



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 062 705 A1** 2010.06.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 062 705.4**

(22) Anmeldetag: **18.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.06.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B05D 3/12** (2006.01)

B05D 7/22 (2006.01)

F28D 1/00 (2006.01)

F28F 19/02 (2006.01)

F02M 25/07 (2006.01)

F25B 39/04 (2006.01)

(71) Anmelder:

Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Groß, Dieter, 70176 Stuttgart, DE; Gorges, Roger, Dr.rer.nat., 70193 Stuttgart, DE; Trautwein, Ingo, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 195 48 594 A1

DE 41 27 580 C1

DE 41 10 149 C2

EP 02 61 644 B1

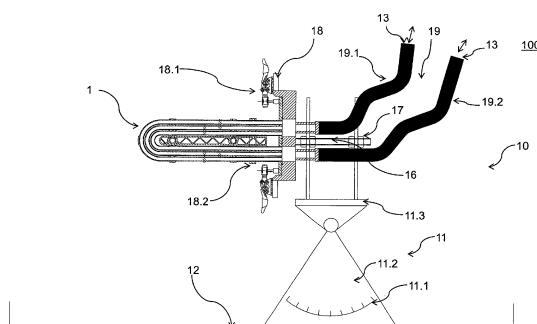
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Beschichtungsverfahren und Beschichtungsvorrichtung zum Herstellen eines Bauteils sowie Wärmetauscher und Verwendung des Wärmetauschers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren zum Herstellen eines Bauteiles, insbesondere einer Fluidführung, insbesondere zum Herstellen eines Wärmetauschers (1) und/oder eines Bauteiles in der umgebenden Fluidführung eines Wärmetauschers (1), welches Bauteil mindestens eine Fläche aufweist, insbesondere eine Innenfläche, die für eine Beschichtung vorgesehen ist, aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen des Bauteiles mit der Fläche;
- Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen, insbesondere Bestreichen, wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid (13) unter Bildung der Beschichtung;
- Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen, insbesondere Drehbewegen, des Bauteiles;
- Trocknen des Bauteiles bei erhöhter Temperatur.



Beschreibung

Fluid beladenen Räumen des Wärmetauschers.

[0001] Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren zum Herstellen eines Bauteiles, welches Bauteil mindestens eine Fläche aufweist, die für eine Beschichtung vorgesehen ist, aufweisend die Schritte: Bereitstellen des Bauteiles mit der Fläche und Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid unter Bildung der Beschichtung. Die Erfindung betrifft weiter eine Beschichtungsanordnung zum Herstellen des Bauteils, welches Bauteil mindestens eine Fläche aufweist, die für eine Beschichtung vorgesehen ist, aufweisend: eine Vorrichtung zum Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid unter Bildung der Beschichtung. Die Erfindung betrifft weiter einen Wärmetauscher und eine Verwendung des Wärmetauschers.

[0002] Für Brennkraftmaschinen wie z. B. einem Otto-Motor oder einem Dieselmotor od. dgl. ist häufig ein Aufladesystem vorgesehen, mit dem ein Ladefluid – beispielsweise ein Abgas, oder eine Ladeluft oder ein Abgasladeluftgemisch od. dgl. Gase oder Gasgemische – der Brennkraftmaschine in kombinierter Form im Betrieb zugeführt wird. Dies führt nicht nur zur einer Leistungssteigerung, sondern auch zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs und zur Senkung einer Schadstoffemission der Brennkraftmaschine. Um solche und andere Betriebsparameter der Brennkraftmaschine zu optimieren, ist es regelmäßig erforderlich, das durch die Verdichtung im Aufladesystem erhitzte Ladefluid unter möglichst geringem Druckverlust zu kühlen.

[0003] Zur Kühlung eines Ladefluids dient regelmäßig ein Ladefluid-Wärmetauscher, bei dem das Ladefluid auf Temperaturen unterhalb des Taupunktes abgekühlt werden kann. Auch für andere Anwendungen von Wärmetauschern erfolgt regelmäßig eine starke Kühlung des zu kühlenden Fluids. Dies führt regelmäßig zum Anfallen von Ladefluidkondensaten, welche vergleichsweise aggressive chemische Eigenschaften haben können, insbesondere korrosiv auf das Material des Wärmetauschers einwirken können. Beispielsweise ist dies bei Abgaskühlern der Fall, deren Materialoberflächen größtenteils aggressiven, insbesondere korrosiv wirkenden Fluidkondensaten ausgesetzt sind.

[0004] Wärmetauscher, insbesondere Ladefluid-Wärmetauscher, können deshalb an anfälligen Flächen oder Oberflächen mit einer Schutzschicht, insbesondere einer Korrosionsschutzschicht versehen sein. Dies betrifft insbesondere Flächen an Innenräumen, insbesondere Flächen bei im Betrieb mit

[0005] Des Weiteren kann eine Schutzschicht auch zur Vermeidung von übermäßiger Anhaftung von Partikeln aus den gekühlten Fluiden – im Falle eines Ladefluids in Form von Abgas z. B. Ruß – dienen. Eine auch als Versottung bekannte Belegung der Wärmetauscherflächen kann zu einer Verschlechterung des Wärmeübergangs und damit zu einem erhöhten Druckabfall im Wärmetauscher führen.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind eine Vielzahl von Beschichtungsarten und Beschichtungsverfahren bekannt.

[0007] Beispielsweise ist aus KR 20 040 063 241 ein Verfahren zur Innenbeschichtung von Wärmetauscherrohren mittels eines durch ein Rohr hindurchziehenden Molches bekannt, mit dem ein Beschichtungsharz auf der Innenseite des Rohres appliziert werden kann. Aus JP 63 148 095 ist bekannt, einen Wärmetauscher mit einer Sprühlackierung zu versehen. Aus DE 10 2005 061 197 A1 ist bekannt, einen Abgaswärmetauscher mit einer Innenbeschichtung zu versehen, um eine Versottung des Abgaswärmetauschers zu vermindern. Aus DE 1 012 438 A1 ist bekannt, einen Abgaswärmetauscher mit einer SiO₂-Glasfilm-Beschichtung zu versehen, indem der Wärmetauscher mit einer SiO₂-Behandlungslösung unter Anwendung von Vakuum beaufschlagt wird. Aus DE 32 28 617 A1 ist bekannt, eine Innenbeschichtung von Rohren eines Wärmetauschers in Form einer durchgehenden Kunststoffolie vorzusehen.

[0008] An anderer Stelle sind nickelbasierte Beschichtungen wie aus G 911 20 878.6 oder zinkbasierte Schichten offenbart, welche insbesondere im Rahmen eines Hartlötprozesses aktiviert werden können – so beispielsweise beschrieben in DE 196 17 169 C2 oder WO 2003 100 337 A2. Aus EP 1 817 537 B1 ist bekannt, eine hartlötresistente Beschichtung zu applizieren. Andere Möglichkeiten des Aufbringens einer Hartlötsschicht sind beispielsweise in DE 690 33 556 T2 oder EP 1 906 131 A2 offenbart.

