

(19)



(11)

EP 2 574 408 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2013 Patentblatt 2013/14

(51) Int Cl.:
B05D 3/04 (2006.01) B05B 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11183587.2**

(22) Anmeldetag: **30.09.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

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

(71) Anmelder:
• **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 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

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms

(57) Verfahren zum Austragen eines Kühlmediumstroms, bei dem ein Trägergasstrom durch eine Laval-Düse (3) geführt wird, wobei die Laval-Düse (3) eine Längsachse (7) aufweist, wobei ein Kühlmediumstrom durch eine Kühlmediumdüse (11) in den Trägergasstrom eingegeben wird, wobei die Kühlmediumdüse (11) in Richtung der Längsachse (7) der Laval-Düse (3) relativ zu der Laval-Düse (3) verschiebbar ist, so dass der Austritt des Kühlmediumstroms in den Trägergasstrom innerhalb oder stromabwärts der Laval-Düse (3) erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfin-

dungsgemäße 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.

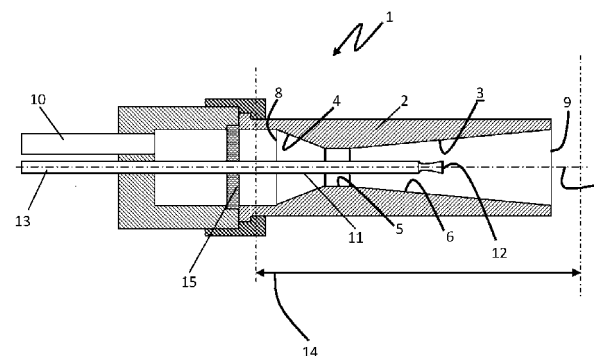


Fig. 1

EP 2 574 408 A1

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austragen eines Kühlmediumstroms. Bevorzugt kann dieser Kühlmediumstrom eingesetzt werden, 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 Austragen 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. 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 Bautei-

loberfläche 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.

[0005] 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.

[0006] Diese Aufgaben werden gelöst durch die unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet.

[0007] 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.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Austragen eines Kühlmediumstroms wird ein Trägergasstrom durch eine Laval-Düse geführt, wobei die Laval-Düse eine Längsachse aufweist. In den Trägergasstrom wird durch eine Kühlmediumdüse ein Kühlmediumstrom eingegeben, sodass der Austritt des Kühlmediumstroms in den Trägergasstrom innerhalb oder stromabwärts der Laval-Düse erfolgt.

[0009] 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 kann dabei flüssig, gasförmig und/oder fest vorliegen. 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.

[0010] 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 Kühlme-

diumstromes 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.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist die Kühlmediumdüse in Richtung der Längsachse der Laval-Düse relativ zu der Laval-Düse verschiebbar.

[0012] Alternativ oder zusätzlich ist die Kühlmediumdüse auswechselbar gestaltet. Dadurch können Kühlmediumdüsen verschiedener durchströmbarer Querschnitte für verschiedene Anwendungsbereiche austauschbar vorgegeben werden.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des

erfindungsgemäßen Verfahrens liegt das Kühlmedium beim Durchströmen der Kühlmediumdüse in flüssigem Aggregatzustand vor.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Kühlmedium mindestens einen der folgenden Stoffe:

- Kohlendioxid (CO_2);
- Stickstoff (N_2); und
- Argon (Ar).

[0019] 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.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Trägergas mindestens eines der folgenden Gase:

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

[0021] 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 be-

sonders preiswert herausgestellt.

[0022] 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.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Trägergasstrom durch einen porösen Körper geführt, bevor der Kühlmediumstrom zugegeben wird.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Kühlmediumstrom in Richtung der Längsachse der Laval-Düse eingegeben.

[0027] 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.

[0028] 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
- eine Kühlmediumdüse.

[0029] Erfindungsgemäß ist die Kühlmediumdüse ausgebildet, dass eine Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse innerhalb der Laval-Düse liegt oder die Austrittsöffnung der Kühlmediumdüse hinter der Ausgangsseite der Laval-Düse liegt.

[0030] 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.

[0031] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann bevorzugt zum Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist die Kühlmediumdüse entlang einer Längsachse der Laval-Düse verschiebbar.

[0033] 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.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Kühlmediumdüse koaxial zur Laval-Düse ausgebildet.

[0035] 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 Austrittsöffnung aufweist, die in Richtung der Ausgangsseite weist und symmetrisch um die Längsachse der Laval-Düse ausgebildet ist.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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].

