht sich, dass bei der gezielten Zuführung des Metallpulvers nur an die Stelle des Bau-
25 teils, an welcher gerade Material aufgetragen werden soll, der Bedarf an zugeführtem Metallpulver deutlich verringert werden kann, da zu den Stellen, an denen kein Materialauftrag bei der jeweils zu bearbeitenden Schicht erfolgen soll, auch gar kein Pulver transportiert wird. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass die Verluste an Metallpulver, die durch den Gasstrom von der Bearbeitungsstelle weggeblasen werden, insgesamt deutlich niedriger liegt als die Reste
30 des nicht zu verarbeitenden Pulvers bei einer Pulverschicht, die mit üblichen Verfahren verschmolzen wird.

Als Gasstrom eignet sich in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung Inertgas, um sicherzustellen, dass es während des Verschmelzens des Metallpulvers mit dem Bauteil nicht
35 zu unerwünschten Reaktionen kommt, die die Werkstoffqualität beeinträchtigen können.

In einer alternativen Ausführungsform kann es aber auch vorgesehen sein, für den Gasstrom ein dotiertes Gas vorzusehen, wobei mit Hilfe der dotierten Stoffe die Materialeigenschaften gezielt beeinflusst werden können.

5

Die Zuleitung des Gasstromes auf die Bearbeitungsstelle kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Beispielsweise kann der Gasstrom mit dem Metallpulver coaxial zur Laserstrahlrichtung zugeführt werden.

10 Eine bevorzugte Ausführungsform kann beim coaxialen Zuführen vorsehen, dass der Gasstrom ringförmig um den Laserstrahl zugeleitet wird.

Die coaxiale Zuleitung hat den Vorteil, dass das Metallpulver unmittelbar senkrecht auf die Bearbeitungsstelle trifft, so dass wenig Metallpulver seitlich der Bearbeitungsstelle durch das abströmende Gas verstreut wird.

15

Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass der Gasstrom mit dem Metallpulver lateral zur Laserstrahlrichtung oder in einem Winkel $>0^\circ$ und $<90^\circ$ zur Laserstrahlrichtung zugeführt wird. Bei einer derartigen Zuführrichtung ist zwar unter Umständen die Gefahr etwas erhöht, dass das nicht aufgeschmolzene Pulver abprallt und seitlich neben das Bauteil geführt wird, allerdings besteht bei einer derartigen Anordnung etwas mehr Raum für die Anordnung der Gaszuführvorrichtung, was insbesondere im Hinblick auf die hohen Temperaturen im Bereich der Bearbeitungsstelle von Vorteil sein kann.

20

25 Jedenfalls ist es bevorzugt, den Gasstrom durch eine geeignete Düse auf die Bearbeitungsstelle zu fokussieren, so dass möglichst viel des eingeströmten Metallpulvers durch den Laser an der Bearbeitungsstelle aufgeschmolzen werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Verfahren unter Vakuumbedingungen durchgeführt wird. Vakuumbedingungen haben den Vorteil, dass die Werkstoffeigenschaften wenig beeinflusst werden und insbesondere das Metallpulver beim Auftragen nicht mit weiteren Substanzen reagiert. Das Durchführen von Schweißvorgängen unter Vakuumbedingungen als solches ist bereits bekannt, so dass das Schaffen einer Vakuumumgebung in einer geeigneten Kammer zur Durchführung des hier beschriebenen erfin-

30

dungsgemäßen Verfahrens, die durch eine Vakuumpumpe evakuiert wird, den Fachmann nicht vor Schwierigkeiten stellt.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Bauteil während des Materialauftrages unter dem mittels einer stationären Vorrichtung zugeführten Gasstrom relativ zu diesem bewegt wird. Dies hat den Vorteil, dass der Laser nicht nachgeführt werden muss, ebensowenig die Vorrichtung für die Zufuhr des mit dem Metallpulver versetzten Gasstromes.

10 Vorzugsweise ist der Laser außerhalb einer Vakuumkammer angeordnet. Der Laserstrahl wird dann durch ein Fenster in die Vakuumkammer eingeleitet, die mittels einer Vakuumpumpe evakuiert wird.

Auf diese Weise kann die Vakuumkammer selbst kompakt gehalten werden und die Zuleitungen des Lasers müssen nicht vakuumdicht in das Kammerinnere geführt werden.

