

(19)



(11)

**EP 2 480 340 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.11.2014 Patentblatt 2014/45**

(51) Int Cl.:  
**B05B 12/08 (2006.01) B05B 12/00 (2006.01)**  
**B05B 3/10 (2006.01) B05B 5/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10757574.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2010/005774**

(22) Anmeldetag: **21.09.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2011/035886 (31.03.2011 Gazette 2011/13)**

(54) **VERFAHREN ZUR FUNKTIONSKONTROLLE EINES ROTATIONSZERSTÄUBERS UND ENTSPRECHENDE BESCHICHTUNGSANLAGE**

METHOD FOR CONTROLLING THE FUNCTION OF A ROTARY ATOMIZER, AND CORRESPONDING COATING INSTALLATION

PROCÉDÉ DE CONTRÔLE DU FONCTIONNEMENT D'UN PULVÉRISATEUR ROTATIF ET INSTALLATION D'ENDUCTION CORRESPONDANTE

(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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **24.09.2009 DE 102009042955**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.08.2012 Patentblatt 2012/31**

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems GmbH**  
**74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **NOLTE, Hans-Jürgen**  
**74354 Besigheim (DE)**  
• **GUMMLICH, Harald**  
**71636 Ludwigsburg (DE)**

(74) Vertreter: **Beier, Ralph**  
**v. Bezold & Partner**  
**Akademiestrasse 7**  
**80799 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 394 757 WO-A2-02/41003**  
**DE-A1-102007 062 132 US-A1- 2005 241 367**

**EP 2 480 340 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]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionskontrolle eines zur insbesondere elektrostatischen Serienbeschichtung von Werkstücken wie namentlich Fahrzeugkarossen verwendeten, z. B. an einem Lackierroboter montierten Rotationszerstäubers sowie eine entsprechende Beschichtungsanlage gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

**[0002]** Hochrotationszerstäuber der hier betrachteten Art bestehen im Wesentlichen aus einem rotierenden Glockenteller als Absprühkörper und dessen Antrieb. Als Antrieb finden meist luftgelagerte Luftturbinen Verwendung. Je nach Lackmaterial und Durchsatzmengen werden die Zerstäuber mit Drehzahlen zwischen 5000 und 100000/min. betrieben. Der tangential von der Glockentellerkante abgeschleuderte und zerstäubte Lack wird durch eine Lenkluftströmung, die coaxial zur Zerstäuberschaft aus ringförmig hinter dem Glockenteller angeordneten Bohrungs- oder Ringspaltanordnungen austritt (EP 1 331 037 B1, WO 2008/061584 A1, usw.), sowie durch elektrostatische Feldkräfte auf das geerdete zu beschichtende Substrat umgelenkt und zu einem Sprühstrahl geformt. Mit Lenkluft wird außerdem eine zusätzliche sekundäre Lackzerstäubung am Glockentellerrand bewirkt. Die Lenkluftmenge wird in Abhängigkeit von Sollwerten geregelt.

**[0003]** Bei der mit derartigen Zerstäubern durchgeführten industriellen Lackbeschichtung sind die in der Regel wichtigsten Qualitätskriterien die Schichtdicke und die Gleichmäßigkeit der applizierten Lackschicht. Die Qualitätsanforderungen steigen noch mit dem Wunsch nach ständig wachsender Produktivität und höheren Flächenleistungen ohne Qualitätseinbußen sowie mit der Verfügbarkeit verbesserter Lackmaterialien. Die geforderte Schichtgleichmäßigkeit wird bisher u. a. deshalb erreicht, weil der Lack in mehreren überlappenden Schichten aufgetragen wird. Bei zukünftigen Prozessen mit weniger Aufwand oder bei Steigerung der Produktivität durch höhere Lackiergeschwindigkeiten entstehen entsprechend höhere Anforderungen an die Qualität der Schichten.

**[0004]** Die sich ergebende Schichtdicke hängt bei der Hochrotationszerstäubung maßgeblich von der Flächenverteilung des Lacks aufgrund der Breite des Sprühstrahls ab. Da die Fläche der Lackapplikation bei konstanter Lackmenge im quadratischen Verhältnis mit Verringerung der Sprühstrahlbreite abnimmt, steigt die Schichtdicke im umgekehrten Verhältnis, so dass Variationen der Schichtdicke um mehrere 100 % möglich sind und zum Teil auch genutzt werden. Die für die Schichtbildung maßgebliche Sprühstrahlbreite wird ihrerseits durch die Richtung und Geschwindigkeit der schon erwähnten Lenkluftströmung gesteuert. Bei falscher Luftströmung ergeben sich unerwünschte Abweichungen von der beabsichtigten Schichtbildung. Während bei zu starker Sprühstrahleinschnürung auf einer zu kleinen Fläche eine zu dicke Schicht entsteht, ergibt sich der

umgekehrte Fall bei zu schwacher Sprühstrahleinschnürung. Ferner wird durch unerwünschte Lenkluftströmungen die Querschnittsform der applizierten Schicht verzerrt.

**[0005]** Bei der überwiegenden Mehrzahl der in der Praxis üblichen Rotationszerstäuber liegt der Auftreffpunkt der Lackpartikel auf dem Werkstück nicht auf der verlängerten Rotationsachse des Glockentellers, also der hierzu konzentrischen Mittelachse der Luftdüsen. Ferner kann sich die Sprühstrahlbreite unabhängig von der Lage der Luftdüsenachsen und der Glockentellerform ändern, weil die aus einer Vielzahl von Einzeldüsen mit hoher Geschwindigkeit ausströmende Lenkluft an ihren äußeren und inneren Mantelflächen eine erhebliche Reibung gegenüber der ruhenden Umgebungsluft erzeugt und damit Teile der Umgebungsluft in eine zur Lenkluft parallele Richtung bewegt. Während die dadurch entstehenden Luftdefizite an der äußeren Mantelfläche durch Zustrom von Umgebungsluft leicht ausgeglichen werden können, bildet sich im Inneren des Lenkluftkegels ein Unterdruck, der zur Verformung, d. h. Bündelung des Lenkluftkegels führt. Diese Verformung bestimmt dann die Sprühstrahlbreite.