[0040] 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.

[0041] 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 durchströmbarer 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 durchströmbarer Querschnitt zu einer Beschleunigung des Kühlmediumstroms.

[0042] 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.

[0043] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein poröser Körper zwischen Trägergasanschluss und Laval-Düse ausgebildet.

[0044] 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.

[0045] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Kühlmediumdüse durch einen porösen Körper relativ zu der Laval-Düse zentriert.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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 Kühlmedium-

strom 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.

[0050] 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.

[0051] Mit dem Bezugszeichen 14 ist der Verschiebbereich 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 Verschiebbereichs 14 in Richtung der Längsachse 7, bevorzugt sogar weniger als ein Zehntel.

[0052] 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 Trägergas 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.

[0053] 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 Kühlme-

diumzuleitung 13 durch die Austrittsöffnung 12 der Kühlmediumdüse 11 aus und wird dann zerstäubt und im Trägergasstrom verteilt.

[0054] 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

[0055]

- | | |
|----|--|
| 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 | Verschiebbereich |
| 15 | poröser Körper |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Austragen eines Kühlmediumstroms, bei dem ein Trägergasstrom durch eine Laval-Düse (3) geführt wird, wobei die Laval-Düse (3) eine Längsachse (7) aufweist, wobei ein Kühlmedi-

- umstrom durch eine Kühlmediumdüse (11) in den Trägergasstrom eingegeben wird, , so 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) hin-
- ter der Ausgangsseite (9) der Laval-Düse (3) liegt.
10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, bei der die Kühlmediumdüse (11) entlang einer Längsachse (7) der Laval-Düse (3) verschiebbar ist.
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder 10, bei der die Kühlmediumdüse (11) koaxial zur Laval-Düse (3) ausgebildet ist.
12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei der die Kühlmediumdüse (11) ein Rohr, bevorzugt mit einem Innendurchmesser von weniger als 1,5 mm, umfasst.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei der die Kühlmediumdüse (11) mindestens eine der folgenden Düsen umfasst:
- eine Laval-Düse,
 - ein eingeschnürtes Rohr; und
 - ein Rohr.
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei der ein poröser Körper (15) zwischen Trägergasanschluss (10) und Laval-Düse (3) ausgebildet ist.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei der die Kühlmediumdüse (11) durch einen porösen Körper (15) relativ zu der Laval-Düse (3) zentriert wird.