Nachfolgend wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher auf zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung eingegangen. Es zeigen:

20 Fig. 1 einen Längsschnitt einer Vorrichtung zur additiven Herstellung von Bauteilen mit einer koaxialen Metallpulverzuführung;

Fig. 2 einen Längsschnitt einer Vorrichtung ähnlich Fig. 1 mit einer Metallpulverzuführung in einem Winkel zum Laserstrahl;

25 In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 10 gezeigt, mit welcher ein Verfahren zur additiven Herstellung eines metallischen Bauteils 12 in einer Vakuumkammer 14 durchführbar ist. Das Bauteil 12 bzw. Werkstück ist auf einem nicht näher gezeigten Tisch montiert, der ein Verfahren des Bauteils in der x-, y- und z-Richtung ermöglicht. Das Bauteil 12 wird schichtweise im Sinne der additiven Herstellung erzeugt, d. h. bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind bereits
30 eine Reihe von Schichten aufgetragen worden, wobei die aufgetragene aktuelle Materialschicht 16 zur Veranschaulichung nicht maßstäblich überhöht dargestellt ist. Die erste Schicht kann auf einem zuvor in die Kammer 14 eingebrachten Substrat aufgebaut werden.

Eine Vakuumpumpe 18 evakuiert das Innere der Vakuumkammer 14 auf die im Bereich von
35 thermischen Bearbeitungsverfahren im Vakuum üblichen Druckwerte.

Der zum Verschmelzen von zugeführtem Metallpulver in der aufgetragenen Materialschicht 16 erforderliche Energieeintrag wird durch einen Laser 20 bereitgestellt, der außerhalb der Vakuumkammer 14 angeordnet ist. Der Laserstrahl 22 wird durch ein Eintrittsfenster 24 in der Wandung der Vakuumkammer 14 zu einer Bearbeitungsstelle auf dem Bauteil 12 geleitet, an welcher sich durch die hohe Lichtleistung des Lasers 20 ein Schmelzbad 26 ausbildet. Eine nicht gezeigte Vorrichtung kann die Innenseite des Eintrittsfensters 24 mit einem Gas überströmen, so dass ein Verschmutzen und das Kondensieren von Metaldämpfen an dieser Stelle verhindert wird.

Das Metallpulver wird mittels einer Dosiervorrichtung 28 einem Gasstrom zugeführt und mit diesem verwirbelt. Durch eine druckdichte Zuleitung 30 wird dieser Gasstrom in das Innere der Vakuumkammer 14 zu einer Ringdüse 32 geführt, die den eingeleiteten Laserstrahl 22 coaxial umgibt. Die Ringdüse 32 besitzt einen konisch zulaufenden, coaxialen Ringfortsatz 34 der Düse, mit Hilfe dessen das Pulver-Gasgemisch 31 fokussiert auf das Schmelzbad 26 geleitet wird. Während das Gas in dem Zustrom, bei welchem es sich um ein Inertgas handeln kann, das bewusst keinen Einfluss auf den Materialauftrag hat, oder um ein dotiertes Gas, mit Hilfe dessen gezielte Veränderungen der Materialqualität erreicht werden können, seitlich wegströmt, schmelzen die in das Schmelzbad 26 treffenden Metallpartikel unmittelbar auf und sorgen für den Aufbau der aufgetragenen Materialschicht 16. Währenddessen wird das Bauteil 12 in einer Bearbeitungsrichtung verfahren, so dass sich ein zeilenweiser Aufbau ergibt. Grundsätzlich ist es auch möglich, gleichzeitig in mehreren Koordinatenrichtungen zu verfahren, in der Regel wird allerdings ein zeilenweiser Aufbau des Materials gewünscht sein. Selbstverständlich muss eine derartig aufgebrachte Materialschicht nicht durchgängig sein sondern kann an den Stellen, an denen konstruktionsbedingt kein Material vorhanden sein soll, unterbrochen werden. Entsprechend kann während der Verfahrbewegung des Bauteils 12 an derartigen Stellen der Zustrom an Pulver-/Gasgemisch verändert werden, der Laserstrahl unterbrochen werden und/oder die Verfahrgeschwindigkeit des Bauteils 12 in diesen Bereichen kurzfristig stark erhöht werden.