**[0006]** Die Sprühstrahlbreite wird während des Beschichtungsprozesses durch die geregelte Lenkluftströmung entsprechend den jeweiligen Vorgaben hinsichtlich Werkstückgeometrie und Prozessbedingungen eingestellt. Diese gewünschte Steuerbarkeit der Sprühstrahlbreite hängt wesentlich davon ab, welcher Unterdruck innerhalb des Strömungskegels erreicht werden kann. Die dazu erforderlichen höheren Strömungsgeschwindigkeiten bewirken auch eine bessere Umlenkung des Lackpartikelstroms an der Glockentellerkante. Der Lenkluft-Innendruck ist somit ein in hohem Maße funktionsbestimmendes Kriterium für den Transport und die lokale Abscheidung des Lackpartikelstroms. Im Normalfall repräsentiert der Innendruck die Lenkluftmenge, die Strömungsgeschwindigkeit und die Strömungsgeometrie.

**[0007]** Darüber hinaus sind der Lenkluft-Innendruck und die Lenkluft/Innendruck-Kennlinie, also der Verlauf des Innendrucks der Lenkluftströmung in Abhängigkeit von der pro Zeiteinheit gemessenen Lenkluftmenge, auch ein Identifikationskriterium für einwandfreien Zustand der Lenkluftdüsenanordnung des Zerstäubers, insbesondere des Öffnungsquerschnitts, der geometrischen Gleichmäßigkeit und richtiger Montage der Bohrungen oder Schlitze des Lenkluftrings, die neben Fertigungstoleranzen, Beschädigungen oder Montagefehlern wie z. B. Vertauschen von zwei vorhandenen unterschiedlichen Lenkluftkreisen oder fehlenden oder defekten Dichtungen im Zerstäuber auch durch Verschmutzung beeinträchtigt werden können. Die Auswirkung auf den Lenkluft-Innendruck, der durch alle derartigen Fehler herabgesetzt wird, beruht maßgeblich auf den vorhandenen Möglichkeiten eines Ausgleichs der hohen Druckdifferenz zwischen Außen- und Innendruck. Ungleiche Ausströmgeschwindigkeiten und Luftmengen aus ein-

zelnen Lenkluftdüsen bedeuten unterschiedliche kinetische Energie. Die Lenkluft wird deshalb durch die wirkenden Druckkräfte unterschiedlich abgelenkt, d.h. es entstehen Schwachstellen im Lenkluftkegel, die potentielle Durchlässe zum Druckausgleich darstellen. Selbst geringfügige geometrische Unregelmäßigkeiten der Düsenbohrungen führen mit wachsendem Abstand von der Bohrung ebenfalls zu Schwachstellen im Lenkluftkegel. Ferner können Unregelmäßigkeiten in der Strömungsgeometrie abhängig von der Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit der Strömung zum Luftdurchlass und zu entsprechendem Druckausgleich mit Auswirkungen auf die Sprühstrahlbreite führen.

**[0008]** Zum Teil wird die Druckdifferenz auch durch Luftzustrom aus der Überdruckzone vor der Werkstückoberfläche ausgeglichen, wodurch der Sprühkegel breiter werden kann. Mit Verringerung des Strömungswiderstands der Werkstückoberfläche werden der Überdruck und damit der erwähnte Luftzustrom reduziert, so dass der entsprechend sinkende Innendruck zu einem "Zusammenklappen" des Sprühstrahls und damit zu deutlich geringeren Strahldurchmessern führt. In Einzelfällen ist eine Halbierung des Strahldurchmessers und somit eine Vervierfachung der lokalen Lackabscheidung zu beobachten. Dieser Effekt kann zwar in bestimmten Fällen nützlich sein, ist aber jedenfalls dann unerwünscht, wenn er unkalkulierbar einsetzt.

**[0009]** Die oben genannten Effekte können zu unerwünschten Reproduzierbarkeitsfehlern und Qualitätsmängeln bei Inbetriebnahme der Beschichtungsanlage und im Produktionsprozess führen. Alle zur Vermeidung derartiger Mängel bisher bestehenden Diagnosemöglichkeiten etwa mit Flächen-Strömungsmesssystemen sind extrem aufwändig und/oder erfordern Eingriffe in das Zerstäubersystem wie z.B. Auftrennung der Luftversorgung zum Einbau eines Durchflussmengenmessgeräts oder können nur durch Kontrolle von Einzelkomponenten und Einzelfunktionen durchgeführt werden. Ferner sind durch spätere Fehler im Produktionsbetrieb insbesondere bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten für die Funktion entscheidende Veränderungen des Zerstäubers nicht ausgeschlossen, beispielsweise durch Verschmutzung der Lenkluftbohrungen, falsche Bauteilmontage, usw. Wenn Verschleiß oder Beschädigungen von Bauteilen mangels eindeutiger Diagnose nicht erkannt werden, wird der Beschichtungsbetrieb mit Qualitätsverlusten fortgesetzt. Auch eine Kontrolle des fertig montierten Zerstäubers bei Inbetriebnahme der Beschichtungsanlage durch Lackiersversuche ist zeitlich und technisch aufwendig und an eine Reihe von Rahmenbedingungen gebunden (oft fehlen Referenzspritzbilder für das jeweilige Lackmaterial, Bleche müssen in einem Trockner eingebrannt und möglichst maschinell vermessen werden, usw.). Ferner sind lackierte Spritzbilder wie z.B. Brushprofile als Prüfverfahren zur Qualitätskontrolle nicht nur von der reinen Zerstäubersfunktion abhängig, sondern zusätzlich von einer Vielzahl variierender Faktoren wie Eigenschaften und Temperatur des

Lackmaterials und anderen Randbedingungen. Außerdem werden hierbei Veränderungen durch Verschmutzung, Lecks, falsche oder fehlerhafte Bauteile usw. zu spät und oft erst durch Beanstandungen der Beschichtungsqualität erkannt.