[0009] In DE 10 2004 025 621 A1 ist offenbart, eine Beschichtung mittels eines separaten Tiefziehteils aus Metall oder Reinaluminium zu applizieren – die Schicht kann vorher beispielsweise als Schicht auf einem Modell zur Verfügung gestellt werden.

[0010] Aus Anmeldungen wie WO 2006/138394 A2 oder DE 10 2005 043 730 A1 ist es bekannt, einen Wärmetauscher mit einem Beschichtungsfluid zu beaufschlagen, um eine auf Nanotechnologie basierende Beschichtung zur Verfügung zu stellen. Eine solche Beschichtung kann beispielsweise im Rahmen eines Sol-Gel-Prozesses zur Bildung einer Polymerschicht aufgebracht werden. Wie in DE 10 2005 043

730 A1 beschrieben, kann ein entsprechender Wärmetauscher geflutet, anschließend geleert und unmittelbar danach getrocknet werden. In DE 101 24 383 A1 ist ein Verfahren zur Beschichtung eines Wärmetauschers mit einer SiO₂-Schicht beschrieben, bei welchem der Wärmetauscher in die Behandlungslösung von SiO₂ eingetaucht wird oder bespritzt wird und unmittelbar anschließend getrocknet wird.

[0011] Grundsätzlich eignen sich insbesondere die zuletzt genannten Beschichtungsverfahren dazu eine vorteilhafte Beschichtung bei einem Wärmetauscher zur Verfügung zu stellen und damit nicht nur einem Angriff der Wärmetauscheroberfläche durch aggressive, insbesondere korrosive Medien im Betrieb entgegenzuwirken, sondern darüber hinaus Konstruktionsmaterialien für einen solchen Wärmetauscher einfacher bzw. kostengünstiger zu gestalten. So kann beispielsweise bei wirksamen Schutzschichten Aluminium anstelle von Edelstahl als Wärmetauschermaterial zum Einsatz kommen. Weiter sind von solchen Materialvereinfachungen Gewichts- und Kostenersparnisse zu erwarten. Die zuvor genannten Herstellungsverfahren erweisen sich als noch nicht ausreichend zuverlässig. Wünschenswert ist es vor allem, eine Schutzschicht aufbringen zu können, welche hinsichtlich ihrer Eigenschaften besonders zuverlässig ausgebildet ist. Insbesondere sollte es sich um gleichförmige, und/oder fehlerfreie und/oder geschlossene Beschichtungen handeln.

[0012] Ein verbessertes Beschichtungsverfahren ist beispielsweise in EP 0 780 162 A1 beschreiben, bei welchem ein Wärmetauscher an seiner inneren Oberfläche mit einer Lackierung versehen wird, wobei die Schichtdicke der Lackierung auf der beschichteten Oberfläche im Wesentlichen gleichmäßig und die innere Oberfläche frei von durch Lack verstopften Zwischenräumen ist. Durch Zentrifugieren des frisch lackierten Wärmetauschers in einer Schleuder wird eine Vergleichmäßigung der Schicht erreicht. Das Lackieren des Wärmetauschers kann durch Tauchen desselben erfolgen. Eine gewünschte Schichtdicke kann als Funktion der Zentrifugalkraft, der Schleuderdauer und der Viskosität des Lacks eingestellt werden. Auch ein solches kontrolliertes Verfahren ist im Hinblick auf die Schichtqualität noch verbesserungswürdig.

[0013] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, mit welcher eine Beschichtung, insbesondere eine Schutzschicht vergleichsweise einfach und mit verbesserten Eigenschaften auf einem Bauteil, insbesondere einem Bauteil einer Fluidführung, aufbringbar ist. Insbesondere soll die Schutzschicht als eine Korrosionsschutzschicht und/oder Versottungsschutzschicht dienen. Die Aufgabe soll insbesondere im Hinblick auf eine Herstellung eines Wärmetauschers und/oder eines Bauteils in der umge-

benden Fluidführung eines Wärmetauschers gelöst werden. Insbesondere soll die Aufgabe im Hinblick auf eine Innenfläche des Bauteils vorteilhaft gelöst werden.

[0014] Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch ein Beschichtungsverfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß die weiteren Schritte vorgesehen sind:

- Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen des Bauteils;
- Trocknen des Bauteils bei erhöhter Temperatur.

[0015] Unter erhöhter Temperatur ist vorliegend insbesondere eine Temperatur über Raumtemperatur, vorzugsweise eine Temperatur gemeint, die zum beschleunigten Trocknen der aufgetragenen Beschichtung geeignet ist. Insbesondere handelt es sich um eine Temperatur, die zum Aushärten und/oder Einbrennen der Beschichtung geeignet ist.

[0016] Darüber hinaus hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass die zu beschichtende Fläche mit dem Beschichtungs-Fluid unter Bildung der Beschichtung beströmt wird. Die kontrollierte Bewegung ist insbesondere eine kontrollierte Drehbewegung.

[0017] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass im Stand der Technik zwar Maßnahmen bekannt sind, welche eine Beschichtung vergleichmäßigen sollen, diese jedoch gleichwohl unzureichend sind. Wie von der vorliegenden Erfindung erkannt, ist ein Verfahren zu definieren, welches ein Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen des Bauteils und ein Trocknen des Bauteils bei erhöhter Temperatur aufeinander abstimmen. Die Erfindung hat erkannt, dass nach dem Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen, insbesondere Beströmen der Fläche, ein Homogenisieren und Trocknen des Bauteils in aufeinander abgestimmter Weise zu erfolgen hat.

[0018] Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe durch die Erfindung mittels einer Beschichtungsanordnung der eingangs genannten Art gelöst, welche neben der Beschichtungsvorrichtung zudem aufweist:

- eine Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen des Bauteils;
- eine Vorrichtung zum Trocknen des Bauteils bei erhöhter Temperatur.

[0019] Die Vorrichtung zum Beschichten der Fläche ist insbesondere als eine Bestromungsvorrichtung ausgelegt. Die Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung ist insbesondere als eine Drehbewegungsvorrichtung ausgelegt.

