



(11)

EP 2 574 408 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(51) Int Cl.:

B05D 3/04 (2006.01)

B05B 7/16 (2006.01)

B05B 7/20 (2006.01)

B05D 1/08 (2006.01)

B05B 7/04 (2006.01)

C23C 24/04 (2006.01)

B05B 7/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11183587.2**

(22) Anmeldetag: **30.09.2011**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms

Method and device for supplying a coolant media flow

Procédé et dispositif destinés à la sortie d'un flux de liquide de refroidissement

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.04.2013 Patentblatt 2013/14

(73) Patentinhaber:

- **Air Liquide Deutschland GmbH
40235 Düsseldorf (DE)**

Benannte Vertragsstaaten:
DE

- **L'Air Liquide Société Anonyme pour l'Etude et
l'Exploitation des Procédés Georges Claude
75007 Paris (FR)**

Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder: **Kaya, Cerkez
47804 Krefeld (DE)**

(74) Vertreter: **Heine, Christian Klaus
KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann
Rößler Heine PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 263 469

EP-A1- 2 014 794

WO-A2-2008/027900

DE-A1- 10 126 100

US-A- 3 703 991

EP-A1- 1 700 638

EP-A2- 0 142 816

DE-A1- 10 121 590

DE-A1-102009 052 946

US-A- 5 520 331

EP 2 574 408 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms. Dieser Kühlmediumstrom wird eingesetzt, um beim thermischen Beschichten eine effektive Kühlung der zu beschichtenden Bauteile und der Spritzwerkstoffe zu erreichen.

[0002] Bauteile werden oftmals thermisch beschichtet, um die Eigenschaften der Oberfläche des Bauteils im Hinblick auf die Korrosion, den Verschleiß oder die Temperaturbeständigkeit zu verändern. Auch die Änderung von Hafteigenschaften beziehungsweise der Haft- und/oder Gleitreibung steht oftmals im Vordergrund der Beschichtung. Auch anderweitige funktionelle Oberflächen können so geschaffen werden. Beim thermischen Beschichten werden dabei zwei Werkstoffe miteinander kombiniert, die sich regelmäßig im Hinblick zumindest auf ihre physikalischen Eigenschaften unterscheiden. So werden beispielsweise Schichten aus Kunststoffen, Metallen, Legierungen, Karbiden, Oxiden, Keramik und aus Gemischen dieser Stoffe durch thermisches Beschichten aufgetragen. Beim thermischen Beschichten werden die zu beschichtenden Bauteile in einem oder in mehreren Durchgängen beschichtet, wobei Flamspritzverfahren, Hochgeschwindigkeitsflamspritzverfahren, Lichtbogenspritzverfahren und Plasmaspritzverfahren zum Auftragen eines Spritzwerkstoffes zum Einsatz kommen können. Die Beschichtung beziehungsweise der Spritzwerkstoff wird dabei aus einem Werkstoff ausgebildet, der aufgeschmolzen oder angeschmolzen und auf die Bauteiloberfläche appliziert wird. Hierbei sollte die Bauteiloberfläche regelmäßig nicht aufgeschmolzen werden. Die Bindung der Schicht an die Bauteiloberfläche erfolgt dabei vorrangig durch mechanische Verklammerung, alternativ oder zusätzlich auch durch Diffusion.

[0003] Um eine thermische Beschädigung des Bauteils oder die Veränderung von Eigenschaften des Bauteils zu verhindern, ist es erforderlich, die Temperatur möglichst genau einzustellen. Dies ist auch notwendig, um ein gutes Haften der Beschichtung auf der Bauteiloberfläche zu erreichen, da bei einer zu starken Erwärmung des Bauteils durch die dabei entstehende Ausdehnung und anschließende Schrumpfung beim Abkühlen Scherspannungen zwischen Beschichtung und Bauteiloberfläche entstehen können, die zu einem zumindest teilweisen Ablösen der Beschichtung von der Bauteiloberfläche führen können.

[0004] Bisher erfolgt beim thermischen Beschichten eine Kühlung durch Eintragen von Kohlendioxid in einen Druckluftstrom oder auch durch das Verdüsen von flüssigem Kohlendioxid unter Bildung von Kohlendioxidschnee. Dieses Kühlmedium wird dann auf die Bauteiloberfläche aufgetragen.

[0005] Zum Beispiel in der WO 2008/027 900 A2 wird ein Verfahren zur Kühlung mit einer kryogenen Flüssigkeit, welches mit einem Drosselungsgas oder mit einer weiteren kryogenen Flüssigkeit in Kontakt gebracht wird,

mittels einer Düse beschrieben.

[0006] Für verschiedenste Anwendungsgebiete ist es bekannt, Medien über Düsen auszutragen. So ist aus der DE 10 2009 052946 A1 ein Verfahren zur Herstellung einer Schutzbeschichtung mittels einer Kaltgasspritzdüse bekannt. Aus der US 3 703 991 A Verfahren zum Herstellen von künstlichem Schnee zum Skifahren bekannt. Aus der DE 101 21 590 A1 ist weiterhin ein Verfahren zur Kühlung bei spanabhebenden Fertigungsprozessen bekannt. Aus der US 5 520 331 A ist eine Vorrichtung zum Löschen von Feuer bekannt.

[0007] Hierbei hängt die Kühleffektivität im Wesentlichen davon ab, wie viel Kühlmedium und in welcher Zusammensetzung diese auf die Bauteiloberfläche trifft und insbesondere wie viel Kohlendioxidschnee auf der Bauteiloberfläche auftrifft, an der Bauteiloberfläche sublimiert und in wie weit somit zwischen Bauteil und Kohlendioxid oder Kühlmedium ein Wärmeaustausch stattfindet. Dies gelingt oft ungenügend und insbesondere dann, wenn sich die Bauteile schnell bewegen und/oder eine rotierende thermische Masse aufweisen, wie dies beispielsweise beim Beschichten von Walzen, Scheiben und Kugeln der Fall ist, ist es aus dem Stand der Technik schwierig, eine effektive und ausreichende Kühlung der Bauteiloberfläche zu erreichen.