In Fig. 2 ist eine weitere Vorrichtung 110 gezeigt, die sich in gleicher Weise wie die zuvor beschriebene Vorrichtung 10 für das additive Herstellen von dreidimensionalen metallischen Bauteilen 12 eignet. Die meisten Bauteile der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung 110 entsprechen der zuvor beschriebenen und in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung, so dass sie entsprechend mit gleichen Bezugszeichen versehen worden sind und an dieser Stelle nicht mehr näher auf Ihre Funktion eingegangen wird. Der Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung 10 besteht

darin, das bei der Vorrichtung 110 gemäß Fig. 2 die Zuleitung des Pulver-/Gasgemisches 31 über eine einfache Düse 132 erfolgt, mit Hilfe derer das Pulver-/Gasgemisch lateral in einem Winkel dem Schmelzbad 26 zugeführt wird. Entsprechend ergibt sich ein erheblich einfacherer Aufbau der Düse 132, die den Laserstrahl nicht koaxial umgeben muss. Auch die Ausbildung eines ringdüsenartiges Fortsatzes ist hier nicht erforderlich, es genügt, die Düse durch eine einfache Gestaltung des Düsenkopfes so auszubilden, dass das Pulver-/Gasgemisch 31 fokussiert in das Schmelzbad 26 geleitet wird. Die übrigen Abläufe entsprechen den im Zusammenhang mit der Vorrichtung 10 aus Fig. 1 erörterten Abläufen und werden an dieser Stelle daher nicht mehr weiter besprochen.

Patentansprüche

- 5
1. Verfahren zur additiven Herstellung von dreidimensionalen, metallischen Bauteilen (12), wobei diese Bauteile (12) schicht- oder abschnittsweise unter Vakuumbedingungen mittels eines Lasers (20) durch Verschmelzen eines Metallpulvers mit dem Bauteil (12) aufgebaut werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Metallpulver einem Gasstrom zugegeben und mit diesem vermischt wird, wobei der Gasstrom dem Bereich einer Bearbeitungsstelle des Lasers (20) auf der Oberfläche des Bauteils zugeführt wird.
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Gas für den Gasstrom ein Inertgas verwendet wird.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Gas für den Gasstrom ein dotiertes Gas verwendet wird, um die Materialeigenschaften durch die dotierten Stoffe gezielt zu beeinflussen.
- 20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas mit dem Metallpulver koaxial zur Laserstrahlrichtung zugeführt wird.
- 25
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasstrom ringförmig um den Laserstrahl zugeführt wird.
- 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas mit dem Metallpulver lateral zur Laserstrahlrichtung oder in einem Winkel $>0^\circ$ und $<90^\circ$ zur Laserstrahlrichtung zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasstrom auf die Bearbeitungsstelle fokussiert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bauteil (12) während des Materialauftrages unter dem mittels einer stationären Vorrichtung zugeführten Gasstromes relativ zu diesem bewegt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahl durch ein Fenster (24) in eine Vakuumkammer (14) eingeleitet wird, die mittels einer Vakuumpumpe (18) evakuiert wird.
- 5 10. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fenster durch einen Gasstrom vor Bedampfung und/oder Verschmutzung geschützt wird.