**[0010]** Aus WO 02/41003 A2 ist es bereits bekannt, den Druckverlauf innerhalb des Lenkluftkegels eines Rotationszerstäubers zu messen, um Informationen über das Luftgeschwindigkeitsprofil des Zerstäubers zu gewinnen. Zu diesem Zweck wird entweder eine Sensornordnung mit einer Reihe von Drucksensoren durch Bewegung des Zerstäubers oder der Sensoranordnung quer durch den Luftkegel bewegt oder stattdessen eine zweidimensionale Sensormatrix stationär in dem Luftkegel des ebenfalls stationären Zerstäubers angeordnet.

**[0011]** US 2005/241367 A1 offenbart ein System zum Messen des Drucks in dem Sprühmuster von Aufprallsprühvorrichtungen für Hochdruckfluids in Form von Wasser oder Luft, wie namentlich für die Wasserbestrahlung von Walzstahlblechen.

**[0012]** DE 10 2007 062 132 A1 beschreibt ein Testverfahren beispielsweise für die Überprüfung eines Rotationszerstäubers mit einem externen Testgerät, und gemäß EP 1 394 757 A2 wird der Druck in einer von außen in einen Rotationszerstäuber führenden Lenkluftleitung gemessen.

**[0013]** Die Erfindung bezweckt, ein Verfahren bzw. eine Beschichtungsanlage anzugeben, mit denen auf einfache, objektive und zuverlässige Weise mit geringem Aufwand eine nahezu ganzheitliche Funktionskontrolle von Rotationszerstäubern sowohl vor als auch während des Beschichtungsbetriebs (online) möglich ist.

**[0014]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

**[0015]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass eine hohe und stabile Druckdifferenz zwischen den Druckgebieten innerhalb und außerhalb der Lenkluftströmung ein eindeutiges Kennzeichen für ein fehlerfreies Gesamtsystem des Rotationszerstäubers ist. Entsprechendes gilt für eine steile lange Lenkluft/Innendruck-Kennlinie. Es kann auch genügen, nur den Innendruck der Lenkluftströmung oder den Druck in dem außerhalb an die Lenkluftströmung angrenzenden Unterdruckgebiet zu messen, also die Druckdifferenz gegenüber dem bekannten Luftdruck in der Umgebung des Zerstäubers.

**[0016]** Wie eingangs schon erläutert wurde, ist mit der Lenkluftströmung hier die in an sich bekannter Weise von dem Zerstäuber mit einer Anordnung von Lenkluftöffnungen oder Düsen des Zerstäubers erzeugte Gasströmung gemeint, wobei statt Luft theoretisch auch ein anderes Gas verwendet werden könnte. Es handelt sich also um die (in typischen Fällen mehr oder weniger kegelförmige) Strömung stirnseitig außerhalb des Zerstäubers, mit der das von dem rotierenden Glockenteller des Zerstäubers abgesprühte Beschichtungsmaterial beaufschlagt wird.

**[0017]** Der jeweilige Druck kann mit Hilfe u.U. nur einer, jedenfalls aber weniger Druckmessenrichtungen

und entsprechend geringem Aufwand gemessen werden, vorzugsweise mit Drucksensoren, die im Inneren und/oder außerhalb des Zerstäubers fest installiert oder auch außerhalb des Zerstäubers bewegbar sein können. Im Fall externer Sensoren kann der Rotationszerstäuber oder der Drucksensor in eine vorgegebene definierte Messposition gebracht werden, wobei der Rotationszerstäuber beispielsweise von dem Lackierroboter positioniert wird, an dem er montiert ist, während ein bewegbarer Sensor beispielsweise manuell oder auch von einem insbesondere automatisch gesteuerten Handhabungsgerät oder Hilfsroboter positioniert werden kann.

**[0018]** Zur Messung wird eine Lenkluftströmung mit definierten Luftmengen pro Zeiteinheit oder, bei mehreren gleichzeitig erzeugten unterschiedlichen Lenklüften, mit definierten Luftmengenkombinationen erzeugt. Die sich hierbei ergebenden Druckwerte im äußeren und/oder inneren Unterdruckgebiet werden mit zugehörigen gespeicherten Sollwerten für einwandfreien Zustand verglichen und entsprechend bewertet. Zusätzlich können zur Kontrolle mehrere verschiedene Luftmengen eingestellt werden.

**[0019]** Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Unterdruckmessung besteht darin, dass sie die wesentlichen Zerstäuberfunktionen wie Lenkluftmenge, Geometrie der Lenkluftdüsen und reale Fehlersituation auch ohne gleichzeitige Lackzerstäubung kennzeichnen kann, also ohne Beeinflussung durch Eigenschaften des Beschichtungsmaterials und ohne entsprechende Nachteile wie Kontaminierung, Reinigung, Entsorgung, usw. Wichtig ist ferner, dass die Messung manuell oder vorzugsweise vollautomatisch ohne Eingriff in den Zerstäuber und in dessen Versorgungsleitungssystem erfolgen kann. Auch stehen die Messinformationen stets verzögerungsfrei zur Verfügung, so dass im Fehlerfall sofort geeignete Maßnahmen eingeleitet und infolgedessen beispielsweise zur Fertigungskontrolle bei Inbetriebnahme der Beschichtungsanlage und insbesondere auch im laufenden Produktionsprozess (online) Qualitätsmängel beschichteter Werkstücke und entsprechende Kosten durch Fehlfunktionen vermieden werden können. Die Produktionsqualität wird also präventiv unterstützt, und zwar wesentlich objektiver als in der bisherigen Praxis, insbesondere unabhängig von subjektiven Faktoren wie Qualifikation und Verfügbarkeit von Fachpersonal. Die Messwerte sind auch unabhängig von einem besonderen Prüfaufbau und Prüfort und somit objektiv und untereinander vergleichbar.

