



(11)

EP 2 844 937 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F26B 15/14 ^(2006.01) **F26B 21/04** ^(2006.01)
F26B 25/00 ^(2006.01) **F26B 23/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13720886.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/058817

(22) Anmeldetag: **26.04.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/164285 (07.11.2013 Gazette 2013/45)

(54) **ANLAGE MIT EINER PROZESSKAMMER FÜR WERKSTÜCKE**

SYSTEM HAVING A PROCESS CHAMBER FOR WORKPIECES

DISPOSITIF POURVU D'UNE CHAMBRE DE TRAITEMENT POUR PIÈCES D'OEUVRE

(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**

(30) Priorität: **02.05.2012 DE 102012207312**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(60) Teilanmeldung:
18155194.6

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

(72) Erfinder:
• **WIELAND, Dietmar
71336 Waiblingen (DE)**

- **IGLAUER, Oliver
70469 Stuttgart (DE)**
- **KNÜSEL, Christof
80799 München (DE)**
- **WINKLER, Marius
74385 Pleidelsheim (DE)**

(74) Vertreter: **Gauss, Nikolai et al
Pfiz/Gauss Patentanwälte PartmbB
Tübingerstraße 26
70178 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2011/160778 WO-A1-2012/055634
WO-A2-2010/122121 DE-A1- 2 454 091
DE-B- 1 095 497 GB-A- 2 123 936
US-A- 1 606 442**

EP 2 844 937 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 eine Anlage mit einer Prozesskammer, die einen Innenraum mit einem Aufnahmebereich für Werkstücke und mit einer Öffnung für das Zu- oder Abführen von Werkstücken hat, mit einer Vorrichtung für das Einblasen von gasförmigen Fluid in den Innenraum, die wenigstens eine Düse oder Blende für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs zwischen der Öffnung und dem Aufnahmebereich für Werkstücke umfasst, und die eine Einrichtung für das Umwälzen von gasförmigem Fluid in dem Aufnahmebereich durch ein mit dem Aufnahmebereich kommunizierendes Umluftleitungssystem aufweist, das einen in den Aufnahmebereich mündenden Vorlaufkanal und einen an den Aufnahmebereich angeschlossenen Rücklaufkanal hat, in dem das umgewälzte gasförmige Fluid durch eine Einrichtung für das Temperieren, insbesondere für das Erwärmen von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich geführt ist.

[0002] Eine derartige Anlage ist aus der DE 24 54 091 A1 bekannt. Diese Anlage hat eine Prozesskammer mit einer Eintrittsöffnung und einer Austrittsöffnung, in der es jeweils einen Fluidstromvorhang gibt. Der Fluidstromvorhang besteht hier teilweise aus Frischluft, die in das Innere der Prozesskammer gelangen kann.

[0003] In der WO 2010/122121 A1 ist eine Anlage für das Trocknen von Werkstücken beschrieben, die eine Prozesskammer für das Temperieren von Werkstücken hat, die an einer Eintrittsöffnung und an einer Austrittsöffnung mit einem Fluidstromvorhang abgeschlossen ist. Die Prozesskammer wird hier ebenfalls mit der Frischluft aus dem Fluidstromvorhang gespeist.

[0004] Auch die GB 2 123 936 A beschreibt eine Anlage für das Trocknen von Werkstücken in einer Prozesskammer, die durch einen Fluidstromvorhang an der Eintrittsöffnung und der Austrittsöffnung Frischluft erhält.

[0005] In Fertigungsstätten für das Lackieren und Beschichten von Fahrzeugkarossen werden für das Trocknen von frisch lackierten oder mit Korrosionsschutz beschichteten Fahrzeugkarossen Trocknungsanlagen eingesetzt. Diese Anlagen haben eine als Trocknertunnel ausgebildete Prozesskammer, in die Heißluft eingeblasen wird. In dem Trocknertunnel gibt es eine Trocknungszone. Die Trocknungszone ist ein Aufnahmebereich für Werkstücke in Form von Fahrzeugkarossen. Um die Fahrzeugkarossen zu trocknen, werden diese auf einer Fördervorrichtung durch den Trocknertunnel bewegt. Die zu trocknende Lackschicht oder Beschichtung der Fahrzeugkarossen kann durch Verunreinigungen, insbesondere Staubpartikel beeinträchtigt werden. Ferner kann durch eine Öffnung für das Zuführen von Werkstücken gasförmiges Fluid und mit diesem Wärme aus dem Innenraum entweichen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anlage mit einer Prozesskammer bereitzustellen, die einen Innenraum mit einem Aufnahmebereich für Werkstücke hat, der zumindest teilweise geöffnet werden kann, bei der mit einfachen Mitteln eine effiziente thermische Trennung dieses Innenraums von der Umgebung möglich ist und bei der gleichzeitig eine ausreichende Frischluftversorgung für den Aufnahmebereich gewährleistet werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Unter dem Begriff Frischluft wird dabei insbesondere vorverdichtete, erhitzte und/oder thermisch und/oder mechanisch mit einem Filter gereinigte und/oder getrocknete Luft verstanden, deren Zustandsparameter bedarfsgerecht eingestellt sind. Frischluft kann z. B. auch aufbereitete Abluft aus einer Prozesskammer sein. Darüber hinaus kann Frischluft auch das Abgas aus einer Wärmekraftmaschine bzw. Verbrennungskraftmaschine sein. Mit dem Zuführen von Frischluft in den Aufnahmebereich der Prozesskammer kann gewährleistet werden, dass der Lösemittelgehalt der Luft im Innern der Prozesskammer beim Trocknen von Werkstücken keine Schwellwerte übersteigt, oberhalb derer Trocknungsprozesse beeinträchtigt sind und oberhalb derer brennbare Lösemittel aus Farben, Lacken, Klebstoffen und/oder Beschichtungen Explosionen hervorrufen können, weil eine Explosionsgrenze überschritten wird.

[0010] Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, dass wenigstens eine Luftschleuse einer Prozesskammer in einer Trocknungsanlage eine Doppelaufgabe erfüllt: In den Luftschleusen zugeführte Frischluft, die einen Frischluftvorhang erzeugt, kann zum einen dazu dienen, den Innenraum strömungstechnisch und/oder thermisch von der Umgebung zu trennen. Zum anderen kann mit der Frischluft des Frischluftvorhangs erreicht werden, dass das bei Trocknungsprozessen in der Prozesskammer freigesetzte Lösemittel ausreichend verdünnt wird, indem diese Frischluft in die Prozesskammer eigespeist wird.

[0011] Da die erste Aufgabe auslastungsunabhängig und die zweite auslastungsabhängig ist, schlagen die Erfinder vor, diese Doppelaufgabe der Luftschleusen aufzutrennen. Dabei soll ein in die Prozesskammer geführter Volumenstrom an Fluid entsprechend der Auslastung der Prozesskammer reduziert oder erhöht werden. Als Fluide kommen dabei insbesondere Frischluft und/oder zurückgeführte Abluft in Betracht. Falls ein der Prozesskammer einer Trocknungsanlage zugeführter Frischluftstrom auf eine Trockner-Temperatur aufgeheizt wird, ermöglicht das Anpassen des Frischluft-Volumenstroms auf die Auslastung ein zeitweises Absenken des Frischluft-Volumenstroms unter seinen Maximalwert und somit ein Absenken des Energieverbrauchs.