[0008] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediums anzugeben, bei dem die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise überwunden werden und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediums anzugeben, bei dem die Kühlmediumströmung in Bezug auf Strömungsgeschwindigkeit und Zusammensetzung einstellbar ist.

[0009] Diese Aufgaben werden gelöst durch die unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen sind auch durch in der Beschreibung offenbarte Merkmale gegeben, die beliebig in technologisch sinnvoller Weise miteinander und mit Merkmalen aus den Ansprüchen kombiniert werden können. Gleiches gilt für in den Figuren offenbarte Merkmale.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Austragen eines Kühlmediumstroms wird ein Kühlmediumstrom durch eine Kühlmediumdüse in einen Trägergasstrom eingegeben, wobei das Kühlmedium flüssig und/oder gasförmig vorliegt. Das Verfahren kennzeichnet sich dadurch, dass der Trägergasstrom durch eine Laval-Düse geführt wird, wobei die Laval-Düse eine Längsachse aufweist und der Kühlmediumstrom so eingegeben wird, dass der Austritt des Kühlmediumstroms in den Trägergasstrom innerhalb oder stromabwärts der Laval-Düse erfolgt.

[0012] Unter einer Laval-Düse wird eine Düse verstanden, bei der sich in Strömungsrichtung der Querschnitt der Düse zunächst verengt und sich dann bis zum Gasaustritt wieder aufweitet. Unter einem Trägergasstrom

wird ein Strom eines Trägergases verstanden. Das Trägergas liegt gasförmig vor. Unter einem Kühlmediumstrom wird ein Strom eines Kühlmediums verstanden. Das Kühlmedium liegt dabei flüssig und/oder gasförmig vor. Es kann seinen Aggregatzustand beim Austritt aus der Kühlmediumdüse ändern, so dass ein flüssiges Kühlmedium nach Austritt aus der Kühlmediumdüse zumindest teilweise gasförmig und/oder fest vorliegt. Bei der Kühlmediumdüse kann es sich um eine grundsätzlich beliebige Düse handeln, insbesondere kann es sich auch um den Austritt eines Rohres handeln.

[0013] Durch die Laval-Düse wird zunächst der Trägergasstrom beschleunigt. Gleichzeitig erfolgt dann, wenn der Austritt des Kühlmediumstroms in den Trägergasstrom innerhalb der Laval-Düse erfolgt, in der Laval-Düse eine Durchmischung von Trägergasstrom und Kühlmediumstrom. Es kommt zu einer Verteilung des Kühlmediums im Trägergasstrom. Sofern die Kühlmediumdüse so positioniert ist, dass der Austritt des Kühlmediumstromes stromabwärts der Laval-Düse erfolgt, erfolgt in der durch die Laval-Düse erzeugten Trägergasströmung die Vermischung von Kühlmedium und Trägergas. Durch die Beschleunigung, die das Trägergas in der Laval-Düse erfährt, wird eine grundsätzlich turbulente oder quasi turbulente Strömung erzeugt, in die das Kühlmedium eingegeben wird. So kommt es zu einer guten Durchmischung von Kühlmedium und Trägergas.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist die Kühlmediumdüse in Richtung der Längsachse der Laval-Düse relativ zu der Laval-Düse verschiebbar.

[0015] Alternativ oder zusätzlich ist die Kühlmediumdüse auswechselbar gestaltet. Dadurch können Kühlmediumdüsen verschiedener durchströmbarer Querschnitte für verschiedene Anwendungsbereiche austauschbar vorgegeben werden.

[0016] Durch die erfindungsgemäße Wahl der Lage der Kühlmediumdüse relativ zur Laval-Düse und insbesondere durch die bevorzugte Verschiebbarkeit der Kühlmediumdüse relativ zur Laval-Düse kann die Zusammensetzung, insbesondere im Hinblick auf die Verteilung der Aggregatzustände des Kühlmediums, also welcher Anteil des Kühlmediums in flüssiger Form, welcher Anteil in fester Form und welcher Anteil als Gas vorliegt, die räumliche Verteilung des Kühlmediums im Trägergasstrom und/oder die Partikelgröße, insbesondere die Tröpfchen- oder Korngröße der flüssigen oder festen Phase, vorgegeben oder eingestellt werden. Insbesondere dann, wenn als Kühlmedium Kohlendioxid eingesetzt wird, kann so eine Einstellung der Größenverteilung des Kohlendioxidschnees einerseits und die räumliche Verteilung der Kohlendioxidschneepartikel im Trägergasstrom erreicht werden. Wird ein überwiegend flüssiges Kühlmedium, wie beispielsweise flüssiger Stickstoff oder flüssiges Argon als Kühlmedium eingesetzt, so kommt es zur Einstellbarkeit der Tröpfchengrößenverteilung des Stickstoffs beziehungsweise des Argons im Trägergasstrom.

