



(11)

EP 3 685 927 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.07.2020 Patentblatt 2020/31

(51) Int Cl.:
B05B 16/60 (2018.01) **F04D 29/02** (2006.01)
F04C 28/28 (2006.01) **F04D 29/32** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19163744.6**

(22) Anmeldetag: **19.03.2019**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Eisenmann SE**
71032 Böblingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Röckle, Jürgen**
71106 Magstadt (DE)
• **Zebisch, Tobias**
71067 Sindelfingen (DE)

(30) Priorität: **12.04.2018 DE 102018108665**

(74) Vertreter: **Ostertag & Partner Patentanwälte mbB**
Epplerstraße 14
70597 Stuttgart (DE)

(54) **VENTILATORSYSTEM, LUFTSYSTEM UND ANLAGE ZUM BEHANDELN VON WERKSTÜCKEN**

(57) Ein Ventilatorsystem zum Fördern von einem mit Partikeln beladenem Gas (16) umfasst wenigstens eine Ventilatoreinheit (66) mit einem rotierbar gelagerten Laufrad (68). Das Laufrad (68) der Ventilatoreinheit (66) weist eine LABS-freie Beschichtung (76) auf, welche Antihaft-Eigenschaften hat. Alternativ oder ergänzend umfasst die Ventilatoreinheit (66) ein Sensorsystem (80), mittels welchem Schwingungen und/oder Vibrationen der Ventilatoreinheit (66) erfassbar sind. Mittels eines Luftsystems für eine Anlage (12) zum Behandeln von Werkstücken (14), in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas (16) entsteht, ist dieses Abgas entlang eines Strömungswegs (64) förderbar. Dabei ist ein entsprechendes Ventilatorsystem (67) vorhanden, dessen wenigstens eine Ventilatoreinheit (66) in dem Strömungsweg (64) des Abgases (16) angeordnet ist. Bei einer Anlage zum Behandeln von Werkstücken (14), in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas (16) entsteht, ist ein solches Luftsystem (46) vorhanden.

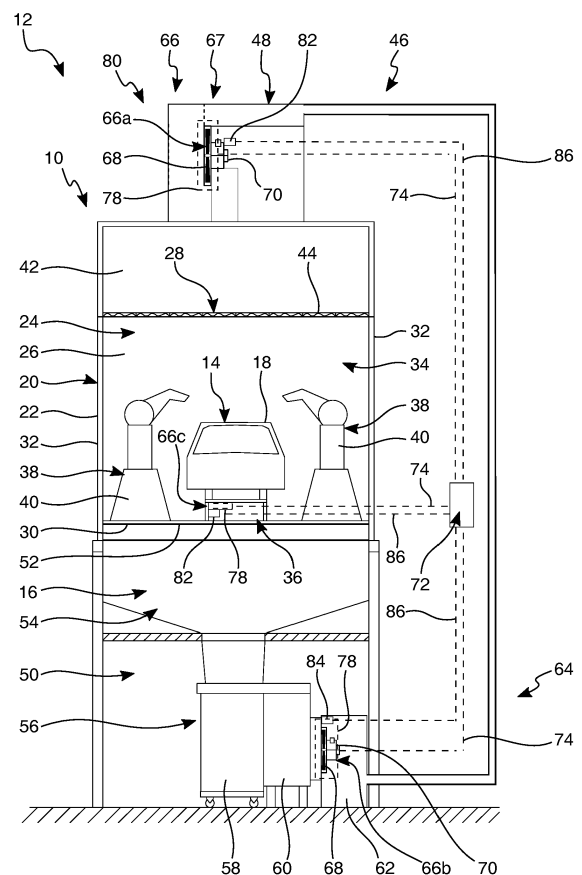


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventilatorsystem zum Fördern von einem mit Partikeln beladenem Gas, mit wenigstens einer Ventilatoreinheit, welche ein rotierbar gelagertes Laufrad umfasst.

[0002] Außerdem betrifft die Erfindung ein Luftsystem für eine Anlage zum Behandeln von Werkstücken, in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas entsteht, mit einem Strömungsweg, entlang welchem das Abgas förderbar ist. Ebenfalls befasst sich die Erfindung mit einer Anlage zum Behandeln von Werkstücken, in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas entsteht.

[0003] Bei der manuellen oder automatischen Behandlung von Werkstücken können Partikel entstehen, die vom Ort der Entstehung weg und aus der Anlage abgeführt werden müssen. Beispielsweise wird bei der Applikation von Lacken auf Werkstücke in einer Beschichtungskabine ein Teilstrom des Lackes, der im Allgemeinen sowohl Festkörper und/oder Bindemittel als auch Lösemittel enthält, nicht auf den Gegenstand appliziert. Dieser Teilstrom wird in der Fachwelt Overspray genannt. Der Overspray wird von einem Abgasstrom, in der Regel einem Luftstrom, erfasst und einer Abscheidung zugeführt, sodass die Luft gegebenenfalls nach einer geeigneten Konditionierung wieder in die Beschichtungskabine zurückgeleitet werden kann.

[0004] Um das dann mit den Partikeln beladene Abgas zu fördern, gibt es Ventilatorsysteme der eingangs genannten Art. Deren Ventilatoreinheit ist im Strömungsweg das mit Partikeln beladenen Abgases angeordnet und wird von diesem durchströmt. Dabei lagern sich Partikel an Bauteilen der Ventilatoreinheit ab. Insbesondere durch Ablagerungen an den rotierenden Bauteilen der Ventilatoreinheit, d.h. dem Laufrad aber auch beispielsweise einer zugehörigen Drehwelle oder dergleichen, kommt es dort zu Unwuchten, die nicht tolerierbar sind. Aus diesem Grund müssen die Ventilatoreinheiten in regelmäßigen Intervallen gereinigt und gewartet werden. Dabei kann es vorkommen, dass einzelne Ventilatoreinheiten ausgetauscht werden müssen.

[0005] Für ein Luftsystem und eine Anlage der eingangs genannten Art bedeuten solche Reinigungs- und Wartungszeiten eine Stillstandzeit.

