



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 004 416.1**  
(22) Anmeldetag: **30.01.2007**  
(43) Offenlegungstag: **31.07.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **18.07.2024**

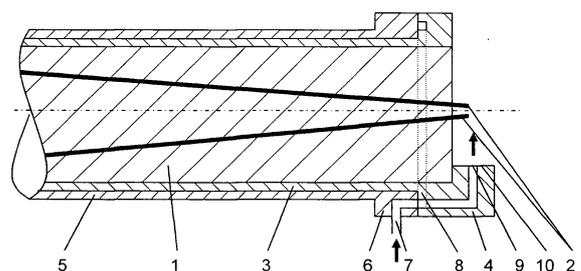
(51) Int Cl.: **B05B 7/16 (2006.01)**  
**B05B 7/22 (2006.01)**  
**B05B 13/06 (2006.01)**  
**B05B 5/12 (2006.01)**  
**C23C 4/00 (2016.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber: <b>Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft, 80809 München, DE</b>	(56) Ermittelte Stand der Technik: <table><tr><td>DE</td><td>808 310</td><td>B</td></tr><tr><td>FR</td><td>2 866 902</td><td>A1</td></tr><tr><td>US</td><td>2003 / 0 075 618</td><td>A1</td></tr><tr><td>US</td><td>2005 / 0 186 355</td><td>A1</td></tr><tr><td>US</td><td>5 908 670</td><td>A</td></tr><tr><td>US</td><td>1 725 012</td><td>A</td></tr><tr><td>WO</td><td>91/ 12 183</td><td>A1</td></tr></table>	DE	808 310	B	FR	2 866 902	A1	US	2003 / 0 075 618	A1	US	2005 / 0 186 355	A1	US	5 908 670	A	US	1 725 012	A	WO	91/ 12 183	A1
DE	808 310	B																				
FR	2 866 902	A1																				
US	2003 / 0 075 618	A1																				
US	2005 / 0 186 355	A1																				
US	5 908 670	A																				
US	1 725 012	A																				
WO	91/ 12 183	A1																				
(72) Erfinder: <b>Wolf, Johann, 85662 Hohenbrunn, DE; Fent, Andreas, Dr., 94315 Straubing, DE; Wagener, Wolfram, Dr., 34305 Niedenstein, DE; Schreier, Emil, 84177 Gottfrieding, DE</b>																						

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Beschichten von Hohlkörpern**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Beschichten eines Hohlkörpers mit einer in den Hohlkörper verfahrbaren Verteilvorrichtung für den Beschichtungswerkstoff, wobei die Verteilvorrichtung einen nicht rotierenden, feststehenden zylindrischen Grundkörper (1), einen Brenner zum Aufschmelzen des Beschichtungswerkstoffs und einen um den Brenner rotierenden Sprühkopf (4) aufweist, gekennzeichnet durch eine den Grundkörper (1) umgebende rotierend angetriebene Hohlwelle (3), die ihrerseits von einem nicht rotierenden, feststehenden Rohr (5) umgeben ist und die auf dem zylindrischen Grundkörper (1) drehbar gelagert und an der der Sprühkopf (4) befestigt ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beschichten von Hohlkörpern.

**[0002]** Zur Erzeugung von Oberflächen hoher Güte an Bauteilen werden diese vielfach beschichtet. Hierbei wird ein Werkstoff in einer regelmäßig nur wenige µm betragenden Schicht auf einen Trägerbauteil aufgetragen, um beispielsweise dessen Verschleißfestigkeit zu erhöhen oder der Bauteiloberfläche bestimmte Eigenschaften (z.B. elektrische Leitfähigkeit) zu verleihen.

**[0003]** Verschiedene Beschichtungsverfahren sind bekannt, wobei insbesondere thermische Beschichtungsverfahren, bei denen der Beschichtungswerkstoff aufgeschmolzen und anschließend - regelmäßig mittels eines Druckluft- oder sonstigen Gasstroms - zerstäubt und auf die zu beschichtende Oberfläche transportiert wird, zum Einsatz kommen. Bekannte thermische Beschichtungsverfahren sind das Plasmabeschichten, das (Hochgeschwindigkeits-)Flammspritzen und das Lichtbogendrahtspritzen.