[0012] Die Anlage weist eine Einrichtung für das Umwälzen von gasförmigem Fluid in dem Aufnahmebereich durch ein mit dem Aufnahmebereich kommunizierendes Umluftleitungssystem auf, das durch eine Einrichtung für das Temperieren, insbesondere für das Erwärmen von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich geführt ist. Die der Prozesskammer zugeführte Frischluft kann dabei z. B. vor oder auch hinter einem Wärmetauscher in der Einrichtung für

das Temperieren in das Umluftleitungssystem eingespeist werden. Es ist allerdings auch möglich, die Frischluft in einem Leitungsabschnitt des Umluftleitungssystems einzuspeisen, durch den Umluft aus der Prozesskammer zu der Einrichtung für das Temperieren geführt wird oder durch die in der Einrichtung für das Temperieren temperierte Umluft in die Prozesskammer gelangen kann.

[0013] Die Anlage kann auch eine Einrichtung für das Zuführen von Frischluft in den Aufnahmebereich enthalten, die wenigstens eine Leitung mit einer Öffnung für das Ansaugen von Frischluft aufweist, die an das Umluftleitungssystem angeschlossen ist. In diesem Fall kann ein Umluftgebläse kostengünstig abwechselnd oder zeitgleich zur Förderung von Frischluft genutzt werden. In dem Umluftleitungssystem ist eine Durchflusssteuereinrichtung vorgesehen, wobei die Durchflusssteuereinrichtung vorteilhafter Weise in einem Vorlaufkanal oder einem Rücklaufkanal des Umluftleitungssystems angeordnet ist. Die Durchflusssteuereinrichtung kann z. B. eine Drosselklappe und/oder ein einstellbares Gebläse umfassen. In dem Umluftleitungssystem sind weiter optional ein Wärmetauscher und/oder eine Heizeinrichtung vorgesehen, wobei der Wärmetauscher innerhalb der Einrichtung für das Zuführen von Frischluft in den Aufnahmebereich bevorzugt Wärme aus einem Abgasstrom in einen Frischluftstrom überträgt und wobei eine Heizeinrichtung bevorzugt z. B. mit einer Solarthermie-Anlage und/oder mit einem Gasbrenner verbunden ist.

[0014] Die Leitung mit der Öffnung für das Ansaugen von Frischluft kann insbesondere in einen Vorlaufkanal oder Rücklaufkanal innerhalb des Umluftleitungssystems münden.

[0015] Die Anlage kann auch eine Einrichtung für das Zuführen von Frischluft in den Aufnahmebereich enthalten, die wenigstens eine Leitung mit einer Öffnung für das Ansaugen von Frischluft aufweist, die direkt an die Prozesskammer angeschlossen ist.

[0016] Die Durchflusssteuereinrichtung ist bevorzugt Teil eines (übergeordneten) Steuer- oder Regelkreises, der den Aufnahmebereich mit konditioniertem Fluid, insbesondere mit Frischluft und ggf. rückgeführter, aufbereiteter Abluft versorgt. Die Durchflusssteuereinrichtung kann dabei direkt oder indirekt mit einem Steuer- oder Regelkreis verbunden sein, der eine Einrichtung für das Erfassen eines Zustandsparameters der Prozesskammer enthält und der die Menge der in den Aufnahmebereich eingeleiteten Frischluft mittels der Durchflusssteuereinrichtung steuert oder regelt.

[0017] Die Prozesskammer in der Anlage kann eine Einrichtung für das Überwachen eines Betriebs der Prozesskammer enthalten, die für das Erfassen eines Zustandsparameters aus der nachfolgend angegebenen Gruppe ausgelegt ist:

- i. Kohlenstoffgehalt und/oder Lösemittelgehalt der Atmosphäre in dem Aufnahmebereich;
- ii. Anzahl und/oder Gewicht und/oder Typ und/oder Größe der Oberfläche von in dem Aufnahmebereich angeordneten Werkstücken;
- iii. Anzahl und/oder Gewicht und/oder Typ und/oder Größe der Oberfläche von dem Aufnahmebereich pro Zeiteinheit zugeführten Werkstücken;
- iv. Temperatur der Abluft eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft;
- v. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid, das dem Aufnahmebereich entnommen und das dem Aufnahmebereich wieder zugeführt wird;
- vi. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich, das einer Brennkammer eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft zugeführt wird, und von Abluft aus der Brennkammer des Brenners;
- vii. Wärmemenge pro Zeiteinheit, die der Prozesskammer zugeführt wird.

[0018] Die Prozesskammer in der Anlage kann auch mit einem Aufnahmebereich ausgeführt werden, der in einen ersten Aufnahmebereich und einen weiteren Aufnahmebereich unterteilt ist, wobei die Vorrichtung für das Einblasen von gasförmigem Fluid in den Innenraum einen Fluidstromvorhang zwischen dem ersten Aufnahmebereich und dem weiteren Aufnahmebereich erzeugt.

[0019] Die Vorrichtung für das Einblasen von gasförmigem Fluid in den Innenraum der Prozesskammer enthält wenigstens eine Düse oder wenigstens eine Blende für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs zwischen der Öffnung und dem Aufnahmebereich für Werkstücke. Die wenigstens eine Düse oder wenigstens eine Blende dient bevorzugt als eine Auslassöffnung für über Umgebungstemperatur erwärmte und/oder über Umgebungsdruck verdichtete Luft (oder ein entsprechend prozessiertes Inertgas wie CO₂ oder N₂).

[0020] Die Prozesskammer kann z. B. gasförmiges Fluid enthalten, dessen Temperatur T oberhalb von 100°C liegt und/oder für das eine Temperaturdifferenz zu der Umgebung der Prozesskammer mehr als 50°C beträgt. In einem Ausführungsbeispiel wird Fluid in etwa senkrecht von oben nach unten in die Prozesskammer eingeströmt. In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das durch die Düse einströmende Fluid eine um mehr als 20°C höhere oder niedrigere Temperatur als das in der Prozesskammer enthaltene (näherungsweise ruhende) Fluid auf. Im Weiteren wird hauptsächlich auf eine starre oder verstellbare Düsengeometrie Bezug genommen, wobei die Erfindung jeweils auch mit einer oder mehreren einfachen Blenden realisierbar ist.

[0021] Der Innenraum der Prozesskammer ist bevorzugt tunnelförmig gestaltet. Er weist einen Boden sowie eine Decke auf. Indem die wenigstens eine Düse als Schlitzdüse mit einem im wesentlichen rechteckigen Auslassquerschnitt

ausgestaltet ist, kann das gasförmige Fluid über die Decke des Innenraums mit einer in Bezug auf den Boden schrägen Strömungsrichtung derart zuführt werden, dass sich auf der zu dem Boden bzw. der Eingangsöffnung weisenden Seite des Fluidstromvorhangs eine Strömungswalze aus Luft ausbildet, die wenigstens teilweise mit eingeblasenem Fluid vermischt ist.

[0022] Eine Idee der Erfindung ist insbesondere, dass sich der Fluidstromvorhang mit einem verringertem Energieaufwand erzeugen lässt, wenn das über die wenigstens eine Düse in den Innenraum eingeblasene gasförmige Fluid an einer Leitkontur geführt ist, die in den Innenraum ragt. Von Vorteil ist es insbesondere, wenn diese Leitkontur geschwenkt werden kann. Damit ist es möglich, den Fluidstromvorhang in Bezug auf die Horizontale einzustellen. Vorzugsweise wird ein Winkel zwischen 80° und 50° zwischen Ausströmrichtung und Horizontale eingestellt.