[0020] Insgesamt verhindert das Konzept der Erfindung, dass bei einem Bauteil das Beschichtungsmaterial während oder nach dem Beschichtungsvorgang unkontrolliert ausläuft. Vielmehr wird eine Homogenisierung und gleichmäßige Trocknung der Beschichtung auf dem Bauteil in abgestimmter Weise erreicht. Dadurch wird letztendlich eine besonders gute Qualität der Beschichtung, insbesondere eine gleichmäßige und/oder fehlerfreie und/oder geschlossen Beschichtung erhalten. Insbesondere wird gemäß dem Konzept der Erfindung vermieden, dass sich ungleichmäßige Schichtdicken bilden oder Schichteinschlüsse wie z. B. Luftblasen auftreten; unbeschichtete Stellen auf dem Bauteil werden weitgehend vermieden. Diese Vorteile werden selbst bei vergleichsweise komplizierten dreidimensionalen Strukturen, wie beispielsweise mit Strömungselementen versehene Innenflächen von Wärmetauscherrohren od. dgl. erreicht.

[0021] Solche Ergebnisse können mit bisher bekannten Beschichtungsverfahren, welche nur einen Homogenisierungsschritt oder nur einen Trocknungsschritt vorsehen bislang nicht erreicht werden.

[0022] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

[0023] Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass zum Beschichten der Fläche das gesamte Bauteil mit Beschichtungs-Fluid beaufschlagt wird. Je nach Zweckmäßigkeit kann es sich auch als vorteilhaft erweisen zum Beschichten der Fläche, wenigstens einen Innenraum des Bauteiles mit Beschichtungs-Fluid zu beaufschlagen. Insbesondere kann je nach Bedarf auch vorgesehen sein lediglich einen im Betrieb mit Betriebs-Fluid zu beaufschlagenden Raum des Bauteiles mit Beschichtungs-Fluid zu beaufschlagen, insbesondere zu beströmen.

[0024] Ein besonders gutes Beschichtungsergebnis hat sich ergeben im Rahmen eines Beschichtungsschrittes, bei dem eine Beströmungsrichtung umgekehrt wird und/oder ein Beschichtungs-Fluid angesaugt wird. Dadurch lassen sich Unterschiede wie sie durch räumlich unterschiedliche Abreaktion von Reaktivkomponenten im Beschichtungs-Fluid entstehen können ausgleichen.

[0025] Generell erlaubt das Konzept der Erfindung auch eine andere Art von Beaufschlagung des Bauteiles, beispielsweise durch Tauchen, Sprühspritzen oder CVD-Beschichten des Bauteiles.

[0026] Grundsätzlich kann ein Beschichtungs-Fluid in vielfältiger Form gebildet sein, beispielsweise in Form eines Harzes, eines Lackes oder eines SiO_x bil-

denden Materials. Möglich sind auch metallische Beschichtungen bildende Beschichtungs-Fluide, wie beispielsweise ein Beschichtungs-Fluid enthaltend Material in Form eines Zink- oder Nickel- bildenden Materials.

[0027] Daneben hat sich, insbesondere zur Bildung einer Korrosionsschutzschicht und/oder Versottungsschutzschicht im Rahmen des vorliegenden Konzepts der Erfindung ein Beschichtungs-Fluid in Form eines Epoxidharzes als vorteilhaft erwiesen. Als besonders vorteilhaft hat sich ein Epoxidharz erwiesen, welches mit PTFE-Partikeln (Polytetrafluorethylen-Partikeln) beladen ist.

[0028] Zum Homogenisieren haben sich insbesondere Drehbewegungen als vorteilhaft erwiesen. Insbesondere lässt sich eine Beschichtung im Rahmen des Konzepts der vorliegenden Erfindung durch Schleudern des Bauteiles vorteilhaft erreichen. Generell kann die Kontrolle der Bewegung derart ausgelegt sein, dass eine möglichst geringe Schichtdicke erzielt wird, welche gleichwohl noch gleichmäßig und geschlossen ist. Besonders vorteilhaft kann dazu die Drehzahl und/oder die Drehzeit, insbesondere in Abstimmung auf das verwendete Beschichtungs-Fluid, kontrolliert werden.

[0029] Es hat sich gezeigt, dass besonders gute Ergebnisse beim Homogenisieren mit Drehbewegungen im Bereich einer Umdrehungszahl von 100–300 U/min, insbesondere im Bereich einer Umdrehungszahl von 120–200 U/min erreicht werden. Zum Homogenisieren sind besonders vorteilhafte Ergebnisse beim Durchführen von Drehbewegungen für einen Zeitraum von 10 sec–10 min, insbesondere für einen Zeitraum von 20 sec–60 sec, erzielt worden. Die Abstimmung von Drehzahl und Drehzeit lässt sich je nach Zweckmäßigkeit und unter Kontrolle der Schichtdicke auslegen.

[0030] Zum Trocknen kann im Rahmen des vorgeschlagenen Verfahrens vorteilhaft eine Temperatur auf eine Temperatur zwischen 150°C–300°C erhöht werden. Dies betrifft insbesondere eine Haltetemperatur. Je nach Zweckmäßigkeit kann ein dynamischer Temperaturverlauf zwischen einer Mindesttemperatur und einer Haltetemperatur angestrebt werden.

[0031] Insgesamt kann eine erhöhte Temperatur, insbesondere eine Haltetemperatur, für einen Zeitraum von 10 min–60 min, insbesondere für einen Zeitraum von 20 min–40 min im Rahmen eines Trocknungsschrittes aufrechterhalten werden.

[0032] Ähnlich wie beim Homogenisieren kann auch zum Trocknen ein Bewegen des Bauteils vorteilhaft sein, insbesondere ein Drehbewegen des Bauteiles. Insgesamt kann eine Drehfrequenz des Bauteils zum Trocknen unterhalb einer Drehfrequenz des Bauteils

zum Homogenisieren liegen, vorteilhaft bei einer Umdrehungszahl des Bauteils von 5–100 U/min, insbesondere bei einer Umdrehungszahl von 20–40 U/min.

[0033] Umdrehungszahl und/oder Bewegungszeit für Homogenisieren und Trocknen sind vorteilhaft gut aufeinander abgestimmt.

[0034] Zum Homogenisieren und/oder Trocknen kann das Bauteil vorteilhaft um eine Achse oder in Achsrichtung des Bauteiles gedreht werden. So lassen sich vor allem bei rotationssymmetrischen Bauteilen Drehbewegungen um eine Achse des Bauteils mit Vorteil realisieren. Bei komplexeren dreidimensionalen Strukturen, wie beispielsweise einem kompletten Wärmetauscher haben sich Drehbewegungen in Achsrichtung des Bauteils als vorteilhaft erwiesen. Insgesamt hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass Öffnungen des Bauteils in radialer Richtung nach außen zeigen. Dadurch lässt sich vorteilhaft ein Austragen des Beschichtungs-Fluids mit der Zentrifugalkraft steuern.