**[0020]** Darüber hinaus ergeben sich weitere Vorteile wie beispielsweise die Möglichkeit einer schnellen Fehlerzuordnung durch variierende Prüfbedingungen wie beispielsweise Erstellung von Kennlinien, Umschaltung der beiden vorhandenen Lenklüfte usw. Ferner können sofort defekte Bauteile des Zerstäubers erkannt und ausgetauscht werden.

**[0021]** An einem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Strömungsfeld an der Stirnseite eines Rotationszerstäubers;

Fig. 2 mögliche Orte für die Positionierung von Drucksensoren in dem Rotationszerstäuber und außerhalb in den Unterdruckgebieten seiner Lenkluftströmung;

Fig. 3 Beispiele für die Positionierung von Drucksensoren außerhalb des Rotationszerstäubers.

**[0022]** In Fig. 1 ist schematisch der dem beschichtenden Werkstück zugewandte stirnseitige Teil eines Rotationszerstäubers 10 dargestellt, im Wesentlichen bestehend aus dem Glockenteller 11 und einem nicht im Einzelnen dargestellten Lenklufttring, dessen zu der Rotationsachse konzentrische Anordnung von Lenkluftdüsen in an sich bekannter Weise die Lenkluftströmung 12 erzeugt. Dem dargestellten Lenkluftkegel entspricht die Form der Bahnen der tangential von dem Glockenteller 11 abgesprühten Lackpartikel, also des Sprühstrahls. Der Rotationszerstäuber 10 kann von einem beliebigen bekannten und insbesondere für die Karossenlackierung üblichen Typ sein (vgl. z.B. die schon erwähnte WO 2008/061584 A1) und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung.

**[0023]** Wie schon erläutert wurde, bildet sich bei Erzeugung der Lenkluftströmung 12 aufgrund der Reibung zwischen der schnell strömenden Lenkluft und der zuvor ruhenden Umgebungsluft an der Außenfläche der Lenkluftströmung 12 ein äußeres Lufttreibungsgebiet 13 und an Ihrer Innenfläche ein inneres Lufttreibungsgebiet 14, wodurch außerhalb der Lenkluftströmung in deren Nähe ein äußeres Unterdruckgebiet 17 und innerhalb der Lenkluftströmung das zur gewünschten Bündelung der Strömung erforderliche innere Unterdruckgebiet 18 gebildet werden. Teilweiser Druckausgleich erfolgt durch eine bei 15 angedeutete äußere Ausgleichsströmung und eine innere Ausgleichsströmung 16.

**[0024]** Zur erfindungsgemäßen Messung der Druckwerte in den Unterdruckgebieten 17 und/oder 18 können an sich prinzipiell beliebige Messeinrichtungen verwendet werden. Einige Ausführungsbeispiele für geeignete Orte zur Positionierung von Drucksensoren sind in Fig. 2 dargestellt. Demgemäß kann es zweckmäßig sein, in den Rotationszerstäuber 10 einen Drucksensor 21 zur Messung des äußeren Unterdrucks und/oder einen Drucksensor 22 zur Messung des inneren Unterdrucks der Lenkluftströmung 12 fest einzubauen. Hierbei sind die Sensoren mit den Unterdruckgebieten 17 bzw. 18 durch entsprechende Druckmesskanäle 21' bzw. 22' verbunden, von denen der Kanal 21' darstellungsgemäß in der Nähe des Glockentellers in der Umfangsfläche des Zerstäubergehäuses münden kann, während der Kanal 22' z.B. zentral in der dem Werkstück zugewandten Stirnfläche des Glockentellers münden und dort insbesondere mit dem Lackaustrittsweg übereinstimmen kann, durch den bei der Druckmessung vorzugsweise kein

Lack fließt. Zusätzlich zu den Drucksensoren 21 und 22 oder stattdessen können außerhalb des Rotationszerstäubers 10 externe Drucksensoren 23 und 24 unmittelbar in den Unterdruckgebieten 17 und 18 zur Messung des jeweiligen dortigen Drucks angeordnet werden.

**[0025]** Die von den Sensoren 21 - 24 gemessenen Druckwerte können in Form geeigneter Signale einem schematisch dargestellten Messsystem 26 zugeführt, ausgewertet und mit vorgegebenen Referenzwerten für fehlerfreie Zerstäuberfunktionen verglichen werden. Zur problemlosen Übertragung aus dem Hochspannungsbereich des elektrostatischen Rotationszerstäubers 10 können insbesondere die Messwerte der Drucksensoren 21 und 22 als pneumatische Signale zu dem Messsystem 26 übertragen werden.

**[0026]** Verschiedene Möglichkeiten für die Anordnung externer Drucksensoren 23 oder 24 (Fig. 2) in den genannten Unterdruckgebieten sind beispielhaft in Fig. 3 dargestellt. Als erstes Beispiel zeigt die Darstellung 3A einen Drucksensor 24a, der insbesondere zur Messung des äußeren Unterdrucks zweckmäßig mit einem Abstandhalter 25a fest an der Wand 30 der Sprühkabine oder an einem anderen ortsfesten und hinsichtlich seiner Position definierten Bestandteil der hier betrachteten Beschichtungsanlage installiert sein kann. Zur Messung des Druckwerts kann der Rotationszerstäuber von seinem Lackierroboter automatisch in die richtige Messposition relativ zu der definierten Position des Drucksensors 24a gebracht werden.