[0017] Durch die effiziente Zerstäubung des Kühlmediums im Trägergasstrom ist durch die Wahl der Lage der Kühlmediumdüse relativ zur Laval-Düse oder durch die bevorzugte Verschiebbarkeit der Kühlmediumdüse relativ zur Laval-Düse die Einstellung einer Partikelgrößenverteilung und/oder einer räumlichen Verteilung des Kühlmediums im Trägergasstrom in Anpassung an die jeweils zu erfüllenden Anforderungen der Kühlung möglich. So kann beim Einsatz beim thermischen Beschichten oder thermischen Spritzen die Partikelgröße und die Verteilung der Partikel im Trägergasstrom an die Beschaffenheit des zu beschichtenden Bauteils, insbesondere im Hinblick auf die Reduzierung von thermischer Ausdehnung und Schrumpfung, und der Spritzwerkstoffe angepasst werden, um so eine mangelhafte Schichtbildung beziehungsweise -haftung aufgrund thermisch induzierter Scherspannungen zu verringern oder zu vermeiden.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt das Kühlmedium beim Durchströmen der Kühlmediumdüse in flüssigem Aggregatzustand vor.

[0019] Insbesondere dann, wenn der Kühlmediumdüse als Kühlmedium Kohlendioxid in flüssiger Form zugeführt wird, kann es nach Austreten aus der Kühlmediumdüse zur zumindest teilweisen Bildung von Kühlmedium in festem Aggregatzustand beispielsweise als Kohlendioxidschnee und zur teilweisen Verdampfung des Kohlendioxids kommen. Beim Einsatz von flüssigem Stickstoff und/oder Argon kommt es regelmäßig zur zumindest teilweisen Verdampfung des Stickstoffs und/oder Argons.

[0020] Der Einsatz eines grundsätzlich flüssigen Kühlmediums hat sich als vorteilhaft erwiesen, da so zur Kühlung auch die Verdampfungsenthalpie genutzt werden kann. Gleiches gilt für den gegebenenfalls zumindest teilweise gebildeten Kohlendioxidschnee, bei dem die Sublimationskälte zur Kühlung der Bauteiloberfläche eingesetzt werden kann.

[0021] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Kühlmedium mindestens einen der folgenden Stoffe:

- Kohlendioxid (CO₂);
- Stickstoff (N₂); und
- Argon (Ar).

[0022] Insbesondere beim Einsatz beim thermischen Beschichten oder Spritzen hat sich der Einsatz von Kohlendioxid als Kühlmedium als vorteilhaft erwiesen, da durch die Bildung von Kohlendioxidschnee eine gute Verteilung des Kühlmediums auf der Bauteiloberfläche und damit eine effektive Kühlung erfolgen kann und die Sublimationskälte für die Kühlung der Bauteiloberfläche genutzt werden kann. Beim Einsatz von flüssigem Stickstoff oder Argon kann die Verdampfungsenthalpie vorteilhaft zur weiteren Kühlung der Bauteiloberfläche eingesetzt werden. Stickstoff und Argon sind inerte Gase, die zu

einer Unterdrückung von Reaktionen mit der Bauteiloberfläche bei Beschichtung und Kühlung, insbesondere zur Unterdrückung von Oxidationsreaktionen genutzt werden können.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Trägergas mindestens eines der folgenden Gase:

- Luft;
- Argon;
- Stickstoff; und
- Kohlendioxid.

[0024] Um eine möglichst einfache Verfahrensführung zu ermöglichen, ist es bevorzugt, als Trägergas und Kühlmedium ein identisches Gas einzusetzen, wobei dann bevorzugt als Kühlmedium das Gas zumindest teilweise in einem anderen Aggregatzustand eingesetzt wird. Der Einsatz von Luft als Trägergas hat sich als besonders preiswert herausgestellt.

[0025] Insbesondere bei Luft als Trägergas und allgemein dann, wenn das Trägergas eine gewisse Feuchtigkeit aufweist, kann es zur Eisbildung an der Kühlmediumdüse kommen. Dem kann bevorzugt entgegengewirkt werden, in dem die Kühlmediumdüse mit einer thermischen Isolierung versehen wird, beispielsweise in dem eine Beschichtung aus einem Kunststoff, insbesondere aus Polytetrafluorethylen, ausgebildet wird.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Trägergasstrom durch einen porösen Körper geführt, bevor der Kühlmediumstrom zugegeben wird.

[0027] Besonders bevorzugt ist hierbei der Einsatz eines Sinterwerkstoffs, wie beispielsweise eines Sintermetalls oder einer Sinterkeramik, zur Ausbildung des porösen Körpers. Die Führung des Trägergasstroms durch einen porösen Körper führt zu einer Strömungsvergleichmäßigung stromabwärts des porösen Körpers. Gleichzeitig kann in vorteilhafter Weise der poröse Körper zur mechanischen Halterung und/oder zur Zentrierung der Kühlmediumdüse in der Laval-Düse eingesetzt werden.

[0028] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Kühlmediumdüse relativ zu der Laval-Düse zentriert ausgebildet. Insbesondere dann, wenn die Laval-Düse eine Symmetrieachse in Form der Längsachse aufweist, also rotationssymmetrisch um die Längsachse ausgebildet ist, ist es vorteilhaft, die Kühlmediumdüse relativ zu der Laval-Düse zu zentrieren, diese also auf der Längsachse der Laval-Düse auszubilden. Hierdurch kann erreicht werden, dass der Kühlmediumstrom im Bereich der höchsten Strömungsgeschwindigkeit der Trägergasströmung zugegeben wird, was zu einer besonders guten Verteilung des Kühlmediums im Trägergas führt.

[0029] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Kühlmediumstrom in Richtung der Längsachse der Laval-Düse eingegeben.