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Ventilatorsystem, ein Luftsystem und eine Anlage der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen der Reinigungs- und/oder Wartungsaufwand gegenüber dem Stand der Technik verringert. Dabei sollen sowohl die Abstände zwischen zwei Reinigungen/Wartungen vergrößert als auch der Zeitraum, der für eine Reinigung/Wartung nötig ist verringert werden.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einem Ventilatorsystem der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass

a) das Laufrad der Ventilatoreinheit eine LABS-freie Beschichtung aufweist, welche Antihaft-Eigenschaften hat;

und/oder

b) die Ventilatoreinheit ein Sensorsystem umfasst, mittels welchem Schwingungen und/oder Vibrationen der Ventilatoreinheit erfassbar sind.

[0008] Eine LABS-freie Beschichtung ist dadurch definiert, dass sie keine lackbenetzungsstörenden Substanzen enthält, wie sie beispielsweise in Silikonen vorkommen. Durch eine entsprechende Beschichtung haften weniger Partikel an dem Laufrad, wodurch es länger dauert, bis ein Ablagerungsgrad erreicht ist, der zu nicht mehr tolerierbaren Unwuchten führt. Darüber hinaus kann eine Reinigung schneller erfolgen, da die Partikel nicht so gut an dem Laufrad haften.

[0009] Durch das Sensorsystem kann alternativ oder ergänzend der Einfluss der abgelagerten Partikel auf Schwingungen und/oder Vibrationen der Ventilatoreinheit erfasst werden. Bei einem Schwingungsmuster, das eine zu große Belastung für die Ventilatoreinheit widerspiegelt, kann die Ventilatoreinheit gegebenenfalls auf eine geringere Drehzahl eingestellt werden. In diesem Fall ist noch keine Reinigung und/oder Wartung nötig, so dass die Betriebsdauer der Ventilatoreinheit bis zur nächsten Reinigung/Wartung trotz vorhandener Partikel-Ablagerungen verlängert ist. Hierauf wird weiter unten nochmals detaillierter eingegangen.

[0010] Vorteilhaft ist die LABS-freie Beschichtung des Laufrades eine Xylan®-Beschichtung, insbesondere eine Xylan 1010-Beschichtung, oder eine Emralon®-Beschichtung, insbesondere eine Emralon 333-Beschichtung.

[0011] Es ist besonders günstig, wenn das Sensorsystem

a) wenigstens einen Rotations-Schwingungssensor umfasst, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit zu erfassen;
und/oder

b) wenigstens einen Peripherie-Schwingungssensor umfasst, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem nicht rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit zu erfassen.

[0012] Auf diese Weise kann das Schwingungsverhalten der Ventilatoreinheit umfangreich abgebildet werden.

[0013] Vorteilhaft ist

a) der Rotations-Schwingungssensor ein berührungsloser Sensor, insbesondere ein Laser-Doppeler-Vibrometer;
und/oder

b) der Peripherie-Schwingungssensor ein berührungsloser Sensor, insbesondere ein Laser-Doppeler-Vibrometer, oder ein mit dem zu überwachenden

Bauteil mechanisch koppelbarer Kontaktsensor.

[0014] Damit die Sensorantworten reproduzierbare Ergebnisse ergeben, ist es von Vorteil, wenn der Rotations-Schwingungssensor ein Sensor gemäß DIN ISO 7919-3:2018-01 und/oder der Peripherie-Schwingungssensor ein Sensor gemäß DIN ISO 10816-3:2018-01 ist.

[0015] Ein redundantes Ventilatorsystem kann gebildet werden, wenn das Ventilatorsystem wenigstens eine Ventilatoreinrichtung aufweist, welche zwei oder mehr Ventilatoreinheiten umfasst. Diese zwei oder mehr Ventilatoreinheiten können dann abhängig von ihrem Schwingungsmuster mit einer individuellen Drehzahl betrieben werden; hierauf wird weiter unten nochmals im Detail eingegangen.

[0016] Für einen effektiven Betrieb ist es günstig, wenn eine Steuereinrichtung vorhanden ist, welche abhängig von einem oder mehreren Ausgangssignalen des oder der Sensoren des Sensorsystems die Drehzahl des Laufrades einer oder mehrerer vorhandener Ventilatoreinheiten einstellt und/oder ein Ausgabesignal, insbesondere ein visuell oder akustisch erfassbares Ausgabesignal, erzeugt, welches den Betriebszustand der Ventilatoreinheit widerspiegelt.

[0017] Bei einem Luftsystem der eingangs genannten Art wird die oben angegebene Aufgabe dadurch gelöst, dass

das Ventilatorsystem mit einigen oder allen der oben erläuterten Merkmale vorhanden ist, dessen wenigstens eine Ventilatoreinheit in dem Strömungsweg des Abgases angeordnet ist.

[0018] Bei der Anlage der eingangs genannten Art wird die oben angegebene Aufgabe dadurch gelöst, dass ein solches Luftsystem vorhanden ist.

[0019] Besonders effektiv kann dieses Luftsystem genutzt werden, wenn die eine Anlage zum Beschichten von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien oder von Fahrzeugkarosserieteilen, mit einem Beschichtungsmaterial, insbesondere mit einem Lack, ist und die Partikel durch Overspray gebildet sind.

[0020] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Figur 1 einen Schnitt einer Behandlungskabine einer Anlage zum Behandeln von Werkstücken, in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas entsteht, welches mittels eines Ventilatorsystems mit mehreren Ventilatoreinheiten entlang eines Strömungsweges gefördert wird;

Figur 2 schematisch eine Ventilatoreinrichtung, welche mehrere Ventilatoreinheiten in Form von Axialventilatoren umfasst;

Figur 3 schematisch eine Ventilatoreinrichtung, welche mehrere Ventilatoreinheiten in Form von Radialventilatoren umfasst.

[0021] Figur 1 zeigt eine Behandlungskabine 10, einer insgesamt mit 12 bezeichneten Anlage zum Behandeln von Werkstücken 14, in welcher ein mit Partikeln beladenes Gas 16 entsteht, welches im Weiteren als Abgas 16 bezeichnet wird. Bei einem mit Partikeln beladenen Gas muss es sich jedoch nicht immer zwingend um ein Abgas handeln. Zu behandelnde Werkstücke 14 sind nachfolgend als Fahrzeugkarosserien 18 veranschaulicht, als Werkstücke 14 kommen aber auch insbesondere Teile oder Anbauteile von Fahrzeugkarosserien, wie Spiegel, Stoßfänger und dergleichen, oder sonstige Werkstücke in Betracht, bei deren Behandlung ein mit Partikeln beladenes Abgas 16 entsteht.