Fig.1

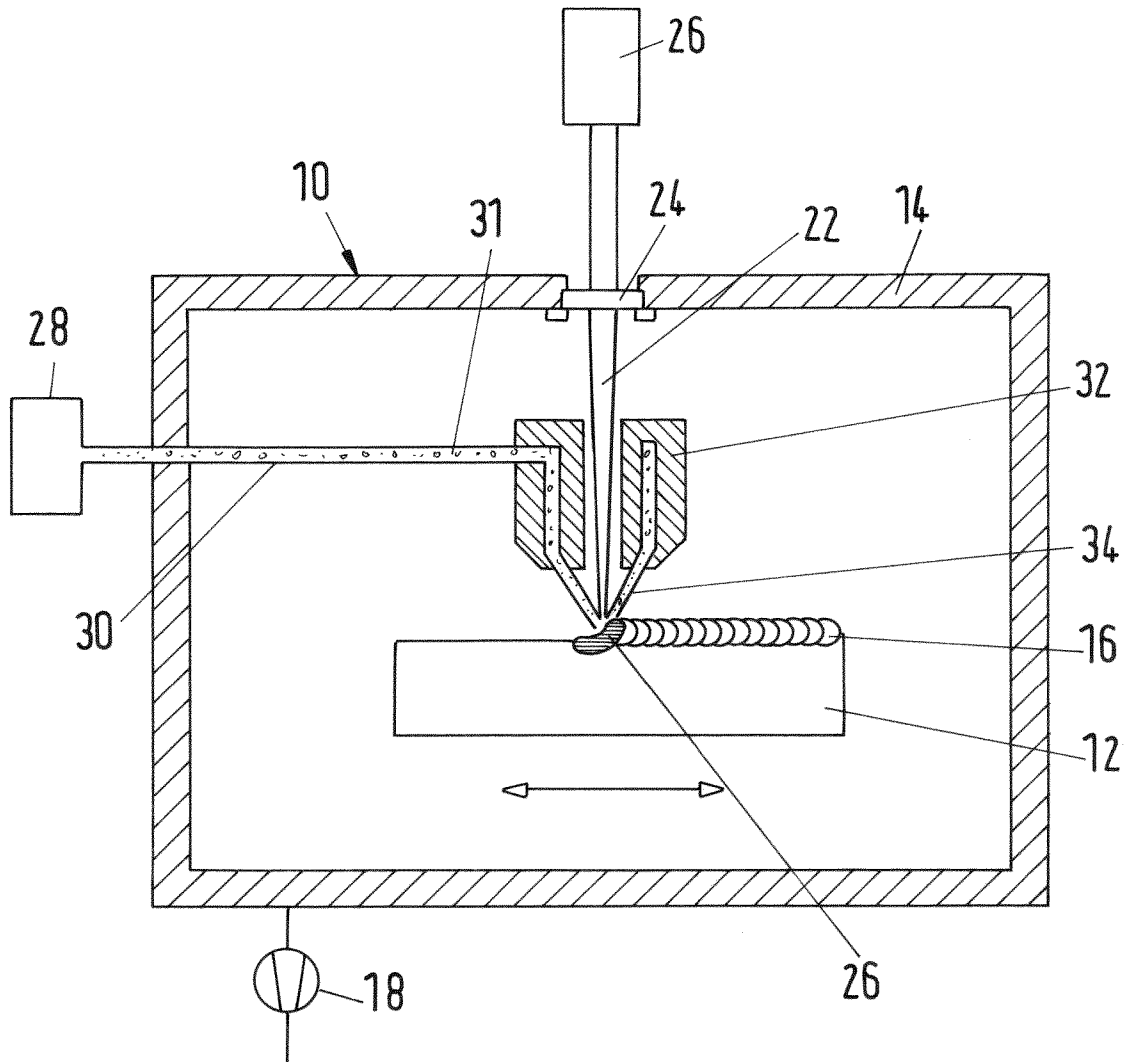
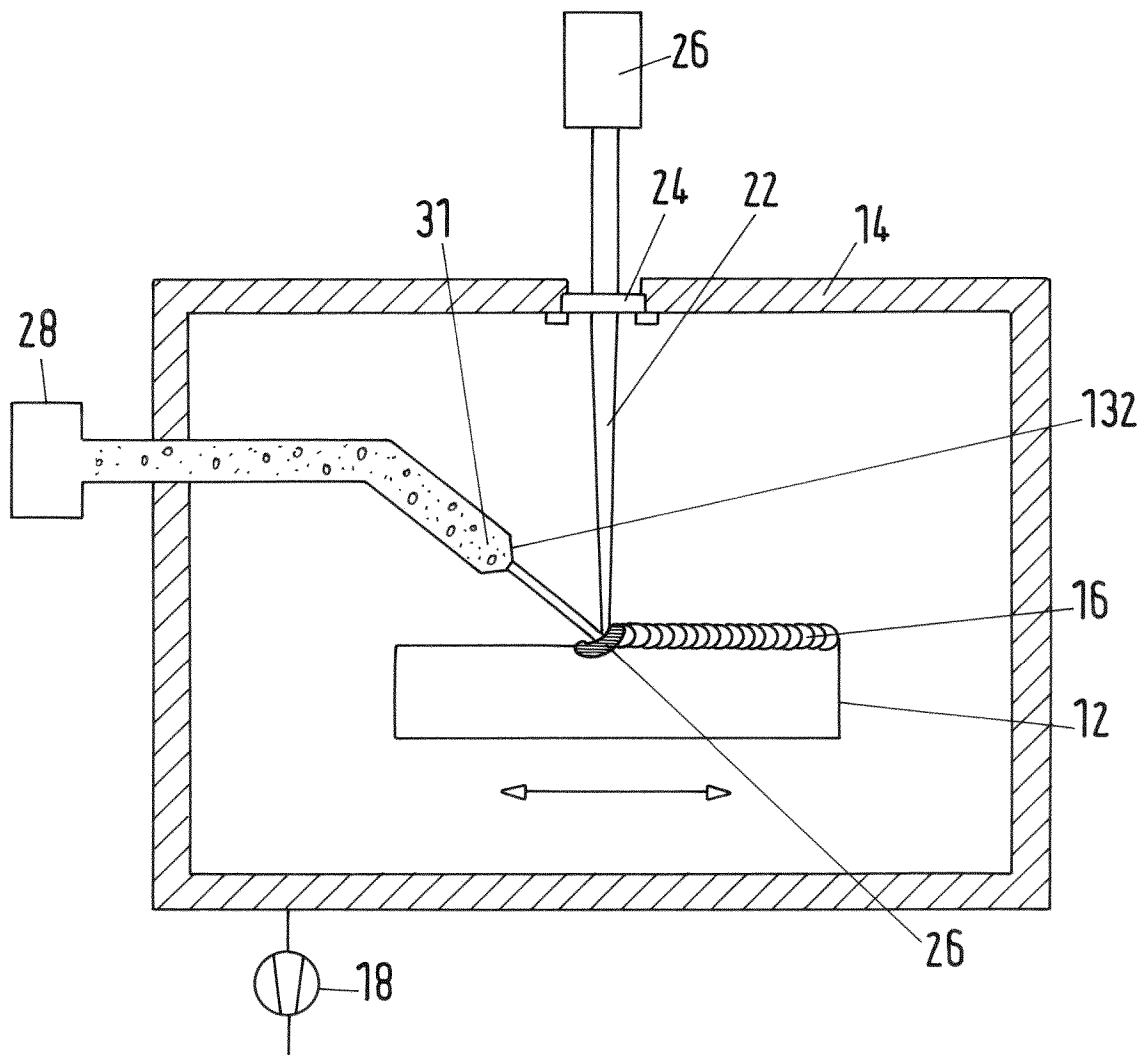