[0023] Wenn dieser Winkel zwischen der Ausströmrichtung und der Horizontalen eingestellt wird, erzeugt der Fluidstromvorhang auf seiner in der Strömungsrichtung gesehenen unteren Seite, die zu dem Boden bzw. zu einer Öffnung weist, eine Strömungswalze. Die Fluidströmung des Fluidstromvorhangs drückt gegen das gasförmige Fluid, das sich in dem Bereich des Bodens der Prozesskammer befindet. Die Fluidströmung des Fluidstromvorhangs überlagert und vermischt sich mit Fluid, das die Prozesskammer in dem Bereich des Bodens verlässt. Insbesondere kann durch das Verschwenken der Leitkontur erreicht werden, dass Werkstücke beim Eintritt in die Prozesskammer oder beim Austritt nicht beeinträchtigt werden.

[0024] Es ist insbesondere von Vorteil, wenn auf der zu der Öffnung weisenden Seite der Leitkontur eine Wandung angeordnet ist, die mit der Leitkontur einen Diffusor definiert, der eine Mischkammer enthält. In Bezug auf die mittlere Strömungsrichtung des gasförmigen Fluids aus der wenigstens einen Düse ist der Diffusor asymmetrisch gestaltet. Die Mischkammer in dem Diffusor ist auf der in Strömungsrichtung gesehenen Seite des Fluidstroms aus der Düse angeordnet, die nach unten weist.

[0025] Die Mischkammer ist in dem Diffusor derart positioniert, dass Fluid auf einer zur Öffnung (d. h. vom Innenraum der Prozesskammer nach außen) weisenden Seite des Fluidstromvorhangs mit Luft aus dem Bereich der Öffnung vermischt wird. Die Luft wird hier von dem durch die Düse oder die Blende strömenden, gasförmigen Fluid in die Walze gesaugt.

[0026] Die Wandung kann eine oder mehrere Öffnungen für das Hindurchtreten von umgewälzter Luft aus dem Bereich der Öffnung aufweisen.

[0027] Indem auf einer der Mischkammer abgewandten Seite der Leitkontur eine als "Totraum" für gasförmiges Fluid wirkende Nebenkammer ausgebildet ist, lässt sich gewährleisten, dass der aus der Düse oder Blende austretende Strom aus gasförmigen Fluid entlang der Leitkontur ohne einen Strömungsabriss geführt ist. In dem "Totraum" herrschen bevorzugt niedrigere Strömungsgeschwindigkeiten als außerhalb des Totraums. Durch die Anordnung eines zusätzlichen Leitflügels in der Mischkammer lässt sich erreichen, dass große Mengen von Fluid aus der Strömungswalze in den Fluidstromvorhang zurückgeführt werden.

[0028] Indem auf der zu der Eingangsöffnung weisenden Seite des Leitflügels eine Stirnwandung angeordnet ist, die mit der Leitkontur einen Rückhalteraum definiert, kann umgewälzte Luft aus dem Bereich der Eingangsöffnung, die im Bereich des Leitflügels in einen Randbereich des Innenraums gelenkt wird, vor einem Austreten ins Freie zurückgehalten werden.

[0029] Die Stirnwandung hat günstigerweise eine oder mehrere Öffnungen für das Hindurchtreten von umgewälzter Luft aus dem Bereich der Eingangsöffnung. Die wenigstens eine Düse kann eine Einrichtung für das Einstellen der durch die Düse hindurchtretenden Strömungsmenge für Fluid aufweisen. Indem mehrere Düsen mit einer Einrichtung für das Einstellen der durch die Düse hindurchtretenden Strömungsmenge für Fluid vorgesehen sind, kann der Fluidstromvorhang zwischen der Eingangsöffnung und dem Aufnahmebereich für Werkstücke in verschiedenen Abschnitten unterschiedlich eingestellt werden.

[0030] Die Vorrichtung für das Einblasen von gasförmigen Fluid kann eine Heizeinrichtung für das Erwärmen des gasförmigen Fluids aufweisen. Hierdurch lässt sich erreichen, dass im Bereich von Öffnungen der Prozesskammer kein Kondensat, z. B. Kondenswasser entsteht. Die Prozesskammer eignet sich für den Einsatz in einer Trocknungs- und/oder Härtnungsanlage. Insbesondere kann die Prozesskammer in eine Lackieranlage integriert werden.

[0031] In der Prozesskammer wird der Fluidstromvorhang mit gasförmigem Fluid erzeugt, das mit Druck beaufschlagt ist und durch eine Düse geführt wird. Dabei wird in der zu der Düse benachbart angeordneten Mischkammer Luft aus dem Bereich einer Öffnung der Prozesskammer dem aus der Düse strömenden gasförmigen Fluid beigemischt. Das durch die Düse geführte gasförmige Fluid wird an einer die Mischkammer begrenzenden Leitkontur entlang geführt. Diese Leitkontur trennt die Mischkammer von einer als Totraum für gasförmiges Fluid wirkenden hierzu benachbart angeordneten Nebenkammer.

[0032] Die Prozesskammer kann insbesondere in der Weise betrieben werden, dass ein durch eine Düse geführter Strom von gasförmigem Fluid für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs zwischen der Öffnung und dem Aufnahmebereich für Werkstücke gedrosselt oder unterbrochen wird und/oder bei dem die Richtung des Fluidstromvorhangs geändert wird, wenn ein Werkstück durch die Öffnung bewegt wird. Dies gewährleistet, dass der Fluidstromvorhang die Oberfläche der Beschichtung von Werkstücken, die in und aus der Prozesskammer bewegt werden, nicht beschädigt.

[0033] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0034] Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine erste Trocknungsanlage für Fahrzeugkarossen;
- Fig. 2 einen Längsschnitt einer Schleuse der Trocknungsanlage;
- Fig. 3 eine dreidimensionale Ansicht der Schleuse;
- 10 Fig. 4 die Strömungsverhältnisse für Luft im Bereich der Schleuse;
- Fig. 5 einen Längsschnitt einer weiteren Schleuse für eine Trocknungsanlage;
- 15 Fig. 6 und Fig. 7 sowie Fig. 8 Abschnitte weitere Längsschnitte alternativer Ausführungsformen für Schleusen in einer Trocknungsanlage;
- Fig. 9 einen Querschnitt eines Trocknertunnels in einer Trocknungsanlage;
- 20 Fig. 10 einen Längsschnitt einer weiteren Schleuse;
- Fig. 11 eine zweite Trocknungsanlage für Fahrzeugkarossen; und
- Fig. 12 bis Fig. 17 weitere alternativ aufgebaute Anlagen für das Trocknen von Werkstücken.

25 **[0035]** Die in Fig. 1 gezeigte Anlage 1 zum Trocknen von z. B. metallischen Werkstücken ist insbesondere für Fahrzeugkarossen 3 ausgelegt. Die Anlage 1 umfasst eine als Trocknertunnel 5 ausgebildete Prozesskammer. Durch den Trocknertunnel 5 können die Fahrzeugkarossen 3, die auf Skids 7 montiert sind, mittels einer Fördervorrichtung 9 bewegt werden. Die Fördervorrichtung hat einen elektrischen Antrieb 10. Der Trocknertunnel 5 ist mit Metallblech ausgekleidet. Er hat eine Eingangsschleuse 11 mit einer Einlass-Öffnung 12 und eine Ausgangsschleuse 13 mit einer Auslass-Öffnung 14. Der Trocknertunnel 5 umfasst eine Trocknungszone 15, die zwischen der Eingangsschleuse 11 und der Ausgangsschleuse 13 liegt. Die Trocknungszone 15 ist ein Aufnahmebereich für Werkstücke. Die Trocknungszone 15 ist bevorzugt so ausgelegt, dass darin etwa fünfzehn frisch mit einem Lack und/oder einem Lösemittel enthaltenden Substrat beschichtete Fahrzeugkarossen 3 mehr oder weniger gleichzeitig getrocknet werden können. Hierzu wird der Trocknungsabschnitt 15 z. B. mit der Länge $L = 40$ m, einer lichten Breite b mit $1,40 \text{ m} < b < 2,70 \text{ m}$ und einer lichten Höhe h mit $2,00 \text{ m} < h < 2,60 \text{ m}$ ausgelegt. Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ergibt sich bei einem Taktabstand von 5,2 m, dreißig Einheiten pro Std. und 0,5 Std. Verweilzeit eine Tunnellänge von 78 m (Breite b außen: 3 m bis 4,6 m, Höhe h außen: 2,8 m bis 3,3 m). Mittels einer Einrichtung 70 für das Bereitstellen von konditioniertem gasförmigem Fluid wird in den Trocknungsabschnitt 15 Fluid zum Trocknen zugeführt.