[0022] Die von dem Abgas 16 mitgeführten Partikel können abhängig von der Behandlung, welche an den Werkstücken 14 durchgeführt werden, allgemein Feststoffe oder Feststoffgemische, Flüssigkeiten oder Flüssigkeitsgemische, oder Gemische aus ein oder mehreren Feststoffen und ein oder mehreren Flüssigkeiten sein. Bei einer Behandlungskabine 10, in denen die Werkstücke 14 beispielsweise abgeschliffen werden, sind die Partikel weitgehend Feststoffpartikel, die sich gegebenenfalls mit Feuchtigkeit im Abgas zu einem Wasser/Feststoff-Gemisch verbinden können.

[0023] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird als Beispiel für eine Behandlung von Werkstücken 14 nachfolgend auf einen Beschichtungsvorgang Bezug genommen, bei welchem die Werkstücke 14 mit einem Beschichtungsmaterial beschichtet werden, was seinerseits beispielhaft in Verbindung mit einem Lackiervorgang beschrieben wird. Die Behandlungskabine 10 bildet in diesem Fall eine Beschichtungskabine 20 in Form einer Lackierkabine 22.

[0024] Bei einer Beschichtungskabine 20 sind die von dem Abgas 16 mitgeführten Partikel folglich Overspray aus dem Beschichtungsmaterial. Wenn Lack in der Beschichtungskabine 20 auf die Werkstücke 14 appliziert wird, sind die Partikel meist ein disperses System, wie eine Emulsion oder Suspension oder einer Kombination daraus. In den meisten Fällen einer Behandlung von Werkstücken 14, insbesondere bei einer Beschichtung bzw. konkret einer Lackierung von Werkstücken 14, liegt das Abgas 16 in Form von Abluft vor.

[0025] Die Behandlungskabine 10 umfasst einen Arbeitsbereich 24, der im Fall einer Beschichtungskabine 20 einen Applikationsbereich 26 definiert. Der Applikationsbereich 26 ist durch eine Kabinendecke 28, einen Kabinenboden 30 und zwei Seitenwände 32 begrenzt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Applikationsbereich 26 ein Applikationstunnel 34, durch den die Werkstücke 14 mit einem an und für sich bekannten Fördersystem 36 hindurch gefördert werden. In dem Applikationsbereich 26 befinden sich Applikationseinrichtungen 38, die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel in Form von mehrachsigen Applikationsrobotern 40, wie sie ebenfalls an und für sich bekannt sind, vorgesehen sind. Mittels der Applikationsroboter 40 können die Werkstücke 14 mit dem vorgesehenen Beschichtungsmaterial,

insbesondere mit einem Lack, beschichtet werden.

[0026] Bei der Applikation von Beschichtungsmaterial auf die Werkstücke 14 entsteht im Applikationsbereich 26 Overspray.

[0027] Bei der Beschichtungskabine 20 ist die Kabinendecke 28 strömungsdurchlässig und trennt den Applikationsbereich 26 von einem darüber angeordnetem Luftzuführraum 42, der in der Fachwelt als sogenanntes Luftplenum bezeichnet wird. Die Kabinendecke 28 als solche ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel als Filterdecke 44 ausgebildet, wie es an und für sich bekannt ist.

[0028] Das Luftplenum 42 ist Teil eines Luftsystem 46, welches außerdem eine Konditioniervorrichtung 48 umfasst, aus welcher dem Luftzuführraum 42 konditionierte Luft zugeführt wird, die durch die Kabinendecke 28 hindurch als Kabinenluft weiter durch den Applikationsbereich 26 nach unten strömt. Der Overspray im Applikationsbereich 26 wird von der Kabinenluft auf- und mitgenommen; das so entstandene, mit Overspraypartikeln beladene Abgas 16 strömt dann weiter.

[0029] Bei der Beschichtungskabine 20 ist der Applikationsbereich 26 nach unten hin zu einem darunter angeordneten Anlagenteil 50 in der Art offen, dass der Kabinenboden 30 ebenfalls strömungsdurchlässig ist. Hierfür ist der Kabinenboden 30 als begehbare Gitterrost 52 ausgebildet. In dem unteren Anlagenteil 50 wird zumindest ein Anteil der Overspraypartikel, die von dem Abgas 16 mitgeführt werden, von der Kabinenluft getrennt.

[0030] In dem unteren Anlagenteil 50 strömt das mit Overspraypartikeln beladene Abgas 16 zunächst in eine Strömungsleiteinrichtung 54 und von dort weiter zu einer Abscheidevorrichtung 56, in denen zumindest ein Anteil des Oversprays aus dem Abgas 16 entfernt wird. Die Abscheidevorrichtung 56 des vorliegenden Ausführungsbeispiels umfasst mehrere Abscheideeinheiten 58, die als Mehrweg-Abscheideeinheiten, beispielsweise als elektrostatisch arbeitende Abscheideeinheiten oder sonstige regenerative Abscheideeinheiten, oder als Einweg-Abscheideeinheiten konzipiert sein können. Einweg-Abscheideeinheiten werden bei Erreichen einer Grenzbeladung als Ganzes gegen eine leere Einweg-Abscheideeinheit ausgetauscht und gemeinsam mit dem aufgenommenen Overspray aufbereitet oder entsorgt. Alternativ können die Abscheideeinheiten auch als Teil-Einweg-Abscheideeinheiten konzipiert sein, von welcher nach Erreichen einer Grenzbeladung mit Overspray einzelne Komponenten ausgetauscht werden. Beispielsweise kann eine Abscheideeinheit 58 ein in der Beschichtungskabine 20 verbleibendes Gehäuse umfassen und es wird lediglich eine beladene Filtereinheit der Abscheideeinheit 58 ausgetauscht.

[0031] Die Strömungsleiteinrichtung 54 begrenzt den Strömungsweg des Abgases 16 und führt dieses zu den Abscheideeinheiten 58 führen. Im Betrieb ist jede Abscheideeinheit 58 strömungstechnisch und insbesondere im Fall von Einweg-Abscheideeinheiten lösbar mit der Strömungsleiteinrichtung 54 verbunden.