Fig.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/065755

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B22F3/105 ADD.				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22F				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	US 6 024 792 A (KURZ WILFRIED [CH] ET AL) 15 February 2000 (2000-02-15)	1,2,4, 6-8		
Y	column 2, lines 5-8, 19-22, 48, 54-62; figures 3-4 column 4, lines 58-62 column 5, lines 46-51,55-59 column 6, lines 2-3	5,9,10		
A	----- GB 2 521 191 A (EXMET AB [SE]) 17 June 2015 (2015-06-17) page 2, lines 29-31; claim 10 page 5, line 26 page 5, line 31 - page 6, line 2 page 14, lines 12-23	3		
Y	----- US 6 172 327 B1 (ALESHIN STEPHEN [US] ET AL) 9 January 2001 (2001-01-09)	5		
A	claims 9,19,20; figure 4 -----	3		
-/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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	Date of mailing of the international search report			
30 September 2016	07/10/2016			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lemoisson, Fabienne			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065755

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014/034626 A1 (ILLSTON TREVOR [GB]) 6 February 2014 (2014-02-06) paragraphs [0001], [0006] -----	9, 10
A	US 2002/112955 A1 (AIMONE PAUL [US] ET AL) 22 August 2002 (2002-08-22) paragraphs [0016], [0018]; figures 3-4 -----	1, 2, 6, 8, 9
A	US 6 751 516 B1 (RICHARDSON TIMOTHY M [CA]) 15 June 2004 (2004-06-15) column 1, lines 50-54; figures 3-4 column 1, line 66 - column 2, line 1 column 5, lines 14-20 column 5, line 66 - column 6, line 5 column 17, lines 15-36 -----	1-3, 6, 7, 9, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/065755