**[0004]** Aus DE 198 41 617 A1 ist eine Lichtbogendrahtspritzanlage zur Beschichtung von Hohlkörpern bekannt.

**[0005]** Die darin offenbarte Lichtbogenspritzanlage weist einen rotierend angetriebenen Brennerschaft in Form einer Hohlwelle auf, die in den zu beschichtenden Hohlraum eingeführt wird. An dem unteren Ende des Brennerschafts ist eine radial ausgerichtete Düse vorgesehen, durch die die Tropfen des aufgeschmolzenen Beschichtungswerkstoffs mittels Druckluft, die durch das hohle Innere des Brennerschafts zugeführt wird, ausgebracht wird.

**[0006]** Oberhalb des Brennerschafts ist eine Nachschubeinrichtung mit zwei Drahtrollen an diesem befestigt. Ausgehend von den Drahtrollen werden die zwei Drähte parallel zur Längsachse des Brennerschafts bis zu dessen Spitze geführt. Dort wird mittels einer elektrischen Hochspannung ein Lichtbogen zwischen den zwei Drahtenden erzeugt, der das Drahtmaterial aufschmilzt. Die Tropfen des aufgeschmolzenen Drahts werden dann von der Druckluftströmung erfasst und durch die Düse ausgebracht. Die Nachschubeinrichtung sorgt für eine kontinuierliche Versorgung des Brenners mit Beschichtungsmaterial.

**[0007]** Nachteilig an der Vorrichtung der DE 198 41 617 A1 ist der hohe konstruktive Aufwand, der damit verbunden ist, dass die gesamte Einheit aus Brennerschaft und Nachschubeinrichtung rotierend angetrieben werden muss.

**[0008]** Die US 2005/0186355 A1 offenbart eine analog ausgebildete Lichtbogenspritzanlage, bei der auch die gesamte Einheit aus Brennerschaft und Nachschubeinrichtung rotierend angetrieben ist.

**[0009]** Die FR 2 866 902 A1 beschreibt eine Lichtbogenspritzanlage, bei welcher der Brennerschaft feststehend ausgebildet ist und lediglich der Sprühkopf rotierend gelagert ist.

**[0010]** In US 5 908 670 A ist der Sprühkopf an einer sich drehenden Hohlwelle befestigt, die sich coaxial zum Brennerschaft erstreckt. Die drehende Hohlwelle bildet die äußere Wand der gesamten Verteilvorrichtung.

**[0011]** Das Dokument US 2003/0075618 A1 betrifft einen Brenner zum thermischen Spritzen mit einem äußeren Zylinder, einem Luftstrahlzylinder und einem drehbaren Austragsselement. Das Austragsselement ist mithilfe eines Lagers an dem Außenzylinder abstützt.

**[0012]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung zum Beschichten von Bauteilen anzugeben, die zumindest einen aus dem Stand der Technik bekannten Nachteil vermindert. Insbesondere soll eine Vorrichtung angegeben werden, die sich durch einen konstruktiv einfacheren Aufbau auszeichnet.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche.

**[0014]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, bei einer Beschichtungsvorrichtung der eingangs beschriebenen Art, die Anzahl sowie die Masse der rotierend angetriebenen Bauteile auf ein Minimum zu beschränken.

**[0015]** Hierzu ist eine Vorrichtung vorgesehen, die eine in den zu beschichtenden Hohlraum verfahrbare Verteilvorrichtung aufweist, mittels der der Beschichtungswerkstoff auf die zu beschichtende Oberfläche aufgebracht wird, wobei die Verteilvorrichtung einen Brenner zum Aufschmelzen des Beschichtungswerkstoffs und einen Sprühkopf aufweist, der um den Brenner rotiert. Der Sprühkopf sorgt mittels geeigneter Mittel für eine Verteilung des durch den Brenner aufgeschmolzenen Beschichtungswerkstoffs.

**[0016]** Hierdurch ist es möglich, die Verteilvorrichtung einschließlich des Brenners nicht-rotierend auszuführen und die Verteilung des Beschichtungswerkstoffs mittels des rotierenden Sprühkopfs zu steuern.