[0032] Nachdem das Abgas 16 die Abscheidevorrichtung 56 durchströmt hat, gelangt das nun zumindest zum Teil von Overspraypartikeln befreite Abgas über einen oder mehrere Zwischenkanäle 60 in einen Sammelströmungskanal 62. Das Abgas 16 wird über den Sammelströmungskanal 62 zu der Konditioniervorrichtung 48 gefördert, in der das gegebenenfalls mit einem Restanteil an Partikeln verunreinigte Abgas 16 wieder in an für sich bekannter Art und Weise aufbereitet und konditioniert wird und im Anschluss daran wieder in den Luftzuführraum 42 geleitet wird, aus dem es dann, gegebenenfalls mit Frischluft vermischt, wieder von oben in den Applikationsbereich 26 einströmt.

[0033] Der Applikationsbereich 26, die Strömungsleiteinrichtung 54, die Abscheidevorrichtung 56, die Zwischenkanäle 60, der Sammelströmungskanal 62 und die Konditioniervorrichtung 48 definieren exemplarisch einen Strömungsweg 64 eines Luftsystems 46 bei einer Anlage zum Behandeln von Werkstücken 14, wobei das mit Partikeln beladene Abgas 16 entlang dieses Strömungsweges 64 förderbar ist.

[0034] Zum Fördern des Gasstromes und damit des mit Partikeln beladenen Abgases 16 sind in dem Strömungsweg 64 mehrere Ventilatoreinheiten 66 eines Ventilatorsystems 67 angeordnet. Alle Ventilatoreinheiten 66 umfassen ein Laufrad 68, welches mittels eines Antriebsmotors 70 angetrieben wird. Bei den Ventilatoreinheiten 66 kann es sich um alle bekannten Bauarten von Ventilatoren handeln, insbesondere um Axialventilatoren, Radialventilatoren, Diagonalventilatoren oder auch Querstromventilatoren.

[0035] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind drei solche Ventilatoreinheiten zu erkennen, die mit 66a, 66b und 66c bezeichnet sind. Eine erste Ventilatoreinheit 66a ist in der Konditioniervorrichtung 48 und eine zweite Ventilatoreinheit 66b ist am Übergang von dem Zwischenkanal 60 zum Sammelströmungskanal 62 angeordnet. Außerdem ist eine dritte Ventilatoreinheit 66c schematisch in dem Applikationsbereich 26 zu erkennen; diese dritte Ventilatoreinheit 66c soll veranschaulichen, dass es auch Strömungskonzepte gibt, bei denen allgemein im Arbeitsbereich 24 einer Anlage 12 zum Behandeln von Werkstücken 14 eine entsprechende Ventilatoreinheit 66 vorgesehen ist, mit der Abgas 16, das mit Partikeln aus dem Behandlungsprozess beladen ist, unmittelbar aus dem Arbeitsbereich 24 abgesaugt und einer weiteren Aufbereitung zugeführt werden kann. Dies kann auch bei einer Beschichtung von Werkstücken 14 in einer Beschichtungskabine 20 der Fall sein.

[0036] Jede Ventilatoreinheit 66 umfasst ein Laufrad 68 und einen Antriebsmotor 70 zum Antreiben des Laufrades 68. In der Regel ist das Laufrad 68 auf einer Drehwelle befestigt, die ihrerseits mit dem Antriebsmotor 70 gekoppelt ist. Bei der Ventilatoreinheit 66c im Applikationsbereich 26 sind das Laufrad 68 und der Antriebsmotor 70 nicht zu erkennen.

[0037] Die Antriebsmotoren 70 werden durch eine Steuereinrichtung 72 gesteuert, welche die Drehzahlen

der Laufräder 68 einstellt. Hierfür sind die Ventilatoreinheiten 66 durch Steuerleitungen 74 mit der Steuereinrichtung 72 verbunden. Alternativ kann auch eine drahtlose Kommunikation zwischen den Ventilatoreinheiten 66 und der Steuereinrichtung 72 erfolgen.

[0038] Wie eingangs erläutert ist, lagern sich Partikel aus dem Abgas 16 an den Komponenten der Ventilatoreinheiten 66 und insbesondere an deren Laufrädern 68 ab, wenn das mit Partikeln beladene Abgas 16 die Ventilatoreinheiten 66 durchströmt.

[0039] Um diese Ablagerungen zu verringern, weisen zumindest die Laufräder 68 der Ventilatoreinheit 66 eine LABS-freie Beschichtung 76 auf, die Antihaft-Eigenschaften hat und in Figur 1 schwarz veranschaulicht ist.

[0040] Eine solche Beschichtung 76 ist in der Praxis durch eine Xylan®-Beschichtung, insbesondere eine Xylan 1010-Beschichtung, oder eine Emralon®-Beschichtung, insbesondere eine Emralon 333-Beschichtung, ausgebildet, wie sie am Markt von den Firmen Whitford, U.S.A. bzw. Henkel, DE, erhältlich sind.

[0041] An einem Laufrad 68 mit einer solchen LABS-freien Beschichtung 76 haften weniger Partikel als an einem Laufrad ohne diese Beschichtung 76. Die dennoch anhaftenden Partikel können jedoch auf leichtere Weise abgereinigt werden.

[0042] Beispielsweise kann die Drehzahl des Laufrades 68 einer Ventilatoreinheit 66 kurzzeitig erhöht werden, so dass sich die anhaftenden Partikel von dem Laufrad 68 - und auch von weiteren rotierenden Bauteilen der Ventilatoreinheit 66 - auf Grund der erzeugten Fliehkräfte ablösen. Die hierfür erforderliche Drehzahl hängt von der Masse von im Laufe der Zeit agglomerierten Partikelvolumina ab. Diese Fliehkraft-Reinigung kann im laufenden Betrieb der Anlage 12 oder im Rahmen eines gesonderten Reinigungsvorgangs durchgeführt werden.

[0043] Die Ventilatoreinheiten 66 weisen leicht zu reinigende und/oder auszutauschende Auffangelemente 78 auf, welche das Laufrad 68 und gegebenenfalls weitere rotierende Bauteile, die ebenfalls eine LABS-freie Beschichtung 76 aufweisen, radial umgeben, so dass bei der Rotation abgelöste Partikel gegen die Auffangelemente 78 geschleudert werden, an denen sie dann haften. Solche Auffangelemente 78 können beispielsweise aus Papier, Pappe und Kunststoffen, zum Beispiel Kunststofffolien, gebildet sein. Auffangelemente 78 sind in Figur 1 schematisch durch gestrichelte Rechtecke veranschaulicht.