[0035] Im Rahmen einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Bauteil zum Trocknen und/oder Homogenisieren in einer geschwenkten Stellung gehalten wird, dies im Unterschied zu einer horizontal ausgerichteten Stellung des Bauteiles, bei welcher die Achse des Bauteils in Horizontallage wäre. Insbesondere kann auch eine Schwenkbewegung des Bauteiles, beispielsweise in Form einer Hin- und Herbewegung zwischen Horizontallage und Schwenkstellung, erfolgen. Die Schwenkstellung bzw. Schwenkbewegung kann vorzugsweise in Richtung eines im Betrieb mit Betriebs-Fluid zu beaufschlagenden Raumes des Bauteiles erfolgen. Mit anderen Worten, es kann eine Schwenkstellung und/oder Schwenkbewegung in Kombination mit einer Drehbewegung des Bauteils ein kontrolliertes Auslaufen des Beschichtungs-Fluids unter Erhalt einer vergleichsweise gleichmäßigen und vollständig das Bauteil bedeckenden und dennoch ausreichend dünnen Schicht erreicht werden. Solche Vorteile werden insbesondere im Rahmen des Homogenisierungsschrittes für die Beschichtung erzielt. Im Rahmen eines Trocknungsschrittes können solche Maßnahmen vorteilhaft ein Zusammenlaufen des Beschichtungsmaterials unter Wärmeeinfluss und damit unbedeckte Stellen der zu beschichtenden Fläche verhindern.

[0036] Das Konzept der Erfindung führt auch auf einen mit dem Beschichtungsverfahren und/oder der Beschichtungsvorrichtung gemäß dem Konzept der Erfindung hergestellten Wärmetauscher. Ein Wärmetauscher ist zum Wärmehaushalt zwischen einem ersten Fluid einerseits und einem zweiten Fluid andererseits ausgelegt. Besonders vorteilhaft eignet sich ein gemäß dem Verfahren und/oder der Vorrichtung hergestellter Wärmetauscher zum Wärmehaushalt zwi-

schen einem Abgas- und/oder einer Ladeluft einerseits und einem Kühlmittel andererseits.

[0037] Ein Wärmetauscher weist insbesondere einen Block zur voneinander getrennten wärmetauschenden Führung des ersten und zweiten Fluids auf, welcher Block eine Anzahl von dem ersten Fluid druchströmbaren Strömungskanäle hat und eine erste die Strömungskanäle aufnehmende von dem zweiten Fluid durchströmbare Kammer. Ein Gehäuse des Wärmetauschers nimmt vorteilhaft die Kammer und die Strömungskanäle auf.

[0038] Ein Wärmetauscher gemäß dem Konzept der Erfindung lässt sich – u. a. – vorteilhaft im Rahmen einer in den Verwendungsansprüchen angegebenen Verwendung einsetzen.

[0039] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein.

[0040] Im Einzelnen zeigt die Zeichnung eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer Beschichtungsanordnung gemäß dem Konzept der Erfindung, wobei dazu zeigt:

[0041] **Fig. 1:** eine Vorrichtung zum Beschichten eines Wärmetauschers durch Bestromen eines Innenraums des Wärmetauschers mit einem Beschichtungsmaterial enthaltenden Beschichtungs-Fluid;

[0042] **Fig. 2**: eine bevorzugte Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung in Form einer als Schleuder für das Bauteil;

[0043] **Fig. 3**: eine bevorzugte Vorrichtung zum Trocknen des Wärmetauschers bei erhöhter Temperatur in Form eines Ofens.

[0044] Die in **Fig. 1** bis **Fig. 3** insgesamt erläuterte Beschichtungsanordnung **100** weist dem Konzept der Erfindung folgend eine Vorrichtung **10** zum Beschichten einer Fläche durch Bestromen der Fläche unter Bildung der Beschichtung auf. Weiter weist die Beschichtungsanordnung **100** eine in **Fig. 2** gezeigte Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen, vorliegend Schleudern, des Bauteiles auf. Darüber hinaus weist die Beschichtungsanordnung **100** eine in **Fig. 3** näher dargestellte Vorrichtung **30** zum Trocknen des Bauteiles bei erhöhter Temperatur auf, welche vorliegend im Wesentlichen als ein Ofen gebildet ist. Die Beschichtungsanordnung **100** ist im Rahmen der vorliegenden Ausführungsform als eine Beschichtungsanordnung zur Beschichtung eines Wärmetauschers **1** ausgelegt, wobei die zu beschichtende Fläche in Form einer Innenfläche des Wärmetauschers **1** gebildet ist, die bei betriebsgemäßen Einsatz mit einem Ladefluid in direktem Strömungskontakt steht und damit einer besonders hohen Korrosions- und/oder Versottungstendenz ausgesetzt ist.

[0045] Die Beschichtungsvorrichtung **10** der **Fig. 1** weist vorliegend eine Schwenkkonsole **11** mit einem Sockel **11.2** und Schwenkkopf **11.3** auf, welcher in einem voreingestellten Winkel **11.1** geschwenkt werden kann. Am Schwenkkopf **11.3** ist eine Haltevorrichtung **15** angebracht, welche einen Haltestab **16** mit einer Arretierung **17** zur Befestigung des Haltestabs **16** an der Haltevorrichtung **15** aufweist. An dem Haltestab **16** ist eine Anschlussplatte **18** angebracht, welche einseits zum Anschluss einer Bestromungsleitung **19** mit einer Einlassleitung **19.1** und einer Auslassleitung **19.2** für Beschichtungs-Fluid dient. Andererseits ist an der Anschlussplatte **18** ein Wärmetauscher **1** als zu beschichtendes Bauteil unter Anschluss an die Bestromungsleitung **19** anbringbar. Dazu dienen entsprechende Spannvorrichtungen **18.1** und **18.2**, welche teilweise an der Anschlussplatte **18** angebracht sind.

[0046] Zur Sicherung von gegebenenfalls auslaufendem Beschichtungs-Fluid und sonstigen Verfahrensrückständen ist die Schwenkkonsole **11** zusammen mit der Bestromungsleitung **19** und der Halteplatte **18** sowie dem zu beschichtenden Wärmetauscher **1** so in einer Tropfwanne **12** angeordnet, dass gegebenenfalls auslaufendes Beschichtungs-Fluid von der Tropfwanne **12** aufgefangen wird. Vorliegend ist das Beschichtungs-Fluid in Form eines mit PTFE-Partikeln angereicherten Epoxidharzes gebil-

det. Zur Durchführung des Verfahrens wird das Beschichtungs-Fluid **13** in die Einlassleitung **19.1** der Bestromungsleitung **19** eingeführt, durch den Innenraum des Wärmetauschers **1** hindurchgeführt und über die Auslassleitung **19.2** der Bestromungsleitung **19** wieder abgeführt.