[0030] Es hat sich herausgestellt, dass die Zugabe des Kühlmediums in Richtung der Längsachse zu einer besonders gleichmäßigen Verteilung des Kühlmediums im Trägergas führt. Für bestimmte Fälle kann es aber auch vorteilhaft sein, stattdessen den Kühlmediumstrom in einem Winkel zur Längsachse zuzugeben, insbesondere dann, wenn stark asymmetrische Anwendungsfälle mit einem Kühlmediumstrom beaufschlagt werden müssen. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Kühlmediumdüse zwar durch eine in Richtung der Längsachse der Düse ausgebildete Kühlmediumzuleitung mit Kühlmedium versorgt wird, die Kühlmediumdüse jedoch eine Austrittsöffnung aufweist, die einen Kühlmediumstrom mit einer Richtung bewirkt, die sich von der Längsachse unterscheidet.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms vorgeschlagen, die umfasst:

- eine Laval-Düse mit einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite;
- einen mit der Eingangsseite der Laval-Düse verbundenen Trägergasanschluss; und

[0032] Erfindungsgemäß ist die Kühlmediumdüse so ausgebildet, dass eine Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse innerhalb der Laval-Düse liegt oder die Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse hinter der Ausgangsseite der Laval-Düse liegt.

[0033] Hierbei ist die Ausgangsseite diejenige die Laval-Düse begrenzende Ebene, die entgegengesetzt zur Eingangsseite ausgebildet ist. Unter dem Trägergasanschluss wird ein Anschluss verstanden, über den ein Trägergas in die Laval-Düse einströmen kann. In dem Fall, in dem die Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse hinter der Ausgangsseite der Laval-Düse liegt, liegt somit die Ausgangsseite der Laval-Düse zwischen der Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse und der Eingangsseite der Laval-Düse.

[0034] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann bevorzugt zum Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden.

[0035] Die Kühlmediumdüse ist entlang einer Längsachse der Laval-Düse verschiebbar.

[0036] Die Ausbildung einer Vorrichtung, bei der innerhalb einer Laval-Düse eine Kühlmediumdüse verschiebbar ausgebildet ist, erlaubt die Einstellung der Eigenschaften des Kühlmediumstroms beim Austragen aus der Vorrichtung insbesondere im Hinblick auf die Partikelgrößenverteilung und die Verteilung der Partikel im Trägergasstrom.

[0037] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Kühlmediumdüse koaxial zur Laval-Düse ausgebildet.

[0038] Unter koaxial wird verstanden, dass eine Achse der Kühlmediumdüse identisch mit einer entsprechenden Achse der Laval-Düse ist. Insbesondere ist die Kühlmediumdüse so ausgebildet, dass sie eine Austrittsöff-

nung aufweist, die in Richtung der Ausgangsseite weist und symmetrisch um die Längsachse der Laval-Düse ausgebildet ist.

[0039] Durch die koaxiale Ausbildung von Laval-Düse und Kühlmediumdüse kann die Verschiebbarkeit in Richtung der Längsachse in konstruktiv einfacher Art und Weise erreicht werden. Durch eine zur Längsachse symmetrischen Austrittsöffnung kann eine im Wesentlichen symmetrische räumliche Kühlmediumverteilung im Trägergasstrom erreicht werden.

[0040] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Kühlmediumdüse ein Rohr, bevorzugt mit einem Innendurchmesser von weniger als 1,5 mm, bevorzugt weniger als 1,0 mm, besonders bevorzugt weniger als 0,5 mm.

[0041] Bevorzugt wird als Kühlmediumdüse oder zur Zuführung des Kühlmediums zur Kühlmediumdüse eine Kapillare eingesetzt, die es ermöglicht, das Kühlmedium in genügend kleinen wirtschaftlich sinnvollen Volumenströmen zuzuführen. Der Innendurchmesser der Kapillare beziehungsweise des Rohres kann in Abhängigkeit von der notwendigen Kühlung und den sonstigen Gegebenheiten wie dem anliegenden Kühlmediumdruck angepasst werden, um eine möglichst effiziente Kühlung zu erreichen.

[0042] Grundsätzlich erlaubt die vorliegende Erfindung Partikel- oder Tröpfchegrößenverteilungen, die bei verschiebbarer Kühlmediumdüse einstellbar sind, beispielsweise von Partikel- beziehungsweise Tröpfchendurchmessern von 20 bis 40 μm [Mikrometern] bis hin zu 0,2 bis 0,3 mm [Millimetern].

[0043] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Kühlmediumdüse mindestens eine der folgenden Düsen:

- eine Laval-Düse,
- ein eingeschnürtes Rohr; und
- ein Rohr.

[0044] Unter einem eingeschnürten Rohr wird ein Rohr verstanden, dessen durchströmbarer Querschnitt zumindest in einem Teilbereich verringert ist. Bei einem Rohr als Kühlmediumdüse weist dieses ein im wesentlichen konstanten durchströmbaren Querschnitt auf. Unter einem Rohr wird auch in vorteilhafter Weise eine Kapillare mit einem Innendurchmesser von 1,5 mm und weniger verstanden. Eine Laval-Düse wird bevorzugt dann eingesetzt, wenn es aufgrund der Begebenheiten notwendig ist, die Auströmgeschwindigkeit des Kühlmediumstroms zu erhöhen. Eine Rohr, insbesondere eine Kapillare, als Düse wird bevorzugt dann eingesetzt, wenn nur eine recht kurze Kühlmediumdüse notwendig ist, also der Kühlmediumstrom im in Strömungsrichtung vorderen Bereich der Laval-Düse eingegeben werden soll. Bei dem eingeschnürten Rohr wird der durchströmbarer Innendurchmesser bevorzugt um mehr als 30% verringert, beispielsweise von einem Innendurchmesser von etwa 0,8 mm auf 0,4 mm oder 0,5 mm. Ist die Kühlmediumdüse

als Laval-Düse ausgebildet, so kann dort der durchströmbarer Durchmesser von stromaufwärts dieser Laval-Düse zum zentralen Teil der Laval-Düse um mindestens 50% verringert werden, beispielsweise von 0,8 mm auf 0,3 mm. Auch bei einem eingeschnürten Rohr als Kühlmediumdüse kommt es durch den verringerten durchströmbaren Querschnitt zu einer Beschleunigung des Kühlmediumstroms.