[0044] Alternativ kann das Laufrad 68 manuell mit Hilfe eines Reinigungstuches und bekannter chemischer Reinigungsmittel gereinigt werden; auf eine aufwendige maschinelle Reinigung durch einen Wasserstrahl oder durch einen Trockeneisstrahl kann auf Grund der Beschichtung 76 verzichtet werden.

[0045] Durch die LABS-freie Beschichtung 76 kann der Zeitraum bis zum Austausch oder Nachwuchten eines Laufrades 68 oder einer Ventilatoreinheit 66 verlängert werden; auch die für eine Reinigung benötigte Zeitspanne ist kürzer als ohne eine solche Beschichtung 76.

[0046] Dieses Ergebnis wird alternativ oder ergänzend zu der LABS-freien Beschichtung 76 an rotierenden Bauteilen der Ventilatoreinheiten 66, wie insbesondere deren Laufrädern 68 oder Drehwellen, dadurch erreicht, dass die Ventilatoreinheit 66 ein Sensorsystem 80 umfasst, mittels welchem Schwingungen und/oder Vibrationen der Ventilatoreinheit 66 bzw. von Bauteilen der Ventilatoreinheit 66 erfasst werden können.

[0047] Das Sensorsystem 80 umfasst Sensoren, von denen ein Sensor bei der Ventilatoreinheit 66a mit 82 und ein Sensor bei der Ventilatoreinheit 66b mit 84 bezeichnet ist. Ein Sensor bei der Ventilatoreinheit 66c im Applikationsbereich 26 trägt ebenfalls das Bezugszeichen 82. Die Sensoren 82, 84 des Sensorsystems 80 übermitteln ihre Ausgangssignale über eine jeweilige Signalleitung 86 an die Steuereinrichtung 72. Alternativ kann die Kommunikation zwischen den Sensoren 82, 84 und der Steuereinrichtung 72 auch drahtlos erfolgen.

[0048] Die mit 82 bezeichneten Sensoren veranschaulichen jeweils einen Rotations-Schwingungssensor, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit 66 zu erfassen. Zu den rotierenden Bauteilen der Ventilatoreinheit 66 zählen insbesondere das Laufrad 68 und die zugehörige Drehwelle.

[0049] Der mit 84 bezeichnete Sensor veranschaulicht dagegen einen Peripherie-Schwingungssensor, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem nicht rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit 66 zu erfassen. Solche nicht rotierenden Bauteile in der Peripherie der rotierenden Bauteile der Ventilatoreinheit 66 sind insbesondere Gehäusestrukturen, Verstreben im Strömungsraum der Ventilatoreinheit, Lagerelemente und Lagerstrukturen für das Laufrad 68 und/oder den Antriebsmotor 70, der Antriebsmotor 70 als solcher und dergleichen.

[0050] Die Anordnung der Rotations-Schwingungssensoren 82 als auch der Peripherie-Schwingungssensoren 84 in Figur 1 ist lediglich beispielhaft. Grundsätzlich kann jede Art von Sensor bei einer Ventilatoreinheit 66 verbaut sein; auch können bei jeder Ventilatoreinheit ein oder mehrere Rotations-Schwingungssensoren 82 alternativ oder ergänzend ein oder mehrere Peripherie-Schwingungssensoren 84 vorgesehen sein.

[0051] Sowohl ein Rotations-Schwingungssensor 82 als auch ein Peripherie-Schwingungssensor 84 können berührungslose Sensoren sein, wobei in der Praxis vorzugsweise ein Laser-Doppler-Vibrometer verwendet wird.

[0052] Bei dem Peripherie-Schwingungssensor 84 kann es sich auch um einen Kontaktsensor handeln, der mit dem zu überwachenden Bauteil mechanisch gekoppelt werden kann. Derartige Kontaktsensoren können piezoelektrisch, piezoresistiv, induktiv oder kapazitiv arbeiten, wie es an und für sich bekannt ist. Hierbei sind uniaxiale, bixaxiale oder triaxiale Schwingungssensoren bekannt. Schwingungssensoren werden auch als Beschleunigungssensoren bezeichnet.

[0053] Bei dem Rotations-Schwingungssensor 82

handelt es sich um einen Sensor gemäß DIN ISO 7919-3:2018-01, "Mechanische Schwingungen - Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen - Teil 3: Gekuppelte industrielle Maschinen". Der Peripherie-Schwingungssensor ist ein Sensor gemäß DIN ISO 10816-3:2018-01, "Mechanische Schwingungen - Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen - Teil 3: Industrielle Maschinen mit einer Nennleistung über 15 kW und Nenndrehzahlen zwischen 120 min⁻¹ und 15000 min⁻¹ bei Messungen am Aufstellungs-

[0054] Mit einer zunehmenden Ablagerung der Partikel an den rotierenden Bauteilen, d.h. insbesondere an dem Laufrad 68 oder der Drehwelle der Ventilatoreinheit 66 verändert sich das Schwingungs- und Vibrationsmuster der Ventilatoreinheit 66, was über das Sensorsystem 80 erfasst und mittels der Steuereinrichtung 72 ausgewertet werden kann. Anhand einer vorgegebenen Datenbank mit festgelegten Grenzparametern für das Schwingungsverhalten einzelner Bauteile oder der Ventilatoreinheit 66 insgesamt können Reinigungs- und Wartungs- oder Instandhaltungszyklen geplant werden. Anhand der Schwingungsdaten können anlagenspezifische Wartungszeiten bereits frühzeitig prognostiziert und optimiert werden, wodurch die Gefahr verringert wird, dass die Laufräder 66 oder sonstige Bauteile der Ventilatoreinheiten 66 durch entstehende Unwuchten und ungleichmäßiges Laufverhalten geschädigt werden oder frühzeitig abnutzen. Durch die mögliche Prognostizierung von Wartungsarbeiten ist es beispielsweise möglich, Zeiten mit einer geringeren Auslastung der Anlage, wie zum Beispiel an einem Wochenende, für Wartungsarbeiten zu nutzen, ohne dass bereits Grenzparameter überschritten werden.

[0055] In Verbindung mit der LABS-freien Beschichtung 76 an zumindest dem Laufrad 78 und gegebenenfalls weiteren rotierenden Bauteilen der Ventilatoreinheit 66 kann insgesamt eine effektive Wartungsplanung und eine geringere Abnutzung der Ventilatoreinheiten 66 erreicht werden.