**[0027]** Die Darstellung 3B zeigt einen externen Drucksensor 24b, der ebenfalls insbesondere zur Messung des äußeren Unterdrucks fest und zweckmäßig mit einem Abstandhalter 25b an einem Teil 31 des Lackierroboters selbst installiert sein kann, also insbesondere an einem mit dem Vorderarm und Handgelenk des Roboters erreichbaren Teil definierter Position.

**[0028]** Die Darstellung 3C zeigt dagegen eine manuell bewegbare und vorzugsweise transportable Drucksonde 24c, die beispielsweise zur Messung des Drucks im inneren Unterdruckgebiet der Lenkluftströmung in die Lenkluftströmung eingeführt werden kann. Wie schon erwähnt wurde, könnte hierfür aber auch ein vorzugsweise automatisch gesteuertes Handhabungsgerät verwendet werden.

**[0029]** Es ist zweckmäßig, die Drucksonden vor der direkten Staudruckwirkung der hohen Strömungsgeschwindigkeiten der Lenkluft zu schützen. Eine zweckmäßige Möglichkeit hierfür ist beispielsweise die Ummantelung der Drucksensoren mit luftdurchlässigen, aber strömungsbrechenden Sinterkörpern aus Metall oder Kunststoff. Im Übrigen können an sich bekannte und übliche Drucksonden verwendet werden.

**[0030]** Ein typisches Anwendungsbeispiel der Erfindung ist eine regelmäßige Verschmutzungskontrolle im Produktionsprozess. Eine Kontaminierung mit festgetrocknetem Lacknebel kann dem Öffnungsquerschnitt von Lenkluftdüsen so verändern, dass eine Schwächung oder Richtungsänderung des Luftaustritts erfolgt. Die

Schwächung der gewünschten Lenkluftströmung bewirkt eine Verringerung des Unterdrucks im Inneren der Lenkluftströmung, wodurch die Bündelung der Lackströmung im Richtung zum Werkstück geschwächt und somit die Sprühstrahlbreite verringert wird. Infolgedessen verbreitert sich die Verteilung der Lackabscheidung auf dem Werkstück mit entsprechend geringerer Schichtdicke. In Kantenbereichen des Werkstücks treten höhere Randverluste an Lackmaterial auf, weil Teile des Tropfenstroms die Oberfläche verfehlen. Zur Diagnose derartiger Fehlfunktionen kann der Zerstäuber in regelmäßigen Zeitintervallen beispielsweise durch den Lackierroboter an einen fest installierten Drucksensor wie 23 in Fig. 2 so herangeführt werden, dass der Innendruck in der Lenkluftströmung gemessen werden kann. Wenn zuvor die Sollwerte für einwandfreie Zerstäuberfunktion gemessen und gespeichert worden sind, ist ein späterer Vergleich mit den zu prüfenden aktuellen Zuständen und damit die Erkennung von Fehlern und die Einleitung von geeigneten Maßnahmen zur Fehlerbehebung möglich, bei dem betrachteten Beispiel zur Reinigung der Lenkluftdüsen.

## 25 Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionskontrolle eines zur Serienbeschichtung von Werkstücken verwendeten Rotationszerstäubers (10), der einen im Beschichtungsbetrieb von einem Motor angetriebenen rotierenden Absprühkörper (11) hat und eine Lenkluftströmung (12) erzeugt, die im Beschichtungsbetrieb das abgesprühte Beschichtungsmaterial zu einem Sprühstrahl formt und in Richtung zu dem zu beschichtenden Werkstück lenkt, wobei eine oder mehrere Druckgrößen gemessen werden, die während der Erzeugung der Lenkluftströmung (12) hierdurch in einem Gebiet (18) innerhalb der Lenkluftströmung und/oder in einem außerhalb der Lenkluftströmung in deren Nähe befindlichen Gebiet (17) entstehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ergebende Druckwerte

- mit einer oder mehreren im Inneren des Rotationszerstäubers (10) installierten Druckmess-einrichtungen (21, 22)

- und/oder mit mindestens einer außerhalb des Rotationszerstäubers (10) an einem Teil (31) eines den Rotationszerstäuber (10) tragenden und bewegenden Lackierroboters oder an einem den Rotationszerstäuber (10) tragenden und bewegenden Beschichtungsroboter oder an einer anderen den Rotationszerstäuber (10) tragenden und bewegenden automatischen Beschichtungsmaschine installierten Druckmess-einrichtung (24b)

gemessen werden,

- und dass die gemessene Druckgröße mit einem vorgegebenen Referenzwert für eine fehlerfreie Zerstäubfunktion verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckdifferenz zwischen dem Druck innerhalb der Lenkluftströmung (12) und dem Druck in dem Gebiet (17) außerhalb der Lenkluftströmung festgestellt wird.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck oder dessen Verlauf in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder der pro Zeiteinheit gemessenen Luftmenge der Lenkluftströmung (12) ausgewertet wird.
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgröße gemessen wird, ohne dass hierbei Beschichtungsmaterial von dem Absprühkörper abgesprüht wird.
  5. Beschichtungsanlage zur Serienbeschichtung von Werkstücken mit mindestens einem Rotationszerstäuber (10), der einen von einem Motor in Rotation versetzbaren Absprühkörper (11) und eine ringförmige Anordnung von Lenkluftöffnungen zur Erzeugung einer Lenkluftströmung (12) aufweist, welche im Beschichtungsbetrieb das abgesprühte Beschichtungsmaterial zu einem Sprühstrahl formt und in Richtung zu dem zu beschichtenden Werkstück lenkt, **dadurch gekennzeichnet, dass**
    - im Inneren des Rotationszerstäubers (10)
    - und/oder außerhalb des Rotationszerstäubers (10) an einem Teil (31) eines den Rotationszerstäuber (10) tragenden und bewegenden Lackierroboters oder an einem den Rotationszerstäuber (10) tragenden und bewegenden Beschichtungsroboter oder an einer anderen den Rotationszerstäuber tragenden und bewegenden automatischen Beschichtungsmaschine eine oder mehrere Druckmesseinrichtungen (21 - 24, 24b) zur Messung einer oder mehrerer Druckgrößen installiert sind, die während der Erzeugung der Lenkluftströmung hierdurch in einem Gebiet (18) innerhalb der Lenkluftströmung (12) und/oder in einem außerhalb der Lenkluftströmung in deren Nähe befindlichen Gebiet (17) entstehen.
  6. Beschichtungsanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Druckmesseinrichtung (24a) zur Druckmessung außerhalb des Rotationszerstäubers (10) an einer Wand (30) einer Sprühkabine, in der die Werkstücke beschichtet werden, oder an einer anderen festen Position innerhalb der Sprühkabine befestigt ist.