[0045] Die Herstellung einer Laval-Düse oder einem eingeschnürten Rohr als Kühlmediumdüse erfolgt bevorzugt und unabhängig von der vorliegenden Erfindung durch Erhitzen einer Metallkapillare und Ziehen.

[0046] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein poröser Körper zwischen Trägergasanschluss und Laval-Düse ausgebildet.

[0047] Dieser poröse Körper wird im Betrieb von dem Trägergas durchströmt. Es handelt sich bevorzugt um einen gesinterten Körper, wie insbesondere einen gesinterten Metallkörper oder einen gesinterten Keramikkörper. Durch das Durchströmen des porösen Körpers wird die Trägergasströmung vergleichmäßigt, sodass beim Einstromen des Trägergases in die Laval-Düse definierte Bedingungen vorliegen, so dass kleinere Druckschwankungen und Ähnliches in der Trägergasversorgung vor dem porösen Körper ausgeglichen werden.

[0048] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Kühlmediumdüse durch einen porösen Körper relativ zu der Laval-Düse zentriert.

[0049] Hierbei wird eine Ausgestaltung gewählt, bei der die Kühlmediumdüse trotzdem noch verschiebbar ist. Gleichzeitig kann der poröse Körper auch zur Strömungsvergleichmäßigung des Trägergasstroms genutzt werden.

[0050] Die für das erfindungsgemäße Verfahren offenbarten Details und Vorteile lassen sich auf die erfindungsgemäße Vorrichtung übertragen und anwenden und umgekehrt. Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, ohne auf die dort gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt zu sein. Es zeigen exemplarisch und schematisch:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0051] Fig. 1 zeigt schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Austragen eines Kühlmediumstroms. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Düsenkörper 2 mit einer Laval-Düse 3. Die Laval-Düse 3 umfasst einen ersten Bereich 4, in dem sich der durchströmbarer Querschnitt verringert, einen zweiten Bereich 5, in dem der durchströmbarer Querschnitt konstant ist und einen dritten Bereich 6, in dem sich der durchströmbarer Querschnitt vergrößert. Die Laval-Düse 3 ist rotationssymmetrisch zu einer

Längsachse 7 ausgebildet. Die Laval-Düse 3 weist eine Eingangsseite 8 und eine Ausgangsseite 9 auf. Im Betrieb wird die Laval-Düse 3 von der Eingangsseite 8 zur Ausgangsseite 9 durchströmt.

[0052] Mit der Eingangsseite 8 der Laval-Düse 3 strömungsverbunden ist ein Trägergasanschluss 10, über den die Vorrichtung 1 im Betrieb mit einem Trägergas versorgt werden kann. Ferner umfasst die Vorrichtung 1 eine Kühlmediumdüse 11 mit einer Austrittsöffnung 12 zum Eingeben von Kühlmedium in den Trägergasstrom. Die Kühlmediumdüse 12 ist mit einer Kühlmediumzuleitung 13 verbunden. Im Betrieb wird die Kühlmediumdüse 11 über die Kühlmediumzuleitung 13 mit Kühlmedium versorgt, welches durch die Austrittsöffnung 12 in den Trägergasstrom eingegeben wird. Dabei ist die Kühlmediumdüse 11 entlang der Längsachse 7 der Laval-Düse 3 verschiebbar angeordnet, sodass der Kühlmediumstrom entweder innerhalb der Laval-Düse 3 in den Trägergasstrom eingegeben wird oder stromabwärts der Laval-Düse 3 in den Trägergasstrom eingegeben wird. Dies bedeutet, dass die Kühlmediumdüse 11 so längsverschieblich ausgebildet ist, dass die Austrittsöffnung 12 entweder innerhalb der Laval-Düse 3 positioniert ist oder hinter der Ausgangsseite 9 der Laval-Düse 3 positioniert wird. Der letzte Fall bedeutet, dass die Ausgangsseite 9 der Laval-Düse 3 zwischen der Austrittsöffnung 12 der Kühlmediumdüse 11 und der Eingangsseite 8 der Laval-Düse 3 liegt.

[0053] Fig. 1 zeigt einen Fall, bei dem die Kühlmediumdüse 11 eine Laval-Düse darstellt, wobei diese innerhalb der Laval-Düse 3 liegt. Im Betrieb wird ein Trägergas durch den Trägergasanschluss 10 in die Laval-Düse 3 gegeben, wobei der entstehende Trägergasstrom in der Laval-Düse 3 beschleunigt wird. In den entstehenden Trägergasstrom wird dann durch die Kühlmediumdüse 11 das Kühlmedium als Kühlmediumstrom zugegeben. Durch die Zugabe in den Trägergasstrom, dessen Strömungseigenschaften sich durch die Laval-Düse 3 ändern erfolgt eine Verteilung des Kühlmediums und eine Zerstäubung des Kühlmediums im Trägergasstrom. Je nach Position der Austrittsöffnung 12 der Kühlmediumdüse 11 in der Laval-Düse 3 oder stromabwärts der Laval-Düse 3 werden andere Partikelgrößenverteilungen des Kühlmediums im Trägergasstrom erreicht und andere räumliche Verteilungen des Kühlmediums im Trägergasstrom.

[0054] Mit dem Bezugszeichen 14 ist der Verschiebebereich angegeben, in dem sich die Austrittsöffnung 12 der Kühlmediumdüse 11 bewegen kann. Bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei der der Bereich um den die Kühlmediumdüse 11 aus der Laval-Düse 3 heraustreten kann kleiner ist als ein Fünftel der Länge des Verschiebebereichs 14 in Richtung der Längsachse 7, bevorzugt sogar weniger als ein Zehntel.