[0056] Wenn es die Strömung des Abgases 16 zulässt, kann die Steuereinrichtung 72 abhängig von einem oder mehreren Ausgangssignalen des oder der Sensoren 82, 84 des Sensorsystems 80 die Drehzahl des Laufrades 68 einer oder mehrerer vorhandener Ventilatoreinheiten 66 einstellen. Alternativ oder ergänzend kann die Steuereinrichtung 72 ein Ausgabesignal, insbesondere ein visuell oder akustisch erfassbares Ausgabesignal, erzeugen, welches den Betriebszustand der Ventilatoreinheit widerspiegelt.

[0057] Wenn mehrere Ventilatoreinheiten 66 im Strömungsweg 64 angeordnet sind, können die einzelnen Ventilatoreinheiten 66 also individuell von der Steuereinrichtung 72 angesteuert und deren Drehzahl abhängig von dem Ergebnis der Schwingungsmessungen geregelt werden.

[0058] Es kann beispielsweise zu dem Fall kommen,

dass das Schwingungsmuster einer ersten Ventilatoreinheit 66 im Strömungsweg 64 anzeigt, dass die Belastung bei der vorhandenen Drehzahl zu groß ist, diese erste Ventilatoreinheit 66 aber bei einer geringeren Drehzahl noch ohne schädigenden Einfluss betreibbar ist. Wenn dann das Schwingungsmuster einer zweiten Ventilatoreinheit 66 im Strömungsweg 64 anzeigt, dass diese zweite Ventilatoreinheit 66 gefahrlos mit höherer Drehzahl betrieben werden kann, kann die Steuereinrichtung 72 die Drehzahl der ersten Ventilatoreinheit 66 verringern und die Drehzahl der zweiten Ventilatoreinheit erhöhen.

[0059] Dabei muss natürlich berücksichtigt werden, ob die dadurch insgesamt geänderte Strömung des Abgases 16 den Anforderungen an den gewünschten Prozessablauf genügt.

[0060] Dieses Konzept kann jedenfalls bei den in den Figuren 2 und 3 gezeigten Ventilatoreinheiten 66 angewendet werden, welche gemeinsam eine Ventilatoreinrichtung 88 bilden. Eine derartige, zwei oder mehr Ventilatoreinheiten 66 umfassende Ventilatoreinrichtung 88 ist als entsprechende Funktionseinheit zu verstehen. In den Figuren 2 und 3 sind nur einige der vorhandenen Ventilatoreinheiten 66 mit Bezugszeichen versehen. Bei der Ventilatoreinrichtung 88 gemäß Figur 2 sind die Ventilatoreinheiten 66 als Axialventilatoren 90 mit Axiallaufrädern 92 und bei der Ventilatoreinrichtung 88 gemäß Figur 3 als Radialventilatoren 94 mit Radiallaufrädern 96 konzipiert.

[0061] Die Ventilatoreinrichtungen 88 können bei der in Figur 1 veranschaulichten Anlage 12 beispielsweise an die Stelle der dortigen Ventilatoreinheiten 66a und 66b treten.

[0062] Die Ventilatoreinrichtungen 88 werden in beiden Figuren 2 und 3 von links nach rechts von dem mit Partikeln beladenen Abgas 16 durchströmt. Wenn dort bei einer ersten Ventilatoreinheit 66 die Drehzahl verringert, aber bei einer zweiten Ventilatoreinheit 66 ausgleichend erhöht wird, ändert sich der Gesamtförderdurchsatz der Ventilatoreinrichtung 88 nicht. Auf diese Weise kann also der Betriebszeitraum bis zu einer erforderlichen Reinigung bzw. Wartung beträchtlich verlängert werden.

[0063] Das Konzept der vorliegenden Erfindung kann auch bei Laufrädern und der Peripherie von Einrichtungen angewendet werden, bei denen ein Lüfter mit einem entsprechenden Laufrad verbaut ist. Ein Beispiel hierfür ist ein Kühllüfter für einen Antriebsmotor, dessen Laufrad dann entsprechend beschichtet oder welcher mit entsprechenden Rotations-Schwingungssensoren und/oder Peripherie-Schwingungssensoren ausgestattet werden kann.

Patentansprüche

1. Ventilatorsystem zum Fördern von einem mit Partikeln beladenem Gas (16), mit wenigstens einer Ventilatoreinheit (66), welche ein rotierbar gelagertes

Lauftrad (68) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

- a) das Lauftrad (68) der Ventilatoreinheit (66) eine LABS-freie Beschichtung (76) aufweist, welche Antihalt-Eigenschaften hat; und/oder
 - b) die Ventilatoreinheit (66) ein Sensorsystem (80) umfasst, mittels welchem Schwingungen und/oder Vibrationen der Ventilatoreinheit (66) erfassbar sind.
2. Ventilatorsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LABS-freie Beschichtung (76) des Laufrades eine Xylan®-Beschichtung, insbesondere eine Xylan 1010-Beschichtung, oder eine Emralon®-Beschichtung, insbesondere eine Emralon 333-Beschichtung, ist.
3. Ventilatorsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensorsystem (80)
- a) wenigstens einen Rotations-Schwingungssensor (82) umfasst, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit (66) zu erfassen; und/oder
 - b) wenigstens einen Peripherie-Schwingungssensor (84) umfasst, welcher in der Lage ist, Schwingungen an einem nicht rotierenden Bauteil der Ventilatoreinheit (66) zu erfassen.
4. Ventilatorsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a) der Rotations-Schwingungssensor (82) ein berührungsloser Sensor, insbesondere ein Laser-Doppler-Vibrometer, ist; und/oder
 - b) der Peripherie-Schwingungssensor (84) ein berührungsloser Sensor, insbesondere ein Laser-Doppler-Vibrometer, oder ein mit dem zu überwachenden Bauteil mechanisch koppelbarer Kontaktsensor ist.
5. Ventilatorsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotations-Schwingungssensor (82) ein Sensor gemäß ISO 7919-3:2018-01 und/oder der Peripherie-Schwingungssensor (84) ein Sensor gemäß DIN ISO 10816-3:2018-01 ist.
6. Ventilatorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilatorsystem (67) wenigstens eine Ventilatoreinrichtung (88) aufweist, welche zwei oder mehr Ventilatoreinheiten (66) umfasst.
7. Ventilatorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis

6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinrichtung (72) vorhanden ist, welche abhängig von einem oder mehreren Ausgangssignalen des oder der Sensoren (82, 84) des Sensorsystems (80) die Drehzahl des Laufrades (68) einer oder mehrerer vorhandener Ventilatoreinheiten (66) einstellt und/oder ein Ausgabesignal, insbesondere ein visuell oder akustisch erfassbares Ausgabesignal, erzeugt, welches den Betriebszustand der Ventilatoreinheit (66) widerspiegelt.