7. Beschichtungsanlage nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** außerhalb des Rotationszerstäubers (10) ein bewegbarer Sensor (24c) zur Druckmessung vorgesehen ist, der in eine in Bezug auf den Rotationszerstäuber (10) definierte Position bringbar ist.
8. Beschichtungsanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (24c) zur Druckmessung vorgesehen ist, der manuell oder von einem insbesondere automatisch gesteuerten Handhabungsgerät bewegt wird.
9. Rotationszerstäuber einer Beschichtungsanlage zur Serienbeschichtung von Werkstücken, der einen von einem Motor in Rotation versetzbaren Absprühkörper (11) und eine ringförmige Anordnung von Lenkluftöffnungen zur Erzeugung einer Lenkluftströmung (12) aufweist, welche im Beschichtungsbetrieb das abgesprühte Beschichtungsmaterial zu einem Sprühstrahl formt und in Richtung zu dem zu beschichtenden Werkstück lenkt, und mit einer oder mehreren im Inneren des Zerstäubers installierten Druckmesseinrichtungen (21, 22), mit der oder denen eine oder mehrere Druckgrößen in einem Gebiet (18) innerhalb der Lenkluftströmung (12) und/oder in einem außerhalb der Lenkluftströmung (12) in deren Nähe befindlichen Gebiet (17) messbar sind, wobei die eine oder mehrere Druckmesseinrichtungen (21, 22) mit diesen Gebieten (17, 18) durch entsprechende Druckmesskanäle (21', 22') verbunden sind.

#### Claims

1. A method for function checking of a rotary atomizer (10) used for the series coating of workpieces, which has a rotating spray body (11), which is driven by a motor during coating operation, and generates a directing air flow (12), which during coating operation shapes the sprayed coating material to form a spray jet and deflects the same towards the workpiece to be coated, one or a plurality of pressure values being measured, which hereby arise during the generation of the directing air flow (12) in a region (18) within the directing air flow and/or in a region (17) outside of the directing air flow, located in the vicinity thereof, **characterized in that** resultant pressure values are measured
  - with one or a plurality of pressure sensor means (21, 22) installed in the interior of the rotary atomizer (10)
  - and/or with at least one pressure sensor means (24b) arranged outside of the rotary atomizer (10) on a part (31) of a painting robot (31) which carries and moves the rotary atomizer (10), or

- on a coating robot which carries and moves the rotary atomizer (10), or on another automatic coating machine which carries and moves the rotary atomizer (10), and **in that** the measured pressure value is compared with a predetermined reference value for a flawless atomizer function.
2. The method according to Claim 1, **characterized in that** the pressure difference between the pressure within the directing air flow (12) and the pressure in the region (17) outside of the directing air flow is determined.
  3. The method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the pressure or the progression thereof is evaluated as a function of the speed and/or the air quantity of the directing air flow (12) measured per unit of time.
  4. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pressure value is measured without coating material being sprayed by the spray body in the process.
  5. A coating installation for the series coating of workpieces with at least one rotary atomizer (10), which has a spray body (11), which can be rotated by a motor, and an annular arrangement of directing air openings for generating a directing air flow (12), which during coating operation shapes the sprayed coating material to form a spray jet and deflects the same in the direction of the workpiece to be coated, **characterized in that** one or a plurality of pressure sensor means (21 - 24, 24b) are installed
    - in the interior of the rotary atomizer (10)
    - and/or outside of the rotary atomizer (10) on a part (31) of a painting robot which carries and moves the rotary atomizer (10), or on a coating robot which carries and moves the rotary atomizer (10), or on another automatic coating machine which carries and moves the rotary atomizer,

for measuring one or more pressure values which during the generation of the directing air flow hereby arise in a region (18) within the directing air flow (12) and/or in a region (17) outside of the directing air flow, located in the vicinity thereof.
  6. The coating installation according to Claim 5, **characterized in that** at least one pressure sensor means (24a) is fixed for pressure sensing outside of the rotary atomizer (10) on a wall (30) of a spray booth in which the workpieces are coated or at another fixed position within the spray booth.
  7. The coating installation according to any one of Claims 5 or 6, **characterized in that** a movable pressure sensor (24c) is provided outside of the rotary atomizer (10), which can be brought into a defined position with respect to the rotary atomizer (10).
  8. The coating installation according to Claim 7, **characterized in that** a sensor (24c) for pressure sensing is provided which is moved manually or by an in particular automatically controlled handling device.
  9. A rotary atomizer of a coating installation for the series coating of workpieces comprising a spray body (11), which can be rotated by a motor, and an annular arrangement of directing air openings for generating a directing air flow (12) which during coating operation shapes the sprayed coating material to form a spray jet and deflects it in the direction of the workpiece to be coated, and further comprising one or more pressure sensor means (21, 22) installed in the interior of the atomizer for measuring one or more pressure values in a region (18) within the directing air flow (12) and/or in a region (17) located outside of the directing air flow (12) in the vicinity thereof, said one or more pressure sensing means (21, 22) being connected to said regions (17, 18) by means of corresponding pressure measurement channels (21', 22').