[0055] Ferner umfasst das erste Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen porösen Körper 15. Dieser ist als Sintermetallscheibe ausgebildet und zentriert die Kühlmediumdüse 11 bzw. die Kühlmediumzuleitung 13 im Inneren der Laval-Düse 3. Das Trä-

gergas wird im Betrieb durch den porösen Körper 15 gezwungen, dies führt zu einer Vergleichmäßigung der Trägergasströmung. So können Druck- und Geschwindigkeitsschwankungen des Trägergases vor Eintritt in die Laval-Düse 3 gedämpft werden, sodass im Betrieb stets gleichmäßige Bedingungen vorliegen.

[0056] Fig. 2 zeigt schematisch ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Hier sollen der Übersichtlichkeit halber nur die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel beschrieben werden. Im übrigen wird auf die Beschreibung zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Im zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist eine andere Kühlmediumdüse 11 ausgebildet. Die Kühlmediumdüse 11 ist in diesem Falle als Kapillare ausgebildet, die auch die Kühlmediumzuleitung 13 darstellt. Das Kühlmedium, wie beispielsweise Kohlendioxid tritt lediglich aus der Kühlmediumzuleitung 13 durch die Austrittsöffnung 12 der Kühlmediumdüse 11 aus und wird dann zerstäubt und im Trägergasstrom verteilt.

[0057] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 können in vorteilhafter Weise zum Aufbringen eines Kühlmediumstroms in den Bereich einer Bauteiloberfläche dienen, der thermisch beschichtet oder gespritzt wird. Insbesondere dann, wenn Kohlendioxid als Kühlmedium und gegebenenfalls auch als Trägergas eingesetzt wird, kommt es zu einer anpassbaren Verteilung der Partikelgrößen und zu einer effektiven Kühlung der Bauteiloberfläche, durch die wirksam thermisch induzierte Scherspannungen zwischen Beschichtung und Bauteiloberfläche verringert bzw. vermieden werden können.

Bezugszeichenliste

[0058]

- | | |
|----|--|
| 1 | Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms |
| 2 | Düsenkörper |
| 3 | Laval-Düse |
| 4 | erster Bereich |
| 5 | zweiter Bereich |
| 6 | dritter Bereich |
| 7 | Längsachse |
| 8 | Eingangsseite |
| 9 | Ausgangsseite |
| 10 | Trägergasanschluss |
| 11 | Kühlmediumdüse |
| 12 | Austrittsöffnung |
| 13 | Kühlmediumzuleitung |
| 14 | Verschiebebereich |
| 15 | poröser Körper |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Austragen eines Kühlmediumstroms

- zur Kühlung eines Bauteils beim thermischen Beschichten, wobei ein Kühlmediumstrom durch eine Kühlmediumdüse (11) in den Trägergasstrom eingegeben wird, wobei das Kühlmedium flüssig und/oder gasförmig vorliegt **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Trägergasstrom durch eine Laval-Düse (3) geführt wird, wobei die Laval-Düse (3) eine Längsachse (7) aufweist und der Kühlmediumstrom so eingegeben wird, dass der Austritt des Kühlmediumstroms in den Trägergasstrom innerhalb oder stromabwärts der Laval-Düse (3) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Kühlmediumdüse (11) in Richtung der Längsachse (7) der Laval-Düse (3) relativ zu der Laval-Düse (3) verschiebbar ist
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Kühlmedium beim Durchströmen der Kühlmediumdüse (11) in flüssigem Aggregatzustand vorliegt.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Kühlmedium mindestens einen der folgenden Stoffe umfasst:
 - Kohlendioxid (CO₂);
 - Stickstoff (N₂); und
 - Argon (Ar).
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Trägergas mindestens eines der folgenden Gase umfasst:
 - Luft;
 - Argon;
 - Stickstoff; und
 - Kohlendioxid.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Trägergasstrom durch einen porösen Körper (15) geführt wird, bevor der Kühlmediumstrom zugegeben wird.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kühlmediumdüse (11) relativ zu der Laval-Düse (3) zentriert ausgebildet wird.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Kühlmediumstrom in Richtung der Längsachse (7) der Laval-Düse (3) eingegeben wird.
 9. Vorrichtung (1) zum Austragen eines Kühlmediumstroms, umfassend
 - eine Laval-Düse (3) mit einer Eingangsseite (8) und einer Ausgangsseite (9);
 - einen mit der Eingangsseite (8) der Laval-Düse (3) verbundenen Trägergasanschluss (10); und

- eine Kühlmediumdüse (11),

wobei die Kühlmediumdüse (11) so ausgebildet ist, dass eine Austrittsöffnung (12) der Kühlmediumdüse (11) innerhalb der Laval-Düse (3) liegt oder die Austrittsöffnung (12) der Kühlmediumdüse (11) hinter der Ausgangsseite (9) der Laval-Düse (3) liegt **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlmediumdüse (11) entlang einer Längsachse (7) der Laval-Düse (3) verschiebbar ist.

10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, bei der die Kühlmediumdüse (11) koaxial zur Laval-Düse (3) ausgebildet ist.
11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 10, bei der die Kühlmediumdüse (11) ein Rohr, bevorzugt mit einem Innendurchmesser von weniger als 1,5 mm, umfasst.
12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei der die Kühlmediumdüse (11) mindestens eine der folgenden Düsen umfasst:
 - eine Laval-Düse,
 - ein eingeschnürtes Rohr; und
 - ein Rohr.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei der ein poröser Körper (15) zwischen Trägergasanschluss (10) und Laval-Düse (3) ausgebildet ist.
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei der die Kühlmediumdüse (11) durch einen porösen Körper (15) relativ zu der Laval-Düse (3) zentriert wird.