**[0017]** Vorzugsweise ist die Verteilvorrichtung als Langkörper ausgebildet, so dass eine Beschichtung auch tiefer Hohlräume geringen Querschnitts möglich ist. Herstellungstechnisch besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung der Verteilvorrichtung in Form eines (geraden) Zylinders. Grundsätzlich kann jedoch jede beliebige Ausgestaltung, die insbesondere auch auf die Form des zu beschichtenden Hohlraums abgestimmt sein kann, vorteilhaft sein.

**[0018]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Vorrichtung eine Druckgasführung zu dem Sprühkopf auf. In Verbindung mit mindestens einem Druckgasauslass in dem Sprühkopf kann somit eine Verteilung des aufgeschmolzenen Beschichtungswerkstoffes mittels eines Druckgasstroms erfolgen. Hierzu wird vorzugsweise Druckluft oder ein sonstiges Gas, beispielsweise Stickstoff, Kohlendioxid, Argon oder Brenngas verwendet.

**[0019]** Vorzugsweise verläuft die Druckgasführung im Inneren der Verteilvorrichtung. Besonders bevorzugt kann diese somit als Hohlzylinder ausgeführt sein.

**[0020]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Druckgasauslass in dem Sprühkopf so ausgerichtet, dass die Gasströmung in Normalenrichtung bezogen auf die zu beschichtende Oberfläche gerichtet ist. Dadurch kann erreicht werden, dass die Tropfen des aufgeschmolzenen Beschichtungswerkstoffes, die von der Gasströmung erfasst und zu der zu beschichtenden Oberfläche transportiert werden, einen möglichst kurzen Weg bis zum Auftreffen auf die Oberfläche zurücklegen. Sie weisen daher beim Auftreffen sowohl eine hohe kinetische Energie als auch Temperatur auf. Beides begünstigt die Oberflächenhaftung des Beschichtungswerkstoffes an der Oberfläche und begünstigt dadurch die Schichtqualität. In Abhängigkeit von der Ausbildung der Verteilvorrichtung und/oder der Geometrie des zu beschichtenden Hohlkörpers können auch andere, angepasste Winkel sinnvoll sein.

**[0021]** Der Druckgasauslass kann beliebig ausgeführt sein. Beispielsweise kann dieser als einfache Öffnung in einer Fläche ausgebildet sein. Andere Ausgestaltungen sehen einen Druckgasauslass in Form einer Düse vor, die eine Beschleunigung und/oder Richtungssteuerung des austretenden Gasstroms bewirken kann.

**[0022]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Sprühkopf eine Führungsfläche auf, die für eine gezielte Führung des Druckgasstroms sorgt. Die Ausgestaltung der Führungsfläche kann beispielsweise von der Form des zu beschichtenden Hohlkörpers, der Art des

Brenners (z.B. Plasma-, Lichtbogenbrenner) und/oder des Beschichtungswerkstoffes abhängen. Beispielsweise kann die Führungsfläche eben ausgebildet sein, wobei die Austrittsrichtung des Druckgases aus dem Druckgasauslass senkrecht zu dieser ausgerichtet sein kann. Eine andere Ausgestaltung kann beispielsweise eine teilkreisförmige Führungsfläche vorsehen.

**[0023]** Vorteilhafterweise ist der Druckgasauslass in die Führungsfläche integriert.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Verteilvorrichtung einen zylindrischen Grundkörper auf. Auf diesem zylindrischen Grundkörper kann eine Hohlwelle drehbar gelagert sein, an dessen Ende der Sprühkopf befestigt ist. Die Hohlwelle kann somit der Übertragung einer Drehbewegung auf den Sprühkopf dienen. Ein wiederum drehbar auf der Hohlwelle gelagertes Rohr kann dann die Zufuhr für das Druckgas aufweisen.

**[0025]** Der Sprühkopf selbst kann ebenfalls einen ringförmigen Abschnitt aufweisen, der rotierend auf dem zylindrischen Grundkörper angeordnet ist. Dies ermöglicht eine besonders kompakte Bauweise, die einen Einsatz der Vorrichtung auch in Hohlräumen geringen Querschnitts zulässt.