[0047] Auf diese Weise wird der gesamte im Betriebszustand dem vergleichsweise aggressiven Ladefluid ausgesetzte Innenraum des Wärmetauschers **1**, d. h. insbesondere die Ladefluid führenden Kanäle des Wärmetauschers **1** mit Beschichtungsfluid geflutet. Gegebenenfalls kann die Flutrichtung, d. h. Bestromungsrichtung, umgekehrt werden. Dies ist durch die Doppelpfeile des Bezugszeichens **13** für das Beschichtungs-Fluid angedeutet. D. h. die Einlassleitung **19.1** kann auch als Auslassleitung genutzt werden, während die bis dahin vorgesehene Auslassleitung **19.2** dann als Einlassleitung genutzt wird. Dadurch kann eine übermäßige Abreaktion des Beschichtungs-Fluid im Eingangsbereich des Wärmetauschers **1** und die fallende Tendenz einer Beschichtung kompensiert werden; nämlich indem durch Umkehrung der Bestromung nunmehr die übermäßige Abreaktion des Beschichtungs-Fluid in den Ausgangsbereich des Wärmetauschers **1** verlegt wird, dies mit abfallen der Tendenz zum Eingangsbereich des Wärmetauschers **1** hin. insgesamt kann dadurch ein vergleichsweise gleichmäßiges Beschichtungsverhalten über den gesamten Beschichtungsweg im Wärmetauscher **1** erzielt werden. Darüber hinaus kann der Wärmetauscher **1** im Beschichtungsbereich auch mit Ultraschall beaufschlagt werden, was eine vergleichsweise gleichmäßige und gute Applikation einer Beschichtung ohne Fehlstellen fördert. insbesondere kann eine Ultraschallbeaufschlagung dazu dienen, auch vergleichsweise enge dreidimensionale Strukturen dünn zu beschichten, ohne dass sich Verstopfungen oder ungewünschte Verengungen, z. B. durch übermäßige Adhäsion oder Oberflächenhaftung des Beschichtungs-Fluids, ergeben.

[0048] **Fig. 2** zeigt im Rahmen einer Beschichtungsanordnung **100** eine in einem Sicherheitskäfig **20** angebrachte Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung in Form einer Schleuder. Die Schleuder weist einen an einem Gestell angebrachten Drehmotor, insbesondere Elektromotor **22** auf, der über eine Achse **24** einen Propeller **25** antreibt, an welchem in Propellerachse der Wärmetauscher **1** in Achsrichtung anbringbar ist. Unter Antrieb des Propellers wird so das in den Wärmetauscher **1** eingebrachte Beschichtungsmaterial kontrolliert unter Wirkung der Zentrifugalkraft auslaufen. Eine präzise Einstellung der Schichtdicke über eine vorliegend eingestellte Schleuderdrehzahl zwischen 120 und 220 U/min bei einer Schleuderzeit von 20 bis 60 sec. führt zu einer vorliegend vergleichsweise dicken Schicht. Mit dem vorgeschlagenen Beschichtungsverfahren lässt sich problemlos eine Schichtdicke bis hinunter

zu 5 µm erreichen. Dazu kann die Drehzahl und die Drehzeit – vorteilhaft auch für andere Bauteile – höher eingestellt werden. Für dickere Schichten wird Drehzahl und Drehzeit vergleichsweise niedrig eingestellt.

[0049] Je nach angestrebter Schichtdicke erfolgt in einem weiteren Verfahrensschritt ein Trocknen des Wärmetauschers **1** in einer als Ofen ausgebildeten Vorrichtung **30**, welche in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Die Vorrichtung **30** weist dazu eine Schwenkkonsole **31** mit einem Sockel **31.2** und einem Schwenkkopf **31.3** auf – der Schwenkkopf ist in einem bestimmten Winkel **31.1** schwenkbar. Auf dem Schwenkkopf **31.3** ist eine Halteplatte **32** angebracht, die einseits einen Motor **33** und andererseits eine durch den Motor antreibbare Welle **34** zum Halten des Wärmetauschers **1** trägt. [Fig. 3](#) zeigt vorliegend die Vorrichtung **30** zum Trocknen mit der Schwenkkonsole **31** in einer ersten horizontalen Position I und einer schattiert dargestellten zweiten geschwenkten Position II. Im letzteren Fall ist der Wärmetauscher **1** um einen Winkel α derart geschwenkt, dass das Beschichtungs-Fluid in Richtung eines vom Betriebsfluid zu beaufschlagenden Raum des Wärmetauschers **1** zurückfließt. Der Wärmetauscher **1** befindet sich sowohl in horizontaler Stellung I als auch in Schwenkstellung II in einem Ofen **35** der Vorrichtung **30** zum Trocknen.

[0050] Dem Ofen kann Heißluft über eine Heizungsleitung **36** zugeführt werden, welche Heißluft **37** in einem Lufterhitzer **38** erhitzt wurde. Über einen Abluftschacht **39** kann die Heißluft **37** aus dem Ofen nach oben abgeführt werden.

[0051] Durch Drehen des Wärmetauschers **1** mittels der durch den Motor **33** angetriebenen Achse **34** und angemessenem Schwenkbewegen des Wärmetauschers **1** von der Stellung I in die Stellung II wird vorliegend insbesondere ein Zusammenlaufen des Beschichtungsmaterials unter Wärmeeinfluss im Ofen **35** vermieden. Vielmehr wird auch im Trocknungsschritt – wie beim Homogenisierungsschritt – durch Bewegen des Wärmetauschers **1** eine besonders vorteilhafte, gleichmäßige und geschlossene, fehlerfreie Beschichtung des Wärmetauschers **1** erreicht. Wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel selbst, ist dies selbst dann gewährleistet, wenn vergleichsweise enge und komplexe dreidimensionale Innenstrukturen wie das Innere von Strömungskanälen des Wärmetauschers **1** od. dgl. beschichtet werden sollen.

[0052] Zusammenfassend gibt das Konzept der Erfindung ein Beschichtungsverfahren und eine Beschichtungsvorrichtung zum Herstellen eines Bauteils an, insbesondere zum Herstellen eines vorliegend beschriebenen Wärmetauschers **1** und/oder eines Bauteils in der umgebenden Fluidführung eines Wärmetauschers. Das Bauteil, vorliegend der Wär-

metauscher **1**, hat mindestens eine Fläche, vorliegend eine Innenfläche, die für eine Beschichtung vorgesehen ist. Das Beschichtungsverfahren weist folgende Schritte auf:

- Bereitstellen des Bauteils mit der Fläche;
- Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen, insbesondere Beströmen, wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid unter Bildung der Beschichtung, insbesondere mit einer Beschichtungsvorrichtung **10** der Beschichtungsanordnung **100**;
- Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen, insbesondere Drehbewegen des Bauteiles, insbesondere in einer Homogenisierungsvorrichtung der Beschichtungsanordnung **100**;
- Trocknen des Bauteils bei erhöhter Temperatur, insbesondere in einer Trocknungsvorrichtung **30** der Beschichtungsanordnung **100**.