Claims

1. A method for supplying a coolant media flow for cooling a component in thermal spray coating, wherein a coolant media flow is introduced into the carrier gas flow through a coolant medium nozzle (11), wherein the coolant medium is liquid and/or gaseous, **characterized in that** a carrier gas flow is supplied through a Laval nozzle (3), wherein the Laval nozzle (3) has a longitudinal axis (7) and the coolant media flow is introduced such that the outflow of the coolant media flow into the carrier gas flow is carried out within or downstream the Laval nozzle (3).
2. The method according to claim 1, in which the coolant medium nozzle (11) is slidable in the direction of the longitudinal axis (7) of the Laval nozzle (3) relative to the Laval nozzle (3).
3. The method according to claim 1 or 2, in which the

coolant medium is in the liquid state when flowing through the coolant medium nozzle (11).

4. The method according to one of the preceding claims, in which the coolant medium comprises at least one of the following substances:

- carbon dioxide (CO₂);
- nitrogen (N₂); and
- argon (Ar).

5. The method according to one of the preceding claims, in which the carrier gas comprises at least one of the following gases:

- air;
- argon;
- nitrogen; and
- carbon dioxide.

6. The method according to one of the preceding claims, in which the carrier gas flow is supplied through a porous body (15) before adding the coolant media flow.

7. The method according to one of the preceding claims, in which the coolant medium nozzle (11) is formed centered with respect to the Laval nozzle (3).

8. The method according to one of the preceding claims, in which the coolant media flow is introduced in the direction of the longitudinal axis (7) of the Laval nozzle (3).

9. A device (1) for supplying a coolant media flow, comprising

- a Laval nozzle (3) having an inlet side (8) and an outlet side (9);
- a carrier gas connection (10) connected with the inlet side (8) of the Laval nozzle (3); and
- a coolant medium nozzle (11),

wherein the coolant medium nozzle (11) is formed such that an outlet opening (12) of the coolant medium nozzle (11) is within the Laval nozzle (3), or the outlet opening (12) of the coolant medium nozzle (11) is behind the outlet side (9) of the Laval nozzle (3), **characterized in that** the coolant medium nozzle (11) is slidable along a longitudinal axis (7) of the Laval nozzle (3).

10. The device (1) according to claim 9, in which the coolant medium nozzle (11) is formed coaxially to the Laval nozzle (3).

11. The device (1) according to one of claims 9 to 10, in which the coolant medium nozzle (11) comprises a

tube preferably having an inner diameter of less than 1.5 mm.

12. The device (1) according to one of claims 9 to 11, in which the coolant medium nozzle (11) comprises at least one of the following nozzles:

- a Laval nozzle,
- a waisted tube; and
- a tube.

13. The device (1) according to one of claims 9 to 12, in which a porous body (15) is formed between the carrier gas connection (10) and the Laval nozzle (3).

14. The device (1) according to one of claims 9 to 13, in which the coolant medium nozzle (11) is centered by a porous body (15) relative to the Laval nozzle (3).

Revendications

1. Procédé destiné à la sortie d'un flux de fluide de refroidissement pour le refroidissement d'un composant lors de l'enduction thermique, un flux de fluide de refroidissement étant introduit dans le flux de gaz vecteur par une buse de fluide de refroidissement (11), le fluide de refroidissement étant liquide et/ou gazeux, **caractérisé en ce qu'**un flux de gaz vecteur est amené à travers une tuyère de Laval (3), la tuyère de Laval (3) comportant un axe longitudinal (7) et le flux de fluide de refroidissement étant introduit de sorte que la sortie du flux de fluide de refroidissement dans le flux de gaz vecteur s'effectue à l'intérieur de la tuyère de Laval (3) ou en aval de celle-ci.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) peut être déplacée en direction de l'axe longitudinal (7) de la tuyère de Laval (3) par rapport à la tuyère de Laval (3).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le fluide de refroidissement se présente à l'état liquide lorsqu'il s'écoule à travers la buse de fluide de refroidissement (11).

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le fluide de refroidissement comprend au moins une des substances suivantes:

- du dioxyde de carbone (CO₂) ;
- de l'azote (N₂) ; et
- de l'argon (Ar).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le gaz vecteur comprend au moins un des gaz suivants:

- de l'air ;
 - de l'argon ;
 - de l'azote ; et
 - du dioxyde de carbone.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le flux de gaz vecteur est amené à travers un corps poreux (15) avant d'ajouter le flux de fluide de refroidissement.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) est conçue de manière centrée par rapport à la tuyère de Laval (3).
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le flux de fluide de refroidissement est introduit dans la direction de l'axe longitudinal (7) de la tuyère de Laval (3).
9. Dispositif (1) destiné à la sortie d'un flux de fluide de refroidissement, comprenant
- une tuyère de Laval (3) comportant un côté entrée (8) et un côté sortie (9) ;
 - un raccord de gaz vecteur (10) relié au côté entrée (8) de la tuyère de Laval (3) ; et
 - une buse de fluide de refroidissement (11),
- la buse de fluide de refroidissement (11) étant conçue de manière à ce qu'un orifice de sortie (12) de la buse de fluide de refroidissement (11) se trouve à l'intérieur de la tuyère de Laval (3) ou l'orifice de sortie (12) de la buse de fluide de refroidissement (11) se trouve en arrière du côté sortie (9) de la tuyère de Laval (3),
- caractérisé en ce que** la buse de fluide de refroidissement (11) peut être déplacée le long d'un axe longitudinal (7) de la tuyère de Laval (3).
10. Dispositif (1) selon la revendication 9, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) est conçue coaxialement à la tuyère de Laval (3).
11. Dispositif (1) selon l'une des revendications 9 à 10, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) comprend un tuyau dont le diamètre intérieur est de préférence inférieur à 1,5 mm.
12. Dispositif (1) selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) comprend au moins une des buses suivantes:
- une tuyère de Laval,
 - un tuyau à étranglement ; et
 - un tuyau.

dans lequel un corps poreux (15) est formé entre le raccord de gaz vecteur (10) et la tuyère de Laval (3).