40 **[0036]** Die Einrichtung 70 enthält bevorzugt ein mit der Trocknungszone 15 kommunizierendes Umluftleitungssystem 72. Das Umluftleitungssystem 72 kommuniziert mit dem Aufnahmebereich 15 und hat einen als Umluftrücksaugkanal wirkenden Vorlaufkanal 75 und enthält einen Rücklaufkanal 77, der als Umluftrückführkanal für das Rückführen der Umluft dient. Das Umluftleitungssystem 72 ist durch eine Heizeinrichtung 63 geführt. In der Einrichtung 70 gibt es einen Ventilator 61, mit dem die Luft zum Trocknen eingeblasen wird. Mit der Einrichtung 70 kann die Luft in der Trocknungszone 15 in einem Umluft-Betriebszustand auf einer definierten Temperatur gehalten werden.

45 **[0037]** Die Anlage 1 enthält weiter bevorzugt eine Einrichtung 74 und alternativ oder zusätzlich eine Einrichtung 74' für das Zuführen von Fluid in Form von gegebenenfalls auch konditionierter Frischluft. Die Einrichtung 74, 74' hat eine Leitung 76, 76' mit einer Öffnung 78, 78' für das Ansaugen von Frischluft. In der Leitung 76, 76' gibt es eine Durchflusssteuereinrichtung 80, 80', die als Drosselklappe gestaltet ist. Die Leitung 76, 76' ist vorteilhaft an das Umluftleitungssystem 72 angeschlossen.

50 **[0038]** Um aus der Fluidatmosphäre in dem Trocknertunnel 5 aus Lack, Klebstoffen oder Beschichtungen der Fahrzeugkarossen 3 abdampfendes Lösemittel abzuführen, gibt es in der Anlage 1 eine Leitung 65 oder auch mehrere Leitungen für Abluft, über die mit Lösemittel belastete Luft aus dem Trocknertunnel 5 einem Reinigungsreaktor 67 zugeführt werden kann.

55 **[0039]** In der Eingangsschleuse 11 und der Ausgangsschleuse 13 des Trocknertunnels 5 gibt es jeweils eine Düse 17, 19 für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs 21, 23. Die Düsen 17, 19 werden über einen als Verdichter wirkenden Ventilator für Frischluft 25, 27 durch eine über der Decke 6 des Trocknertunnels 5 angeordneten Kammer 29, 31 mit Frischluft versorgt. Die Düsen 17, 19 haben bevorzugt eine schmale schlitzförmige Öffnung 33, 35, welche sich im

Wesentlichen über die Breite des Trocknertunnels 5 oder über die Breite der Einlass- bzw. Auslassöffnungen 12, 14 erstreckt. Die schlitzförmige Öffnung 33, 35 der Düsen 17, 19 mündet in den Innenraum 39 des Trocknertunnels 5. Das aus den Düsen 17, 19 ausströmende Fluid wird über einen Diffusor 16, 18 in den Innenraum des Trocknertunnels 5 geführt. Der Diffusor 16, 18 erstreckt sich vor den Düsen 17, 19 über die Breite der Einlass- bzw. Auslassöffnung 12, 14. Der Diffusor 16, 18 ist in Bezug auf die Richtung des Fluidstromvorhangs 21, 23 asymmetrisch gestaltet und wird durch ein Leitblech mit einer Leitkontur 211 und einer Stirnwandung 215 begrenzt. Das aus den Düsen 17, 19 strömende Fluid wird an der Leitkontur 211 des Leitblechs in den Innenraum des Trocknertunnels geführt. Für ein vorteilhaft mögliches Erfassen der Temperatur T des dem Innenraum 39 über die Düsen 17, 19 zugeführten Fluids befindet sich an der Leitkontur 211 ein Temperatursensor 69, 71.

[0040] Der Fluidstromvorhang 21, 23 verläuft vorzugsweise jeweils unter einem Winkel von $50^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ gegenüber der Horizontalen 37. Er ist in den Innenraum 39 des Trocknertunnels 5 gerichtet. Der aus den Düsen 17, 19 strömende Fluidstrom weitet sich dabei zum Boden 41 des Trocknertunnels 5 hinauf. Mit zunehmendem Abstand von der Öffnung 33, 35 der Düsen 17, 19 nimmt die Geschwindigkeit der Strömung der den Fluidstromvorhang 21, 23 bildenden Frischluft als gasförmiges Fluid ab. Der Fluidstromvorhang 21, 23 trennt die Gasatmosphäre in dem Innenraum 39 des Trocknertunnels 5 von der Umgebungsluft 42. Mittels einer Steuereinrichtung 45, 47 wird der aus den Düsen 17, 19 tretende Fluidstrom auf eine vorgegebene Form eingestellt.

[0041] Für das Erfassen der Konzentration von Lösemittel in der Gasatmosphäre des Trocknertunnels 5 ist in der Trocknungszone 15 ein Lösemittelsensor 73 angeordnet. Alternativ oder zusätzlich kann ein solcher Lösemittelsensor in dem Abluftkanal 65 angeordnet sein. Das den Düsen 17, 19 zugeführte gasförmige Fluid in Form von Luft ist in einer Heizeinrichtung 43, 44 auf eine gewünschte Prozesstemperatur T_{soll} vorgewärmt, die vorzugsweise in einem Temperaturbereich $160^\circ\text{C} \leq T_{\text{soll}} \leq 250^\circ\text{C}$ liegt. Indem der Fluidstromvorhang 21, 23 aus Frischluft besteht, kann gewährleistet werden, dass eine untere Explosionsgrenze für organische Lösemittel in der Trocknungszone 15 des Trocknertunnels 5 nicht überschritten wird. Das Vorwärmen des zugeführten Fluids bewirkt, dass in der Eingangsschleuse 11 und der Ausgangsschleuse 13 des Trocknertunnels 5 kein Kondensat entsteht.

[0042] Um zu gewährleisten, dass die Explosionsgrenze in der Trocknungszone 15 eingehalten wird, kann über die Einrichtung 74 bzw. 74' in den Trocknungsabschnitt 15 bei Bedarf Frischluft eingeleitet werden.

[0043] Für das Einstellen der Menge der über die Einrichtung 74 bzw. 74' in den Trocknertunnel 5 zugeführten Frischluft ist die Steuereinrichtung 45 an die Durchflusssteuereinrichtung 80 angeschlossen. Mit der Steuereinrichtung 45 wird die über die Leitung 76 bzw. 76' zugeführte Frischluft auf einen vorgegebenen Wert eingestellt. Das Einstellen der Frischluftzufuhr erfolgt dabei in Abhängigkeit der mittels eines Sensors 49, 51 als Prozesskammer-Betriebszustandsparameter erfassten Anzahl der pro Zeiteinheit durch die Trocknungszone 15 des Trocknertunnels 5 bewegten Fahrzeugkarossen und/oder aufgrund der Signale der Temperatursensoren 69, 71 und/oder des Lösemittelsensors 73 und/oder eines oder mehrerer sonstiger Prozesskammer-Betriebszustandsparameter, die Aussagen über die Zusammensetzung der Gasatmosphäre in dem Trocknertunnel 5 und damit das Bestimmen des Frischluftbedarfs bei einem Betreiben des Trocknertunnels 5 ermöglichen. Die Frischluftzufuhr wird dabei so eingestellt, dass bei einem Betrieb der Anlage 1 die sogenannte untere Explosionsgrenze der Zusammensetzung der Gasatmosphäre in dem Trocknertunnel 5 nicht überschritten wird.