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6024792	A	15-02-2000	CA 2230323 A1	24-08-1998
			EP 0861927 A1	02-09-1998
			US 6024792 A	15-02-2000
GB 2521191	A	17-06-2015	EP 3080820 A1	19-10-2016
			GB 2521191 A	17-06-2015
			WO 2015086705 A1	18-06-2015
US 6172327	B1	09-01-2001	NONE	
US 2014034626	A1	06-02-2014	DE 102013108111 A1	06-02-2014
			GB 2506494 A	02-04-2014
			US 2014034626 A1	06-02-2014
US 2002112955	A1	22-08-2002	AT 325906 T	15-06-2006
			BG 108059 A	30-04-2005
			BR 0207202 A	27-01-2004
			CA 2437713 A1	22-08-2002
			CN 1491294 A	21-04-2004
			CZ 20032186 A3	18-02-2004
			DE 60211309 T2	24-05-2007
			DK 1362132 T3	11-09-2006
			EP 1362132 A2	19-11-2003
			ES 2261656 T3	16-11-2006
			HK 1062902 A1	07-07-2006
			HU 0400730 A2	30-08-2004
			IS 6911 A	13-08-2003
			JP 2004523653 A	05-08-2004
			MX PA03007293 A	08-09-2005
			NO 20033567 A	12-08-2003
			NZ 527503 A	30-07-2004
			PL 363521 A1	29-11-2004
			PT 1362132 E	29-09-2006
			RU 2304633 C2	20-08-2007
SK 10062003 A3	02-03-2004			
US 2002112955 A1	22-08-2002			
WO 02064287 A2	22-08-2002			
ZA 200306259 B	13-08-2004			
US 6751516	B1	15-06-2004	US 6751516 B1	15-06-2004
			US 2004204785 A1	14-10-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065755

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B22F3/105
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B22F

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 024 792 A (KURZ WILFRIED [CH] ET AL) 15. Februar 2000 (2000-02-15)	1,2,4, 6-8
Y	Spalte 2, Zeilen 5-8, 19-22, 48, 54-62; Abbildungen 3-4	5,9,10
	Spalte 4, Zeilen 58-62 Spalte 5, Zeilen 46-51,55-59 Spalte 6, Zeilen 2-3	

A	GB 2 521 191 A (EXMET AB [SE]) 17. Juni 2015 (2015-06-17)	3
	Seite 2, Zeilen 29-31; Anspruch 10 Seite 5, Zeile 26 Seite 5, Zeile 31 - Seite 6, Zeile 2 Seite 14, Zeilen 12-23	

Y	US 6 172 327 B1 (ALESHIN STEPHEN [US] ET AL) 9. Januar 2001 (2001-01-09)	5
A	Ansprüche 9,19,20; Abbildung 4	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

30. September 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/10/2016

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

Lemoisson, Fabienne

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2014/034626 A1 (ILLSTON TREVOR [GB]) 6. Februar 2014 (2014-02-06) Absätze [0001], [0006] -----	9, 10
A	US 2002/112955 A1 (AIMONE PAUL [US] ET AL) 22. August 2002 (2002-08-22) Absätze [0016], [0018]; Abbildungen 3-4 -----	1, 2, 6, 8, 9
A	US 6 751 516 B1 (RICHARDSON TIMOTHY M [CA]) 15. Juni 2004 (2004-06-15) Spalte 1, Zeilen 50-54; Abbildungen 3-4 Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 1 Spalte 5, Zeilen 14-20 Spalte 5, Zeile 66 - Spalte 6, Zeile 5 Spalte 17, Zeilen 15-36 -----	1-3, 6, 7, 9, 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065755

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6024792	A	15-02-2000	CA 2230323 A1 EP 0861927 A1 US 6024792 A	24-08-1998 02-09-1998 15-02-2000
GB 2521191	A	17-06-2015	EP 3080820 A1 GB 2521191 A WO 2015086705 A1	19-10-2016 17-06-2015 18-06-2015
US 6172327	B1	09-01-2001	KEINE	
US 2014034626	A1	06-02-2014	DE 102013108111 A1 GB 2506494 A US 2014034626 A1	06-02-2014 02-04-2014 06-02-2014
US 2002112955	A1	22-08-2002	AT 325906 T BG 108059 A BR 0207202 A CA 2437713 A1 CN 1491294 A CZ 20032186 A3 DE 60211309 T2 DK 1362132 T3 EP 1362132 A2 ES 2261656 T3 HK 1062902 A1 HU 0400730 A2 IS 6911 A JP 2004523653 A MX PA03007293 A NO 20033567 A NZ 527503 A PL 363521 A1 PT 1362132 E RU 2304633 C2 SK 10062003 A3 US 2002112955 A1 WO 02064287 A2 ZA 200306259 B	15-06-2006 30-04-2005 27-01-2004 22-08-2002 21-04-2004 18-02-2004 24-05-2007 11-09-2006 19-11-2003 16-11-2006 07-07-2006 30-08-2004 13-08-2003 05-08-2004 08-09-2005 12-08-2003 30-07-2004 29-11-2004 29-09-2006 20-08-2007 02-03-2004 22-08-2002 22-08-2002 13-08-2004
US 6751516	B1	15-06-2004	US 6751516 B1 US 2004204785 A1	15-06-2004 14-10-2004