## Revendications

1. Procédé permettant de contrôler le fonctionnement d'un pulvérisateur rotatif (10), qui est utilisé pour le revêtement en série de pièces et qui possède un corps de pulvérisation (11) rotatif, actionné par un moteur pendant le processus de revêtement, et génère un flux d'air de guidage (12) qui, pendant le processus de revêtement, forme un jet de pulvérisation à partir du matériau de revêtement pulvérisé et le dirige vers la pièce à revêtir, une ou plusieurs valeurs de pression étant mesurées, lesquelles se produisent pendant la formation du flux d'air de guidage (12) sous l'effet de celui-ci dans une zone (18) à l'intérieur du flux d'air de guidage et/ou dans une zone (17) située à l'extérieur du flux d'air de guidage à proximité de celui-ci, **caractérisé en ce que** les valeurs de pression produites sont mesurées
  - avec un ou plusieurs dispositifs de mesure de la pression (21, 22), installés à l'intérieur du pulvérisateur rotatif (10),
  - et/ou avec au moins un dispositif de mesure de la pression (24b) installé à l'extérieur du pulvérisateur rotatif (10) sur une partie (31) d'un robot de peinture mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10) ou sur un robot de revêtement

mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10) ou sur une autre machine de revêtement automatique mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10),

et **en ce que**, pour un fonctionnement sans erreur du pulvérisateur, les valeurs de pression mesurées sont comparées à une valeur de référence prédéfinie.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la différence de pression entre la pression à l'intérieur du flux d'air de guidage (12) et la pression dans la zone (17) à l'extérieur du flux d'air de guidage est détectée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pression ou l'évolution de celle-ci est analysée en fonction de la vitesse et/ou de la quantité d'air, mesurée par unité de temps, du flux d'air de guidage (12).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de la pression est mesurée sans que le matériau de revêtement soit pulvérisé par le corps de pulvérisation.
5. Installation de revêtement permettant le revêtement en série de pièces, comportant au moins un pulvérisateur rotatif (10) qui comporte un corps de pulvérisation (11), propre à être entraîné en rotation par un moteur, et un ensemble annulaire d'ouvertures pour air de guidage permettant de générer un flux d'air de guidage (12) qui, pendant le processus de revêtement, forme un jet de pulvérisation à partir du matériau de revêtement pulvérisé et le guide vers la pièce à revêtir, **caractérisée en ce que**
  - à l'intérieur du pulvérisateur rotatif (10),
  - et/ou à l'extérieur du pulvérisateur rotatif (10) sur une partie (31) d'un robot de peinture mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10) ou sur un robot de revêtement mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10) ou sur une autre machine de revêtement automatique mobile et portant le pulvérisateur rotatif (10),

sont installés un ou plusieurs dispositifs de mesure de la pression (21 - 24, 24b) permettant de mesurer une ou plusieurs valeurs de pression, qui sont produites pendant la formation du flux d'air de guidage (12) sous l'effet de celui-ci dans une zone (18) à l'intérieur du flux d'air de guidage (12) et/ou dans une zone (17) située à l'extérieur du flux d'air de guidage à proximité de celui-ci.

6. Installation de revêtement selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**au moins un dispositif de me-

sure de la pression (24a) permettant de mesurer la pression à l'extérieur du pulvérisateur rotatif (10) est fixé sur une paroi (30) d'une cabine de pulvérisation, dans laquelle les pièces sont revêtues, ou dans une autre position fixe à l'intérieur de la cabine de pulvérisation.

7. Installation de revêtement selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce qu'**à l'extérieur du pulvérisateur rotatif (10), il est prévu un capteur (24c) mobile permettant de mesurer la pression, lequel peut être amené dans une position définie par rapport au pulvérisateur rotatif (10).
8. Installation de revêtement selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'**il est prévu un capteur (24c) permettant de mesurer la pression, lequel est déplacé manuellement ou par un dispositif de manoeuvre commandé, en particulier, automatiquement.
9. Pulvérisateur rotatif d'une installation de revêtement permettant le revêtement en série de pièces, lequel comporte un corps de pulvérisation (11), propre à être entraîné en rotation par un moteur, et un ensemble annulaire d'ouvertures pour air de guidage permettant de générer un flux d'air de guidage (12) qui, pendant le processus de revêtement, forme un jet de pulvérisation à partir du matériau de revêtement pulvérisé et le guide vers la pièce à revêtir, et comportant un ou plusieurs dispositifs de mesure de la pression (21, 22), installés à l'intérieur du pulvérisateur, avec lequel ou lesquels il est possible de mesurer une ou plusieurs valeurs de pression dans une zone (18) à l'intérieur du flux d'air de guidage (12) et/ou dans une zone (17) située à l'extérieur du flux d'air de guidage (12) à proximité de celui-ci, l'un ou plusieurs des dispositifs de mesure de la pression (21, 22) étant reliés à ces zones (17, 18) par des canaux de mesure de pression (21', 22') correspondants.