[0044] Um Prozesskammer-Betriebszustandsparameter zu erfassen, kann in einer modifizierten Ausführungsform der Anlage 1 alternativ zu dem Sensor 49 auch eine Lichtschranke für das Bestimmen der Anzahl der pro Zeiteinheit durch den Trocknertunnel 5 bewegten Fahrzeugkarossen vorgesehen werden. Alternativ oder zusätzlich zu dem Sensor 49 ist es hierfür auch möglich, die Anlage mit einer Messeinrichtung auszustatten, mit der sich das Gewicht der dem Trocknertunnel 5 zugeführten Fahrzeugkarossen 3 bestimmen lässt und/oder eine Einrichtung vorzusehen, mit der die Größe der mit einer Oberflächenbeschichtung versehenen Oberfläche der Fahrzeugkarossen 3 erfasst werden kann. Darüber hinaus kann die Anlage 1 auch mit einer Einrichtung für das Erfassen eines auf Werkstücken, z. B. den Fahrzeugkarossen 3 oder aber auch auf einem Skid 7 angebrachten digitalen Codes, z. B. einem Barcode ausgestattet sein, der digitale Information über die Größe und Beschaffenheit einer auf einem Werkstück, z. B. auf einer Fahrzeugkarosse 3 aufgetragenen Oberflächenbeschichtung oder auf einem bestimmten Werkstücktyp enthält.

[0045] In einer erfindungsgemäßen Anlage kann das Bestimmen des Frischluftbedarfs der Prozesskammer, insbesondere eines Trocknertunnels für Kraftfahrzeugkarossen, anhand von einem vordefinierten Typ eines Werkstücks z. B. wie folgt durchgeführt werden:

Über eine Massenerfassungseinrichtung und eine Stückzählerfassungseinrichtung wird die Masse und Anzahl der in der Prozesskammer vorhandenen oder sich auf dem Weg in die Prozesskammer befindenden Werkstücke bestimmt. Für einen jeden Messwert der Masse eines Werkstücks unter Berücksichtigung von zu erwartenden Schwankungen, die aufgrund der in der Anlage behandelten Werkstücke in Betracht kommt, ist in der Steuereinrichtung 45 dabei ein Werkstücktyp hinterlegt. Aus dem in der Steuereinrichtung 45 ermittelten Typ eines Werkstücks lässt sich in der Steuereinrichtung 45 dann auf die Größe der lackierten Oberfläche von diesem Werkstück schließen. Aus dem betreffenden Wert für die Größe der Oberfläche kann dann über die von dieser Oberfläche abgegebenen

Lösemittelmenge ein Frischluftbedarf der Prozesskammer festgelegt werden, der notwendig ist, damit z. B. der Anteil von brennbarem Lösemittel in der Gasatmosphäre der Prozesskammer 15 unterhalb der Explosionsgrenze bleibt.

[0046] Erfindungsgemäß wird in der Anlage dann also insbesondere aus der mit der Massenerfassungseinrichtung ermittelten Masse eines Werkstücks auf ein spezifisches Werkstück, d. h. einen bestimmten Werkstücktyp geschlossen. Für das spezifische Werkstück wird dann eine auf dieses aufgetragene Lack- oder Beschichtungsmenge, angenommen und aus dieser angenommenen Lack- oder Beschichtungsmenge dann auf eine in dem auf das Werkstück aufgetragenen Lack oder der darauf angeordneten Beschichtung aufgenommene Lösemittelmenge geschlossen.

[0047] In Kombination mit der Stückzahl der betreffenden Werkstücke in der Prozesskammer kann dann eine Gesamtlösemittelmenge ermittelt werden, die bei dem Trocknen von Werkstücken in die Prozesskammer eingebracht wird. Daraus kann dann der Frischluftbedarf für die Prozesskammer ermittelt werden, um diese unterhalb der Explosionsgrenze zu betreiben.

[0048] Zu bemerken ist, dass eine Einrichtung zur Erfassung der Masse und Stückzahl von Werkstücken erfindungsgemäß z. B. als eine Wägeeinrichtung ausgebildet sein kann, mit der die Anzahl von Wägevorgängen erfasst wird.

[0049] Um der thermischen Trägheit des Gesamtsystems Rechnung zu tragen, ist es von Vorteil, eine Einrichtung zur Erfassung eines Werkstück-Parameters vor der Prozesskammer anzubringen. In der verbleibenden Zeit bis zur Einfahrt eines Werkstücks in die Prozesskammer kann dann z. B. über die Menge von in die Prozesskammer eingeleiteter Frischluft in der Prozesskammer eine gewünschte Prozesstemperatur und/oder eine gewünschte Zusammensetzung der Gasatmosphäre eingestellt werden.

[0050] Zu bemerken ist auch, dass die thermische Trägheit einer vorstehend beschriebenen Anlage im Wesentlichen durch die Wärmekapazität der Prozesskammer und die Größe der dieser zugeführten und von dieser abgeführten Luftmengen bestimmt ist.

[0051] Indem die vorgenannten Einrichtungen mit der Steuereinrichtung 45 verbunden sind, ist es möglich, die Zusammensetzung der Gasatmosphäre durch Einstellen der Frischluftzufuhr entsprechend den Erfordernissen der in dem Trocknertunnel 5 angeordneten Fahrzeugkarossen 3 insbesondere unter Berücksichtigung des Lösemittelgehalts in der Oberflächenbeschichtung der Fahrzeugkarossen 3 zu steuern bzw. zu regeln.

[0052] Die Anlage 1 kann damit z. B. in den folgenden Betriebszuständen betrieben werden:

Betriebszustand 1:

[0053] Mit dem Fluidstromvorhang 21, 23 wird in die Eingangs- bzw. Ausgangsschleusen 11, 13 ein konstanter Frischluft- Volumenstrom zugeführt, der nicht nur eine hinreichende Abdichtung des Innenraums 39 gewährleistet, sondern auch eine ausreichende Verdünnung eines Lösemittelgehalts in der Atmosphäre der Trocknungszone 15. Der Trocknertunnel 5 wird hier auslastungsunabhängig mit dem Volumenstrom beaufschlagt, der für die bei Volllastung zugeführte Lösemittelmenge erforderlich ist.

Betriebszustand 2:

[0054] Mit dem Fluidstromvorhang 21, 23 wird in die Eingangs- bzw. Ausgangsschleusen 11, 13 ein konstanter Frischluft- Volumenstrom zugeführt, der eine hinreichende Abdichtung des Innenraums 39 gewährleistet. Um eine ausreichende Verdünnung des Lösemittelgehalts in der Atmosphäre der Trocknungszone 15 zu gewährleisten, wird mittels der Einrichtung 74 zusätzliche Frischluft zugeführt. Die Menge der mit der Einrichtung 74 zugeführten Frischluft wird mit der Steuereinrichtung 45 eingestellt und ändert sich mit der Auslastung der Anlage 1. Wenn der Trocknungszone 15 vermehrt Frischluft zugeführt wird, muss aus dem Trocknertunnel 5 gleichzeitig eine entsprechende Menge Abluft über die Leitung 65 entnommen werden, damit die Anlage 1 im Gleichgewicht ist und in dem Trocknertunnel 5 keine Über- oder Unterdrücke entstehen.