8. Luftsystem für eine Anlage (12) zum Behandeln von Werkstücken (14), in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas (16) entsteht, mit einem Strömungsweg (64), entlang welchem das Abgas (16) förderbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilatorsystem (67) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 vorhanden ist, dessen wenigstens eine Ventilatoreinheit (66) in dem Strömungsweg (64) des Abgases (16) angeordnet ist.
9. Anlage zum Behandeln von Werkstücken (14), in welcher ein mit Partikeln beladenes Abgas (16) entsteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Luftsystem (46) nach Anspruch 8 vorhanden ist.
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlage (12) eine Anlage (12) zum Beschichten von Werkstücken (14), insbesondere von Fahrzeugkarosserien (18) oder von Fahrzeugkarosserieteilen, mit einem Beschichtungsmaterial, insbesondere mit einem Lack, ist und die Partikel durch Overspray gebildet sind.

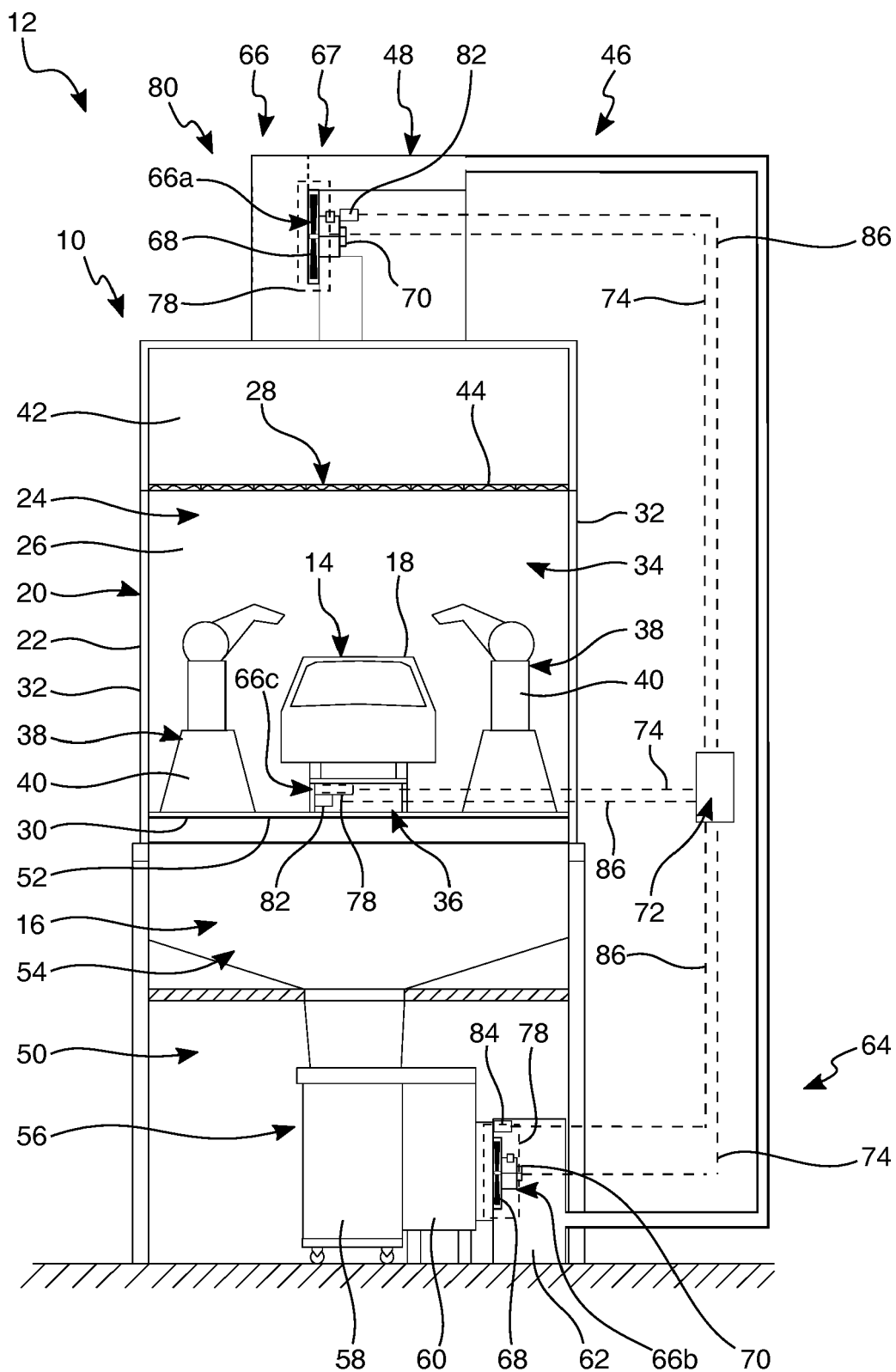


Fig. 1

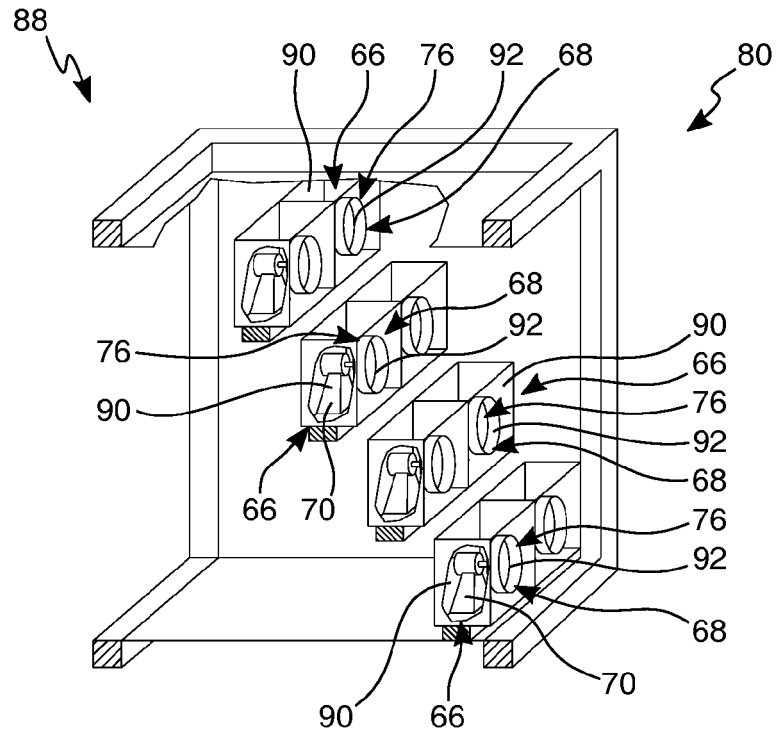


Fig. 2

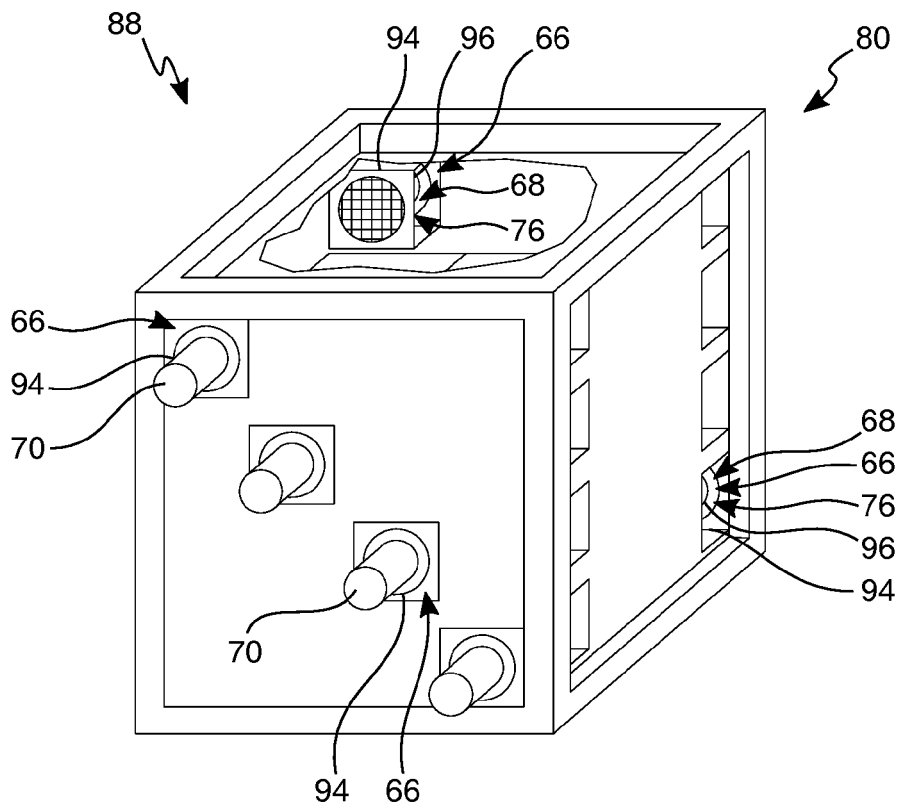


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 3744

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 008065 A1 (VALEO KLIMASYSTEME GMBH [DE]) 21. August 2008 (2008-08-21)	1,3-5	INV. B05B16/60 F04D29/02 F04C28/28 F04D29/32
Y	* Absatz [0017] - Absatz [0020]; Abbildung 3 *	8	
X	JP 2017 139318 A (NEC PLATFORMS LTD) 10. August 2017 (2017-08-10)	1,3-7	
X	DE 20 2008 009985 U1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO [DE]) 17. Dezember 2009 (2009-12-17)	1	
Y	* Absatz [0004] *	2	
Y	Tony Weir: "The Whitford Engineering Design Guide The Whitford Engineering Design Guide", 23. Januar 2013 (2013-01-23), XP055604375, Gefunden im Internet: URL:https://www.whitfordww.com/wp-content/uploads/2018/06/Whitford-Engineering-Design-Guide.pdf [gefunden am 2019-07-10] * Seite 5, Spalte 1 *	2	