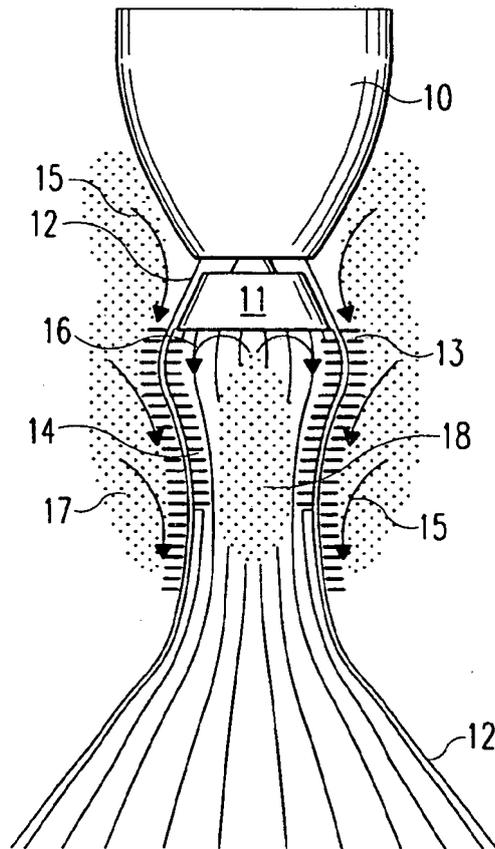


Fig. 1

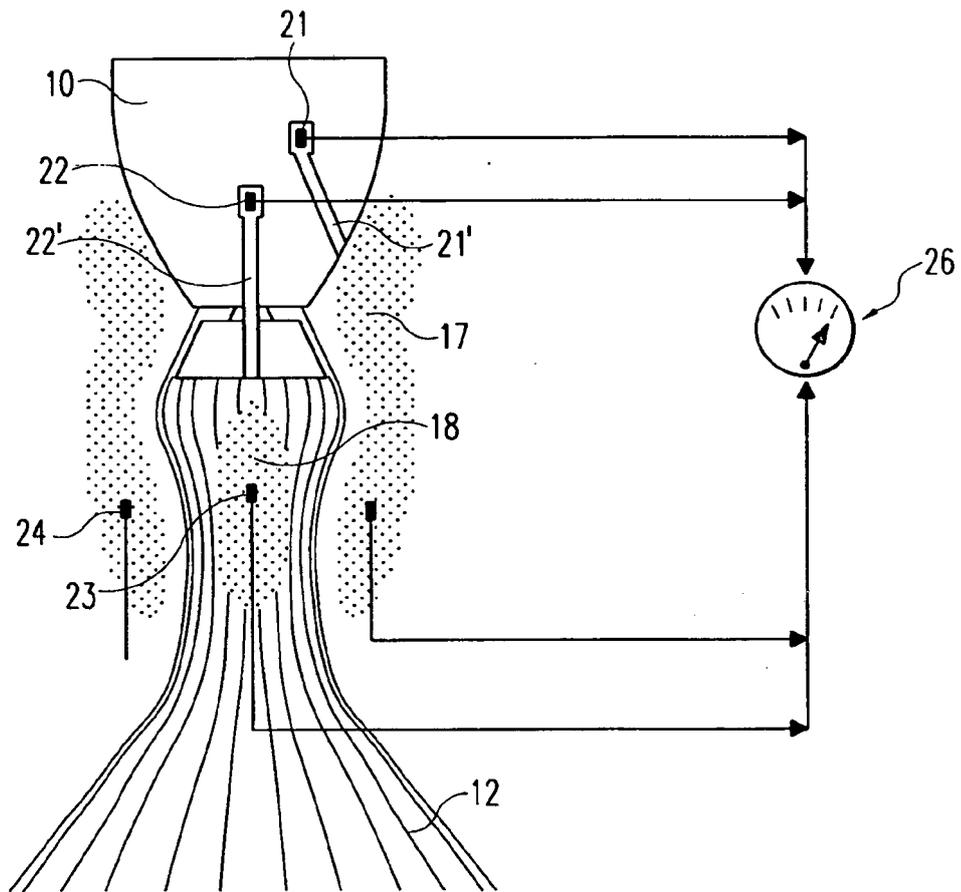


Fig. 2

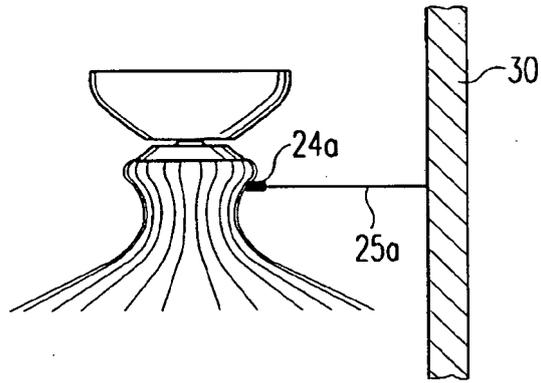


Fig. 3A

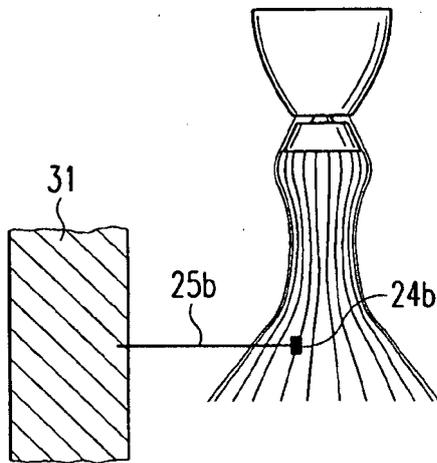


Fig. 3B

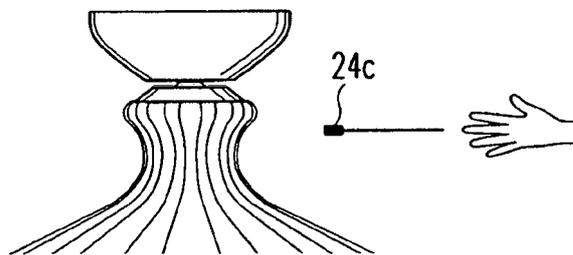


Fig. 3C

Fig. 3

**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**

- EP 1331037 B1 [0002]
- WO 2008061584 A1 [0002] [0022]
- WO 0241003 A2 [0010]
- US 2005241367 A1 [0011]
- DE 102007062132 A1 [0012]
- EP 1394757 A2 [0012]