[0055] Die Fig. 2 ist eine Schnittansicht der Eingangsschleuse 11 der Trocknungsanlage 1 aus Fig. 1. Die Düse 17 in der Eingangsschleuse 11 ist eine Schlitzdüse. Der Düse 17 wird die in der Heizeinrichtung 44 erwärmte Frischluft über eine Rohrleitung 201 zugeführt. Die Rohrleitung 201 mündet in eine Kammer 203. In der Kammer 203 wird die Frischluft über Luftfilter 205 und ein schräg angeordnetes Gehäuseblech 206 zu der Düse 17 geleitet. In der Schleuse 11 gibt es ein Leitblech 207. Das Leitblech 207 ist mit dem Gehäuseblech 206 fest verbunden. Das Leitblech 207 und das Gehäuseblech 206 können in der Schleuse 11 um eine Drehachse 208 in der Richtung des Pfeils 214 verschwenkt werden. Das Verschwenken des Leitblechs 207 mit dem Gehäuseblech 206 öffnet einen Zugang zu dem Filter 205, damit dort Wartungsarbeiten durchgeführt werden können. Die Düse 17 hat eine schlitzförmige Öffnung 209. Die schlitzförmige Öffnung 209 der Düse 17 ist in Bezug auf die Decke 6 des Trocknertunnels 5 zurückgesetzt angeordnet. Dies ermöglicht, dass sich auch bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten eines aus der Düse 17 austretenden Fluidstroms Beeinträchtigungen und Schäden einer noch nicht getrockneten Beschichtung von Fahrzeugkarossen vermeiden lassen,

die durch die Eingangsschleuse 11 in den Trocknertunnel 5 bewegt werden. Wichtig für das Vermeiden von solchen Schäden ist ein vergleichsweise großer Abstand der Öffnung 209 der Düse 17 von dem Boden 41 des Trocknertunnels 5. Dies lässt sich durch eine zurückgesetzte Anordnung der Düse 17 in dem Trocknertunnel 5 erreichen. Das gewährleistet, dass der Impuls des aus der Düse 17 strömenden gasförmigen Fluids schon in der Mitte des Trocknertunnels so weit abgeschwächt ist, dass entsprechende Beschichtungen von Fahrzeugkarossen 3 durch den Fluidstromvorhang 21 keinen Schaden nehmen können.

[0056] Der aus der Öffnung 209 der Düse 17 austretende Fluidstrom 210 ist entlang der Kontur 211 eines als Leitflügel wirkenden Leitblechs 207 in das Innere des Trocknertunnels 5 geführt. Die Länge L der Kontur 211 des Leitblechs 207 entspricht vorzugsweise dem 20 bis 40-fachen der Schlitzweite B der Düsenöffnung 209.

[0057] Auf der zu der Eingangsöffnung 213 des Trocknertunnels 5 weisenden Seite der Kontur 211 gibt es eine Stirnwandung 215. Die Stirnwandung 215 erstreckt sich über die Breite der Schleuse 11. Die Stirnwandung 215 begrenzt mit der Kontur 211, einem Firstelement 212 und der Kontur 211 des Leitblechs 207 den Diffusor 16. Der Diffusor 16 ist in Bezug auf die Hauptströmungsebene 202 des Fluids, das aus der Düse 17 strömt, asymmetrisch gestaltet. Die Hauptströmungsebene 202 und die Kontur des Leitblechs 211 stehen unter dem Winkel φ zueinander. Der Abschnitt des Diffusors 16, der auf der zu der Stirnwandung 215 weisenden Seite der zu der Kontur des Leitblechs 211 in Bezug auf die Hauptströmungsebene 202 symmetrischen Ebene 204 liegt und die mit der Kontur des Leitblechs 211 den Winkel 2φ einschließt, wirkt als eine Mischkammer 217 für gasförmiges Fluid 219. Die Mischkammer 217 ist in Bezug auf die Decke 6 des Trocknertunnels 5 zurückgesetzt angeordnet. Der Diffusor 16 mit der Mischkammer 217 befindet sich in der Schleuse 11 oberhalb der Eingangsöffnung 213. Die Mischkammer 217 ist der Eingangsöffnung 213 benachbart. Das Leitblech mit der Kontur 211 trennt die Mischkammer 217 von einer Nebenkammer 216. Die Nebenkammer 216 öffnet sich in das Innere 39 des Trocknertunnels 5. Die Nebenkammer 216 bildet einen Totraum für Luft aus dem Trocknertunnel 5. Die auf der Rückseite des Leitblechs mit der Leitkontur 211 ausgebildete Nebenkammer bewirkt, dass der Fluidstrom 210 an der Leitkontur 211 aufgrund des Coanda-Effekts ohne Strömungsabriss geführt ist.

[0058] Die Fig. 3 ist eine dreidimensionale Ansicht der Eingangsschleuse 11 aus Fig. 2. Die schlitzförmige Öffnung 209 der Düse 17 erstreckt sich über die gesamte Breite der Eingangsöffnung 213 des Trocknertunnels 5. Die schlitzförmige Öffnung 209 der Düse 17 ist dabei so schmal, dass der aus der Düse 17 austretende Fluidstrom über einen weiten Strömungsbereich mit unterschiedlichen Austrittsgeschwindigkeiten einen Fluidstromvorhang bildet. Dieser Fluidstrom unterbindet insbesondere einen Eintrag von Schmutzpartikeln 301 aus der Umgebung der in der Fig. 1 gezeigten Trocknungsanlage 1 in das Innere des Trocknertunnels 5.

[0059] Die Fig. 4 zeigt mit Pfeilen die Strömungsverhältnisse für Luft in der Eingangsschleuse 11 in der Ebene eines Längsschnitts des Trocknertunnels 5 aus Fig. 1. Die dem Trocknertunnel 5 über die schlitzförmige Düse 17 zugeführte Frischluft bewirkt auf der Austrittsseite der Düse 17 einen Fluidstromvorhang 401. Ausgehend von der Öffnung 209 der Düse 17 erstreckt sich der Fluidstromvorhang 401 aus in Richtung der Pfeile 402 strömender Frischluft in der Form einer gebogenen Keule 403 zu dem Boden 41 der Eingangsschleuse 11. Die Keule 403 hat in der Höhe H der Mitte der Eingangsschleuse 11 eine Dicke D, die durch die Weite B der Öffnung 209 der Düse 17 bestimmt ist. Auf der zur Eingangsöffnung 213 des Trocknertunnels 5 weisenden Seite des Fluidstromvorhangs 401 erzeugt die aus der Düse 17 strömende Frischluft eine Strömungswalze 407 aus Luft. In der Strömungswalze 407 strömt die Luft mit einer durch die Pfeile 406 kenntlich gemachten Strömungsrichtung um ein Zentrum 409. Die Luft im Bereich des Zentrums 409 ist im Wesentlichen unbewegt. Die in der Strömungswalze 407 umgewälzte Luft ist wenigstens teilweise mit der über die Düse 17 eingeblasenen Frischluft vermischt. Die Strömungswalze 407 erstreckt sich von dem Boden 41 bis zu der Decke 6 der Eingangsschleuse 11.