Y	Anonymous: "Acheson Emralon PTFE Non-Stick Coatings Orion Industries", 16. Mai 2016 (2016-05-16), XP055604416, Gefunden im Internet: URL:https://www.orioncoat.com/industrial-applications/suppliers/acheson-non-stick-coatings/ [gefunden am 2019-07-10] * das ganze Dokument *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B05B F04D F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Juli 2019	Prüfer Sodtke, Christof
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 3744

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 37 22 537 A1 (BRENNENSTUHL KG HUGO [DE]) 19. Januar 1989 (1989-01-19) * Abbildung 1 *	8	
Y	DE 10 2008 013713 A1 (DUERR SYSTEMS GMBH [DE]) 3. September 2009 (2009-09-03) * Absatz [0030]; Abbildungen 7-8 *	8-10	
A	US 2009/056750 A1 (OTT MATTHIAS [DE] ET AL) 5. März 2009 (2009-03-05) * Absatz [0030] *	1,2	
X	DE 10 2005 034768 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) * Absatz [0008] *	1,7	
Y	* Absatz [0021] *	8-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Juli 2019	Prüfer Sodtke, Christof
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 16 3744

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

15-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007008065 A1	21-08-2008	KEINE	
JP 2017139318 A	10-08-2017	JP 6360087 B2	18-07-2018
		JP 2017139318 A	10-08-2017
DE 202008009985 U1	17-12-2009	KEINE	
DE 3722537 A1	19-01-1989	KEINE	
DE 102008013713 A1	03-09-2009	BR PI0908895 A2	15-09-2015
		CN 101959614 A	26-01-2011
		DE 102008013713 A1	03-09-2009
		EP 2244839 A1	03-11-2010
		ES 2437150 T3	09-01-2014
		KR 20100122085 A	19-11-2010
		PT 2244839 E	19-05-2014
		WO 2009106256 A1	03-09-2009
US 2009056750 A1	05-03-2009	JP 5334569 B2	06-11-2013
		JP 2008535653 A	04-09-2008
		KR 20080002926 A	04-01-2008
		US 2009056750 A1	05-03-2009
		WO 2006106149 A2	12-10-2006
DE 102005034768 A1	01-02-2007	KEINE	

EPO FORM P0461

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