[0053] Im Rahmen der vorliegend beschriebenen Ausführungsform hat sich zum Homogenisieren eine kontrollierte Drehbewegung mit Umdrehungen zwischen 120 und 200 U/min für eine Zeit zwischen 20 und 60 sec. als besonders vorteilhaft erwiesen. Ein Trocknen bei 150 bis 300°C mit einer auf den Homogenisierungsschritt abgestimmten Drehbewegung bei einer Umdrehungszahl von 20 bis 40 U/min und für eine Zeit von 20 bis 40 min führt zu einer besonders guten Beschichtung beim Wärmetauscher **1**.

Bezugszeichenliste

1	Wärmetauscher
3	Schwenkkopftreffpunkt
10	Beschichtungsvorrichtung
11, 31	Schwenkkonsole
11.1, 31.1	Winkel
11.2, 31.2	Sockel
11.3, 31.3	Schwenkkopf
12	Tropfwanne
13	Beschichtungs-Fluid
15	Haltevorrichtung
16	Haltestab
17	Arretierung
18, 32	Anschlussplatte, Halteplatte
18.1, 18.2	Spannvorrichtungen
19	Beströmungsleitung
19.1	Einlassleitung
19.2	Auslassleitung
20	Sicherheitskäfig und Auffanggefäß
21	Wärmeübertrager
22	Elektromotor
23	Welle
24	Achse
25	Propeller
30	Trocknungsvorrichtung
33	Motor

34	Welle
35	Ofen
36	Heizungsleitung
37	Heißluft
38	Luftherhitzer
39	Abluftschacht
100	Beschichtungsanordnung horizontale Position
11	geschwenkte Position
α	Winkel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- KR 20040063241 [0007]
- JP 63148095 [0007]
- DE 102005061197 A1 [0007]
- DE 1012438 A1 [0007]
- DE 3228617 A1 [0007]
- DE 91120876 U [0008]
- DE 19617169 C2 [0008]
- WO 2003100337 A2 [0008]
- EP 1817537 B1 [0008]
- DE 69033556 T2 [0008]
- EP 1906131 A2 [0008]
- DE 102004025621 A1 [0009]
- WO 2006/138394 A2 [0010]
- DE 102005043730 A1 [0010, 0010]
- DE 10124383 A1 [0010]
- EP 0780162 A1 [0012]

Patentansprüche

1. Beschichtungsverfahren zum Herstellen eines Bauteiles, insbesondere einer Fluidführung, insbesondere zum Herstellen eines Wärmetauschers (**1**) und/oder eines Bauteiles in der umgebenden Fluidführung eines Wärmetauschers (**1**), welches Bauteil mindestens eine Fläche aufweist, insbesondere eine Innenfläche, die für eine Beschichtung vorgesehen ist, aufweisend die Schritte:

- Bereitstellen des Bauteiles mit der Fläche
- Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen, insbesondere Bestimmen, wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid (**13**) unter Bildung der Beschichtung;
- Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen, insbesondere Drehbewegen, des Bauteiles;
- Trocknen des Bauteiles bei erhöhter Temperatur.

2. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Beschichten der Fläche das gesamte Bauteil mit Beschichtungs-Fluid (**13**) beaufschlagt wird, insbesondere wenigstens ein Innenraum des Bauteiles, insbesondere ein im Betrieb mit Betriebsfluid zu beaufschlagender Raum des Bauteiles.

3. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Beschichten eine Bestromungsrichtung umgekehrt wird.

4. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zum Beschichten ein Beschichtungsfluid (**13**) angesaugt wird.

5. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschichtungsfluid (**13**) in Form eines Harzes, Lackes, eines SiO_x-bildenden Materials oder eines Zink oder Nickel bildenden Materials verwendet wird.

6. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Beschichtungsfluid (**13**) in Form eines Epoxidharzes, insbesondere mit PTFE-Partikeln, gebildet ist.

7. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Homogenisieren ein Drehbewegen, insbesondere Schleudern, mit einer Drehzahl und/oder Drehzeit kontrolliert wird, insbesondere unter Regelung einer möglichst geringen Schichtdicke.

8. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Homogenisieren ein Drehbewegen um eine Achse

oder in Achsrichtung des Bauteiles erfolgt.

9. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zum Homogenisieren ein Drehbewegen mit einer Umdrehungszahl von 100–300 U/min, insbesondere mit einer Umdrehungszahl von 120–200 U/min erfolgt.

10. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zum Homogenisieren ein Drehbewegen für einen Zeitraum von 10 sec bis 10 min, insbesondere 20 sec–60 sec erfolgt.

11. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Trocknen eine Temperatur auf die Höhe einer Einbrenntemperatur erhöht wird, insbesondere zwischen 150–300°C.

12. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zum Trocknen eine erhöhte Temperatur für einen Zeitraum von 10 min bis 60 min, insbesondere von 20 min bis 40 min aufrecht erhalten wird.

13. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Trocknen unter kontrolliertem Bewegen, insbesondere Drehbewegen, des Bauteiles erfolgt.

14. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Trocknen ein Drehbewegen des Bauteiles um eine Achse oder in Achsrichtung des Bauteiles erfolgt.

15. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Trocknen das Bauteil mit einer Umdrehungszahl von 5–100 U/min, insbesondere mit einer Umdrehungszahl von 20–40 U/min erfolgt.

16. Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Homogenisieren und/oder zum Trocknen ein kontrolliertes Bewegen des Bauteiles, insbesondere ein Drehbewegen des Bauteiles, in einer geschwenkten Stellung des Bauteiles, insbesondere mit einer Schwenkbewegung des Bauteiles, vorzugsweise in Richtung eines im Betrieb mit Betriebsfluid zu beaufschlagenden Raum des Bauteiles erfolgt.

17. Beschichtungsanordnung (**100**) zum Herstellen eines Bauteiles, insbesondere einer Fluidführung, insbesondere zum Herstellen eines Wärmetauschers (**1**) und/oder eines Bauteiles in der umgebenden Fluidführung eines Wärmetauschers (**1**), welches Bauteil mindestens eine Fläche aufweist, insbesondere eine Innenfläche, die für eine Beschichtung vorgesehen ist, aufweisend die Schritte:

- eine Vorrichtung (**10**) zum Beschichten der Fläche durch Beaufschlagen, insbesondere Bestimmen, wenigstens der Fläche mit einem das Material der Beschichtung bildenden und/oder das Material der Beschichtung enthaltenden Beschichtungs-Fluid (**13**) unter Bildung der Beschichtung;
- eine Vorrichtung zum Homogenisieren der Beschichtung durch kontrolliertes Bewegen, insbesondere Drehbewegen, des Bauteiles;
- eine Vorrichtung (**30**) zum Trocknen des Bauteiles bei erhöhter Temperatur.

und/oder Kälte- oder Kühlmittelkondensator in einem Kälte- oder Kühlmittelkreislauf einer Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

18. Wärmetauscher (**1**) hergestellt mit einem Beschichtungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16 und/oder in einer Beschichtungsanordnung (**100**) nach Anspruch 17, zum Wärmetausch zwischen einem ersten Fluid einerseits, insbesondere einem Abgas und/oder einer Ladeluft und einem zweiten Fluid andererseits, insbesondere einem Kühlmittel.