[0060] Von dem Leitblech 211 einerseits sowie dem Stirnblech 215, das auf der zu der Eingangsöffnung 213 weisenden Seite des Leitblechs 211 angeordnet ist, andererseits wird ein Diffusor 16 gebildet. Der Diffusor 16 nimmt dabei innerhalb seiner Mischkammer 217 bevorzugt einen Teil der in der Strömungswalze 407 umgewälzten Luft auf. In der Mischkammer 217 wird diese Luft zu einem Teil von dem aus der Öffnung 209 der Düse 17 strömenden gasförmigen Fluid nach Art eines Venturi-Effekts mitgerissen und beigemischt. Dies erhöht den Volumenstrom des Fluidstromvorhangs 401 im Bereich der Pfeile 402. Der Volumenstrom des Fluidstromvorhangs 401 kann so zu 30% oder auch mehr aus gasförmigem Fluid bestehen, das dem aus der Düse 17 strömenden Fluidstrom über die Mischkammer 217 zugeführt wird. Das hat zur Folge, dass auch mit einer vergleichsweise geringen Menge an eingeblasener Frischluft ein sich bis zu dem Boden 41 des Trocknertunnels 5 erstreckender Fluidstromvorhang 401 erzeugt werden kann.

[0061] Die Luft aus der Mischkammer 217 wird auf diese Weise wieder der Strömungswalze 407 zugeführt. Dieser Prozess hat zur Folge, dass nur ein geringer Anteil des über die Düse 17 in den Innenraum 39 des Trocknertunnels 5 zugeführten gasförmigen Fluids durch die Öffnung 213 der Schleuse 11 des Trocknertunnels 5 wieder verlässt. Das aus der Düse 17 strömende gasförmige Fluid gelangt damit zum größten Teil entsprechend der Richtung der Pfeile 408 in das Innere des Trocknertunnels 5. Mittels des aus der Düse 17 strömenden gasförmigen Fluids wird im Bereich der Öffnung 213 der Schleuse 11 eine Barriere mit in der Strömungswalze 407 umgewälzter Luft erzeugt. Diese Barriere bewirkt eine thermische Trennung des Innenraums 39 des Trocknertunnels 5 von dem Außenbereich. Darüber hinaus unterbindet diese Barriere auch den Eintrag von Staub und Schmutzpartikeln in den Innenraum 39 des Trocknertunnels 5.

[0062] Die Fig. 5 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform einer Schleuse 501 für eine Trocknungsanlage. Die Schleuse 501 hat eine Düse 503 für das Zuführen von Frischluft mit einer im Vergleich zu der Schleuse 11 aus Fig. 1 modifizierten Düsengeometrie. Die Düse 503 ist eine Doppelkammerdüse. Die Düse 503 hat eine schlitzförmige Düsenöffnung 505 und eine schlitzförmige Düsenöffnung 507, die sich jeweils über die gesamte Breite der Decke 509 der Eingangsschleuse 501 erstreckt. Die Düse 503 umfasst eine schwenkbare Steuerklappe 511. Die Steuerklappe 511 ist mittels eines nicht weiter gezeigten Spindelantriebs bewegbar. Für das Bewegen der Steuerklappe eignet sich aber auch ein Verstellmechanismus mit Welle oder auch ein Seilzug. Durch Schwenken der Steuerklappe 511 kann die der Düse 503 durch über die Kammer 513 zugeführte Frischluft wahlweise durch die Düsenöffnung 507, die Düsenöffnung 509 oder durch die Düsenöffnungen 507, 509 gleichzeitig geleitet werden. Dies ermöglicht es, den aus den Düsenöffnungen 507, 509 austretenden Luftstrom zu dosieren. Beispielsweise ist es mittels der Steuerklappe 511 möglich, den Luftstrom aus der Düse 503 entsprechend der Position von Fahrzeugkarossen im Bereich der Eingangsöffnung eines Trocknertunnels zu variieren. Mit dieser Maßnahme lässt sich erreichen, dass eine auf einer Fahrzeugkarosse aufgetragene Lackschicht nicht durch den mit Frischluft aus der Düse 503 gebildeten Fluidstrom beeinträchtigt wird. Außerdem kann mit der Steuerklappe 511 die Dicke D des Fluidstromvorhangs und damit die Menge und/oder die Geschwindigkeit der in das Innere des Trocknertunnels zugeführten Frischluft eingestellt werden.

[0063] Bei einer modifizierten Ausgestaltung der Eingangsschleuse 501 kann auch eine Düse mit mehreren Düsenöffnungen und mit mehreren Steuerklappen vorgesehen werden, um einen Frischluftstrom für einen Trocknertunnel einzustellen.

[0064] Die Fig. 6 zeigt einen Abschnitt einer alternativen Ausführungsform für eine Schleuse 601 mit einer Düse 603, um in dem Eingangs- oder Ausgangsbereich einer Trocknungsanlage einen Luftvorhang auszubilden.

[0065] Der Düse 603 in der Schleuse 601 ist ein als Leitflügel wirkendes, bevorzugt schwenkbar angeordnetes Leitblech 605 zugeordnet. Das Leitblech weist optional eine zumindest abschnittsweise gekrümmte Außenkontur auf. Insbesondere erstreckt es sich über die gesamte Breite der Düse 603. Das schwenkbare Leitblech 605 bei der Öffnung 607 der Düse 603 ist an der Decke 608 der Schleuse 601 an einem Drehgelenk 615 schwenkbar gelagert. Das schwenkbare Leitblech 605 ragt in das Innere 611 der Schleuse 601. Die Länge L der Kontur des Leitblechs 605 entspricht etwa dem 20- bis 40-fachen der Schlitzweite B der Düsenöffnung. Dem schwenkbaren Leitblech 605 gegenüberliegend ist in der Schleuse 601 wiederum eine Stirnwandung 609 angeordnet. Das schwenkbare Leitblech 605 und die Stirnwandung 609 definieren zusammen mit einem Firstelement 612 auch hier einen Diffusor mit einer Mischkammer 613. Aufgrund der Schwenkbarkeit des Leitblechs 605 kann die Geometrie des Diffusors und der Mischkammer 613 bei der Schleuse 601 verändert werden.

[0066] Für das Verschwenken ist dem Leitblech 605 ein nicht weiter dargestellter Stellantrieb zugeordnet. Durch das Verschwenken des Leitblechs 605 entsprechend dem Doppelpfeil 617 ist es möglich, einen Anstellwinkel β in Bezug auf die Horizontale 616 und damit die Richtung eines mit gasförmigem Fluid aus der Düse 603 erzeugten Fluidstromvorhangs in der Schleuse 601 einzustellen. Durch das Verschwenken wird das Leitblech 605 verlagert, an dem das aus der Düse 607 strömende gasförmige Fluid geführt ist. Hierdurch kann die Form der Strömungswalze verändert werden, die aufgrund des durch das aus der Düse 603 ausströmenden Fluids auf der zu der Öffnung 619 der Schleuse 601 weisenden Seite des Leitblechs 605 ausgebildet wird. Indem das Leitblech 605 zu der Decke 608 der Schleuse 601 geschwenkt wird, lässt sich ein vergleichsweise flaches Einstromen von gasförmigem Fluid in die Schleuse bewirken. Durch das Auf- und Abbewegen des Leitblechs 605 kann die Strömungsrichtung des aus der Düse strömenden Fluids an die Position und Geometrie von Fahrzeugkarossen angepasst werden, die durch die Schleuse 601 in das Innere des Trocknertunnels bewegt werden. So lässt sich erreichen, dass das aus der Düse strömende Fluid von den Fahrzeugkarossen nicht zu der Öffnung 619 hin abgelenkt und eine auf Fahrzeugkarossen aufgetragene Lackschicht, die in dem Trocknertunnel getrocknet werden soll, nicht verblasen wird und in dem Trocknertunnel keinen Schaden nimmt.