**[0026]** Vorteilhafterweise weist der Sprühkopf in seinem ringförmigen Abschnitt einen ringförmig verlaufenden Druckgaskanal auf. Dieser ermöglicht trotz der (Relativ-)Rotation zwischen dem Sprühkopf und den übrigen Bauteilen der Vorrichtung eine stete Verbindung zwischen dem (nicht-rotierenden) Druckgasauslass und dem (mit dem Sprühkopf) rotierenden Druckgasauslass herzustellen.

**[0027]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0028]** In der Zeichnung zeigt

**Fig. 1:** in einer geschnittenen Seitenansicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Beschichten von Hohlkörpern.

**[0029]** Die in **Fig. 1** dargestellte Vorrichtung zum Beschichten von Hohlkörpern weist einen zylindrischen Grundkörper 1 auf. In diesem Grundkörper 1 sind in entsprechenden Bohrungen Drähte 2 aus einem Beschichtungswerkstoff angeordnet, die sich von einer nicht dargestellten Zuführvorrichtung durch den Grundkörper 1 hindurch erstrecken und an dessen vorderem Ende (rechts in **Fig. 1**) aus diesem heraustreten.

**[0030]** Den Grundkörper 1 umgibt ein erstes, mittels eines nicht dargestellten Antriebs rotierend angetriebenes Rohr (Hohlwelle 3), an dessen freiem Ende

ein Sprühkopf 4 angeordnet ist. In der Zeichnung sind der Sprühkopf 4 sowie die Hohlwelle 3 als ein integrales Bauteil dargestellt. Ebenso gut können beide Bauteile als separate Bauteile ausgeführt sein, die mittels beliebiger Verbindungsmittel drehfest miteinander gekoppelt werden.

**[0031]** Der Sprühkopf 4 besteht aus einem ringförmigen Abschnitt, der frei rotierbar auf dem Grundkörper 1 gelagert ist. Einseitig schließt sich an den ringförmigen Abschnitt ein zweiter Abschnitt an, dessen Querschnitt eine durch eine Sehne abgetrennte Teilkreisfläche darstellt. Innerhalb des Sprühkopfs 4 verläuft ein Druckluftkanal 8 bis zu einem Druckluftauslass 9 in der senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Fläche, die als Führungsfläche 10 für die Druckluftströmung dient. In der dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Führungsfläche 10 als ebene Fläche dargestellt. Zur Beeinflussung der Druckluftströmung kann die Führungsfläche 10 jedoch einen beliebigen Verlauf aufweisen.

**[0032]** Die Hohlwelle 3 umgibt ein zweites Rohr 5, das ebenso wie der Grundkörper 1 feststehend, d.h. nicht rotierend angeordnet ist. An dem dem Sprühkopf 4 zugewandten Ende des Rohrs 5 ist ein ringförmiger Absatz 6 vorgesehen, in dem eine Druckluftzufuhr 7 verläuft. Die Druckluftzufuhr 7 tritt in radialer Richtung in den Absatz 6 ein und mündet nach einem um 90° abgelenkten Verlauf in einen ringförmig verlaufenden Abschnitt des Druckluftkanals 8 des Sprühkopfs 4. Ein weiterer Abschnitt des Druckluftkanals 8 verbindet den ringförmigen Abschnitt mit dem Druckluftauslass 9. Der ringförmige Abschnitt des Druckluftkanals 8 dient dazu, eine permanente Verbindung zwischen der Druckluftzufuhr 7 und dem Druckluftauslass 9 auch dann sicherzustellen, wenn die Hohlwelle 3 und das äußere Rohr 5 relativ zueinander rotieren.

**[0033]** Im Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird diese in einen zu beschichtenden Hohlkörper (nicht dargestellt) eingefahren. Dann wird eine Spannung zwischen den zwei Drähten 2 erzeugt, die ausreichend hoch ist, um einen Lichtbogen zwischen den aus dem Grundkörper 1 heraustretenden Enden der Drähte 2 zu erzeugen. Die damit einhergehenden hohen Temperaturen schmelzen den Drahtwerkstoff auf, der tröpfchenweise durch die aus dem Druckluftauslass 9 ausströmende Druckluftströmung in Richtung auf die zu beschichtende Fläche des Hohlkörpers beschleunigt wird. Durch die Drehbewegung der Hohlwelle 3 einschließlich des Sprühkopfs 4 - die Drehzahl ist stufenlos in einem Bereich von 0,1 bis 100 Umdrehungen/Minute einstellbar (andere Drehzahlen sind möglich) - wird eine 360° abdeckende Beschichtung ermöglicht. In Verbindung mit einer Linearbewegung der gesamten Vorrichtung in Richtung der Längsachse des Hohl-

körpers wird dessen gesamte Innenfläche spiralförmig beschichtet.