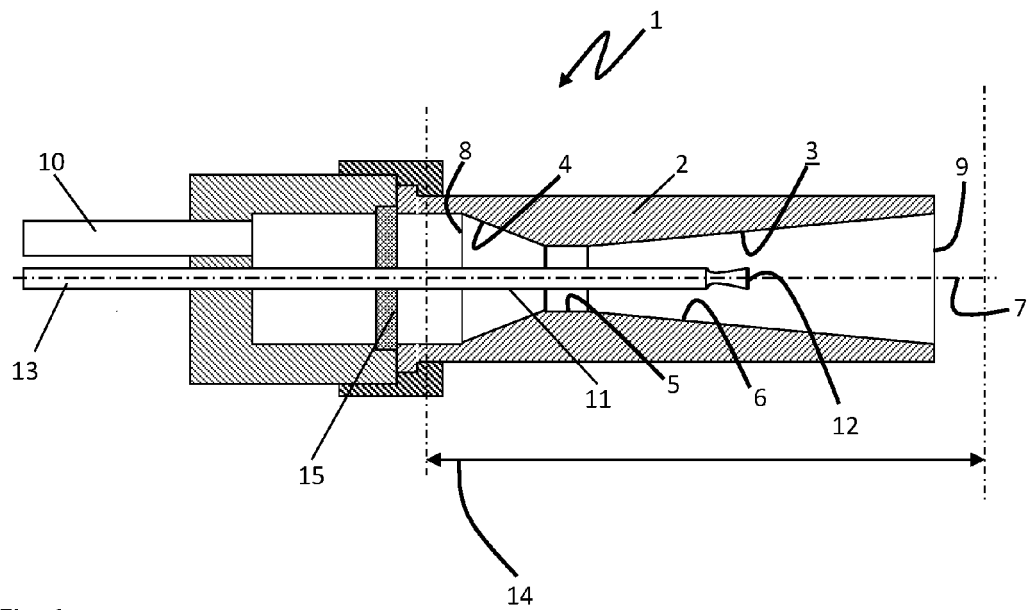


Fig. 1

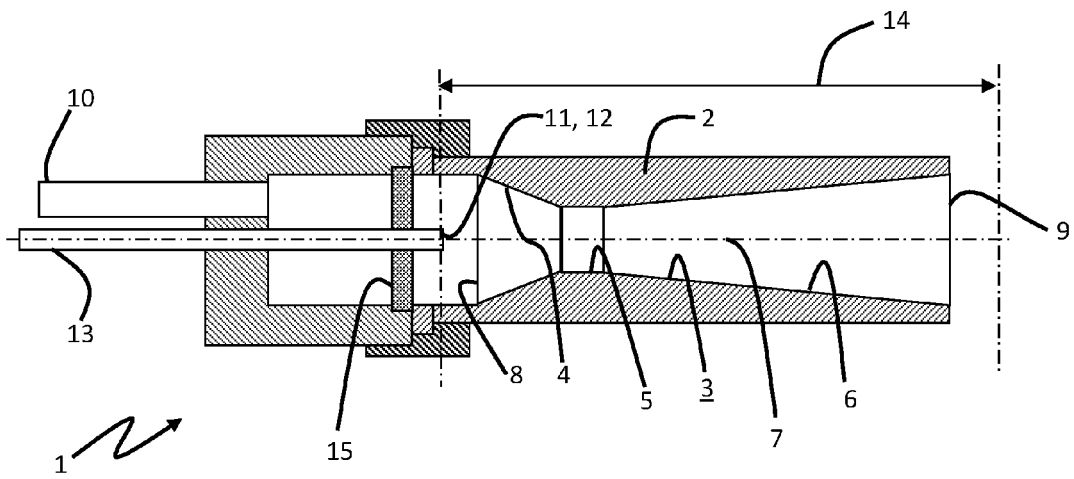


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 3587

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 700 638 A1 (SNT CO LTD [KR] SOLMICS CO LTD [KR]) 13. September 2006 (2006-09-13) * Absatz [0028] - Absatz [0035]; Abbildungen 1-4 * * Absatz [0048] - Absatz [0049]; Abbildungen 5-7 * * Absatz [0057] - Absatz [0061]; Abbildung 17 *	1,2,4-8	INV. B05D3/04 B05B7/04
A	DE 101 26 100 A1 (LINDE AG [DE]) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) * Absatz [0002] - Absatz [0010]; Abbildungen *	1-15	
A	EP 2 014 794 A1 (LINDE AG [DE]) 14. Januar 2009 (2009-01-14) * Absatz [0035]; Abbildung 1 *	1-15	
A	DE 10 2009 052946 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 19. Mai 2011 (2011-05-19) * Absatz [0023] - Absatz [0024]; Abbildungen *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	EP 0 142 816 A2 (HUHNE ERWIN) 29. Mai 1985 (1985-05-29) * Absatz [0018]; Abbildung 1 *	1-15	B05B B05D C23C
A	EP 0 263 469 A1 (LINDE AG [DE]) 13. April 1988 (1988-04-13) * Absatz [0015] - Absatz [0018]; Abbildungen 1-3 *	1-15	
A	WO 2008/027900 A2 (AIR PROD & CHEM [US]; ZURECKI ZBIGNIEW [US]; KNORR ROBERT ELLSWORTH [U]) 6. März 2008 (2008-03-06) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Februar 2012	Prüfer Daintith, Edward
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 18 3587

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1700638 A1	13-09-2006	AT 424257 T EP 1700638 A1 JP 2006247639 A US 2006201418 A1	15-03-2009 13-09-2006 21-09-2006 14-09-2006
DE 10126100 A1	05-12-2002	AT 372172 T DE 10126100 A1 EP 1390152 A2 US 2004166247 A1 WO 03041868 A2	15-09-2007 05-12-2002 25-02-2004 26-08-2004 22-05-2003
EP 2014794 A1	14-01-2009	DE 102007032021 A1 EP 2014794 A1	15-01-2009 14-01-2009
DE 102009052946 A1	19-05-2011	DE 102009052946 A1 WO 2011057612 A1	19-05-2011 19-05-2011
EP 0142816 A2	29-05-1985	KEINE	
EP 0263469 A1	13-04-1988	DE 3634153 A1 EP 0263469 A1	21-04-1988 13-04-1988
WO 2008027900 A2	06-03-2008	CA 2661867 A1 EP 2061605 A2 KR 20090068218 A US 2008048047 A1 WO 2008027900 A2	06-03-2008 27-05-2009 25-06-2009 28-02-2008 06-03-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82