19. Wärmetauscher (**1**) nach Anspruch 18 aufweisend:
einen Block zur voneinander getrennten und wärmetauschenden Führung des ersten und des zweiten Fluids, mit
einer Anzahl von dem ersten Fluid durchströmbaren Strömungskanälen,
eine erste die Strömungskanäle aufnehmende, von dem zweiten Fluid durchströmbare Kammer
ein Gehäuse, in dem die Kammer und die Strömungskanäle angeordnet sind.

20. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19 als Hochtemperatur- oder Niedertemperatur-Wärmetauscher.

21. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19, insbesondere eines Abgas-Wärmetauschers, als Abgaskühler zur Abgaskühlung in einem Abgasrückführsystem einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs.

22. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19, insbesondere eines Abgas-Wärmetauschers, als Zuheizung zur Innenraumerwärmung eines Kraftfahrzeugs.

23. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19 als Ladeluftkühler zur direkten oder indirekten Kühlung von Ladeluft in einem Ladeluftzuführsystem für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs.

24. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19 als Ölkühler, insbesondere zur Kühlung von Motoröl und/oder Getriebeöl.

25. Verwendung des Wärmetauschers (**1**) nach Anspruch 18 oder 19 als Kälte- oder Kühlmittelkühler

Anhängende Zeichnungen

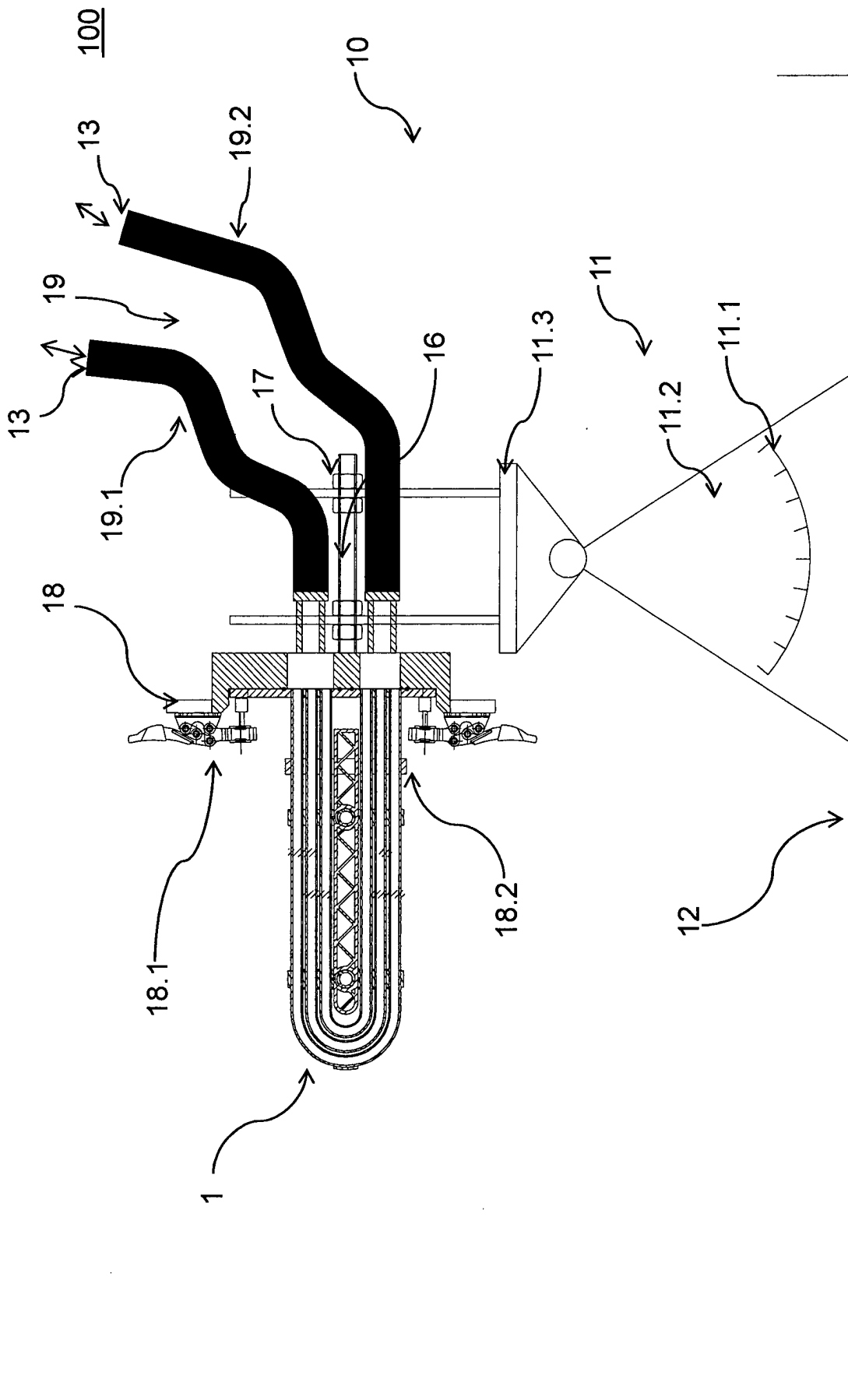


Fig. 1

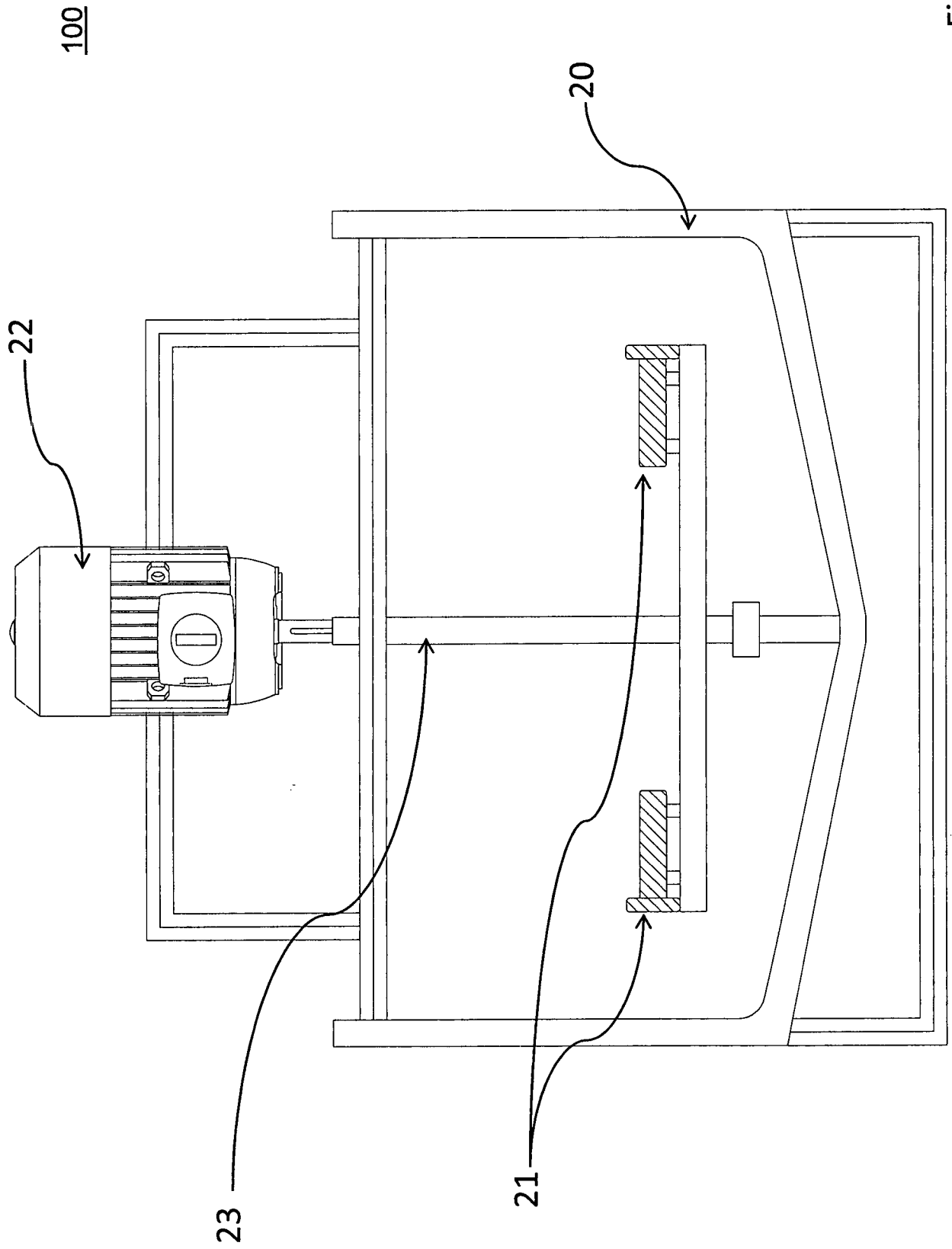


Fig. 2

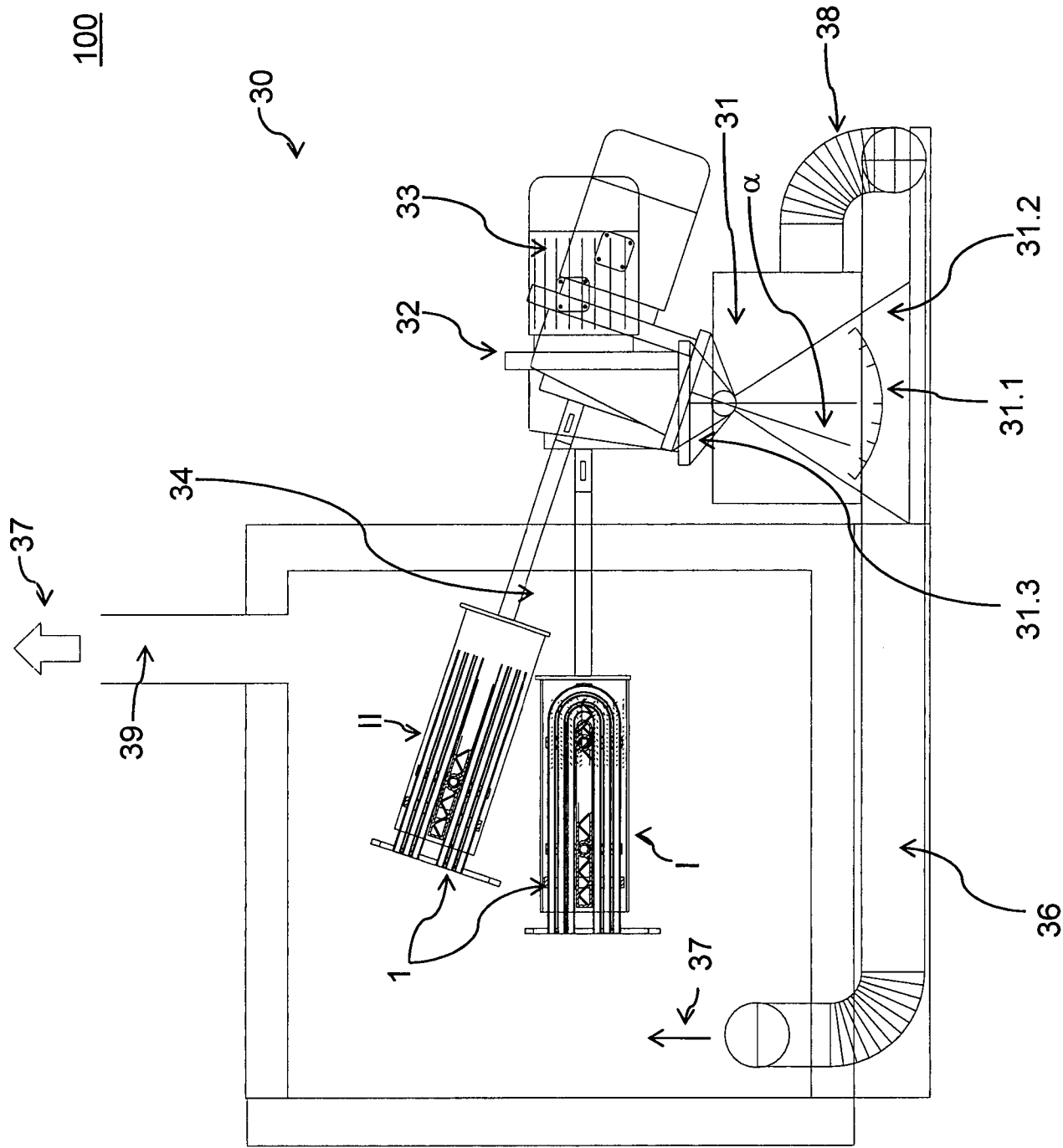


Fig. 3