14. Dispositif (1) selon l'une des revendications 9 à 13, dans lequel la buse de fluide de refroidissement (11) est centrée par un corps poreux (15) par rapport à la tuyère de Laval (3).

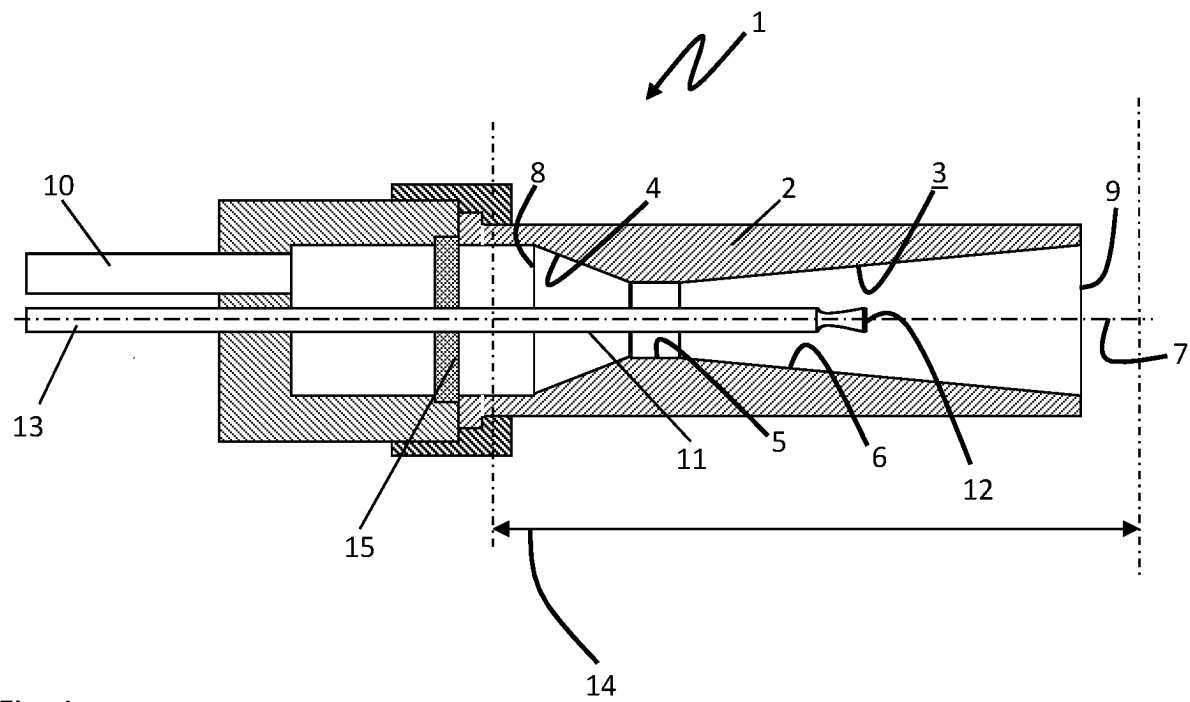


Fig. 1

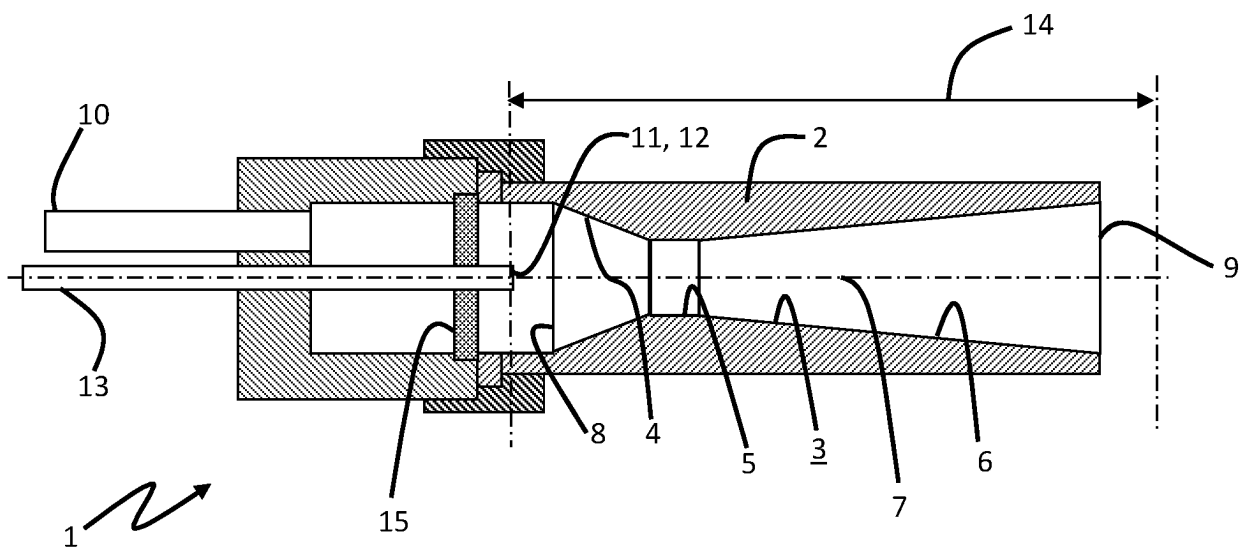


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2008027900 A2 [0005]
- DE 102009052946 A1 [0006]
- US 3703991 A [0006]
- DE 10121590 A1 [0006]
- US 5520331 A [0006]