**[0034]** Die mit dem Aufschmelzen des Drahtwerkstoffs verbundene Verkürzung der Drähte 2 wird durch ein kontinuierliches Nachführen ausgeglichen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Beschichten eines Hohlkörpers mit einer in den Hohlkörper verfahrbaren Verteilvorrichtung für den Beschichtungswerkstoff, wobei die Verteilvorrichtung einen nicht rotierenden, feststehenden zylindrischen Grundkörper (1), einen Brenner zum Aufschmelzen des Beschichtungswerkstoffs und einen um den Brenner rotierenden Sprühkopf (4) aufweist, **gekennzeichnet durch** eine den Grundkörper (1) umgebende rotierend angetriebene Hohlwelle (3), die ihrerseits von einem nicht rotierenden, feststehenden Rohr (5) umgeben ist und die auf dem zylindrischen Grundkörper (1) drehbar gelagert und an der der Sprühkopf (4) befestigt ist.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine als Langkörper ausgebildete Verteilvorrichtung, wobei der Brenner endseitig angeordnet ist.

3. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Druckgasführung zu dem Sprühkopf (4).

4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sprühkopf (4) mindestens einen radial bezogen auf den zylindrischen Hohlkörper ausgerichteten Druckgasauslass (9) aufweist.

5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Führungsfläche (10) des Sprühkopfs (4).

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckgasauslass (9) in die Führungsfläche (10) integriert ist.

7. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Rohr, das drehbar auf der Hohlwelle gelagert ist und eine Druckgaszufuhr (7) aufweist.

8. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sprühkopf (4) einen ringförmigen Abschnitt aufweist, der rotierend auf dem zylindrischen Grundkörper (1) gelagert ist.

9. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen ring-

förmig verlaufenden Druckgaskanal in dem ringförmigen Abschnitt des Sprühkopfs (4), der eine stete Verbindung zwischen der Druckluftzufuhr (7) und dem Druckgasauslass (9) herstellt.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

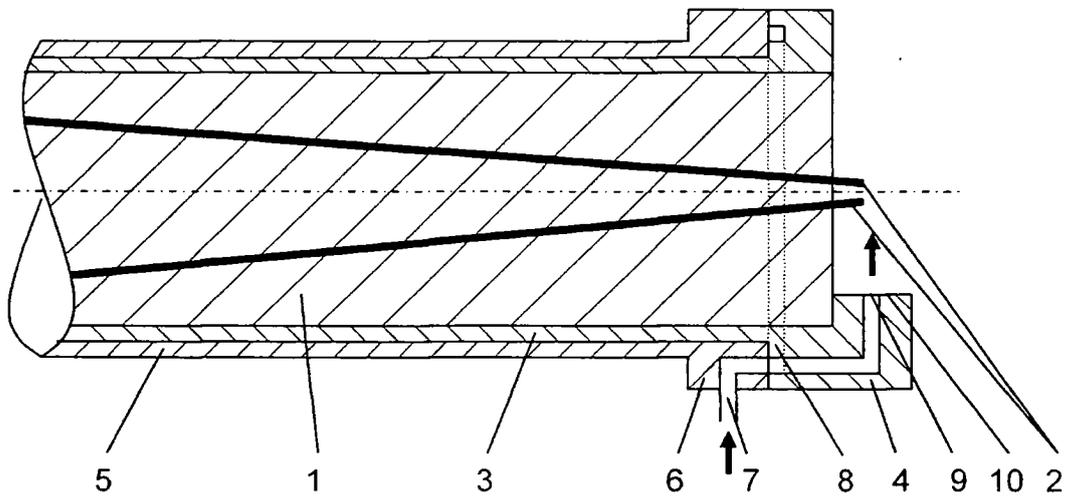


Fig. 1