[0067] Die Fig. 7 zeigt einen Abschnitt einer weiteren alternativen Ausführungsform für eine Schleuse 701 mit einer Düse 703, um in dem Eingangs- oder Ausgangsbereich einer Trocknungsanlage einen Luftvorhang auszubilden. Die Düse 703 mündet in einen Diffusorabschnitt, der sich an den verengten Querschnitt der Düse anschließt und so den Strömungsquerschnitt für das Fluid erweitert. Die Düse 703 mit anschließendem Diffusorabschnitt weist also einen Strömungskanal 704 auf, dessen Querschnitt sich zu dem Inneren 711 der Schleuse 701 hin in ein als Diffusor wirkendes Volumen erstreckt, in dem sich eine Mischkammer 713 befindet.

[0068] Der Aufbau der Schleuse 701 entspricht im Übrigen demjenigen der Schleuse 601 aus Fig. 6. Einander entsprechende Baugruppen der Schleuse 601 und 701 sind daher in Fig. 7 mit im Vergleich zu Fig. 6 um die Zahl 100 erhöhten Bezugszeichen kenntlich gemacht. Anders als die Stirnwandung 609 der Schleuse 601 in Fig. 6 hat die Schleuse 701 eine Stirnwandung 709 mit einer oder mehreren Einlassöffnungen für Umgebungsluft. Bevorzugt weist die Stirnwandung 709 Öffnungen in Form einer siebartigen Perforierung auf. Diese Maßnahme ermöglicht ebenfalls das Ansaugen von Luft aus einem oberen Bereich 721 der Umgebung der Schleuse 701. Die solchermaßen in die Schleuse 701 angesaugte Luft wird bevorzugt mit Luft aus einer Strömungswalze vermischt, die sich an der Öffnung der Schleuse bildet. Nachfolgend werden die angesaugte Luft und ein Teil der Luft aus der Strömungswalze in die aus dem Diffusor austretende Fluidströmung zugemischt.

[0069] Die Fig. 8 zeigt einen Abschnitt einer weiteren alternativen Ausführungsform für eine Schleuse 801 mit einer Öffnung 804 aufweisende Blende 803, um in dem Eingangs- oder Ausgangsbereich einer Trocknungsanlage einen Luftvorhang auszubilden. Der Aufbau der Schleuse 801 entspricht demjenigen der Schleuse 701 aus Fig. 7. Einander entsprechende Baugruppen der Schleuse 701 und 801 sind daher in Fig. 8 mit im Vergleich zu Fig. 7 um die Zahl 100 erhöhten Bezugszeichen kenntlich gemacht. Die Stirnwandung 809 des Firstelement 812 und das Leitblech 805 begrenzen hier ebenfalls einen Diffusor, der eine Mischkammer umfasst. Anders als die Stirnwandung 709 der Schleuse 701 in Fig. 7 ist die Stirnwandung 809 der Schleuse 801 mit einer Ausnehmung 816 ausgeführt. Diese Maßnahme ermöglicht ebenfalls das Aufnehmen von Luft aus einem oberen Bereich 821 der Umgebung der Schleuse 801 in die mittels der Blende 803 erzeugte Strömungswalze an der Öffnung der Schleuse.

[0070] Die Fig. 9 zeigt einen Querschnitt einer Ein- oder Ausgangsschleuse 901 eines Trocknertunnels 900 in einer Trocknungsanlage mit einer Fahrzeugkarosse 912. Die Schleuse 901 hat schlitzförmige Düsen 903, 905, 907, die sich an der Decke 910 der Schleuse 901 befinden. Die Düsen 903, 905, 907 können über eine nicht weiter dargestellte Vorrichtung für das Zuführen von Frischluft mit einem Frischluftstrom 909 beaufschlagt werden. In der Schleuse 901 gibt es Steuerklappen, mittels derer der Frischluftstrom 909 auf unterschiedliche Kanäle 911, 913 und 915 für das getrennte Beaufschlagen der Düsen 903, 905 und 907 mit Frischluft aufgeteilt werden kann.

[0071] Diese Maßnahme ermöglicht das Einstellen eines Fluidstromvorhangs 917 an den Öffnungen eines Trocknertunnels, der entsprechend dem Durchtritt von Werkstücken, z. B. Fahrzeugkarossen über die Breite B der Öffnung unterschiedlich eingestellt werden kann.

[0072] Die Fig. 10 zeigt einen Längsschnitt einer weiteren Schleuse 1011 für einen Trocknertunnel in einer Anlage zum Trocknen von metallischen Werkstücken. Entsprechend der Fig. 4 sind auch hier die Strömungsverhältnisse für Luft in der Schleuse 1011 mit Pfeilen angedeutet. Die dem Trocknertunnel über die schlitzförmige Düse 1017 zugeführte Frischluft bewirkt auf der Austrittsseite der Düse 1017 einen Fluidstromvorhang 1401.

[0073] Ausgehend von einer Öffnung 1209 der Düse 1017 erstreckt sich der Fluidstromvorhang 1401 (bevorzugt aus in Richtung der Pfeile 1402 strömender Frischluft) in der Form einer mehr oder weniger gebogenen Keule 1403 in Richtung eines Bodens 1041 der Schleuse 1011. Auf einer zur Eingangsöffnung 1213 der Schleuse 1011 weisenden Seite des Fluidstromvorhangs 1401 erzeugt die aus der Düse 1017 strömende Frischluft eine Strömungswalze 1407 aus Luft. In der Strömungswalze 1407 strömt die Luft mit einer durch die Pfeile 1406 kenntlich gemachten Strömungsrichtung um ein Zentrum 1409. Die Luft im Bereich des Zentrums 1409 ist im Wesentlichen unbewegt. Die in der Strömungswalze 1407 umgewälzte Luft ist wenigstens teilweise mit der über die Düse 1017 eingeblasenen Frischluft vermischt. Die Strömungswalze 1407 erstreckt sich von dem Boden 1041 bis zu der Decke 1006 der Eingangsschleuse 1011.

[0074] Die Schleuse 1011 hat auf der zu der Eingangsöffnung 1213 weisenden Seite eine Leitkontur aufweisenden Leitblechs 1211 eine bogenförmige Firstwandung 1215. Das Leitblech 1211 und die Firstwandung 1215 begrenzen und umschließen abschnittsweise einen Diffusor 1210 mit einer nach unten offenen Mischkammer 1217. In dem Diffusor 1210 ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ein Strömungsleitelement 1218 in Form eines "Strömungsflügels" positioniert, das sich wie die Öffnung 1009 der Düse 1017 bevorzugt über die gesamte Breite der Schleuse 1011 erstreckt. Das Leitblech 1211 trennt den Diffusor 1210 von einer Nebenkammer 1216. Die Nebenkammer 1216 wirkt als Totraum für Luft, in dem niedrigere Strömungsgeschwindigkeiten als in der restlichen Schleuse vorliegen (ausgenommen das eigentlich zu vernachlässigende Rotationszentrum 1409 der Strömungswalze).

[0075] An dem Boden 1041 der Schleuse 1011 ist in dem Bereich der Öffnung 1213 eine Silhouettenwandung 1220 angeordnet. Die Silhouettenwandung 1220 dient insbesondere als eine Strömungsbarriere bzw. als bodenseitiges Strömungsleitelement. Die Silhouettenwandung 1220 besteht vorzugsweise aus einem Federstahl oder anderen temperatur- und/oder korrosionsbeständigen Stählen. Die Silhouettenwandung 1220 kann um eine (horizontale) Achse 1222 entsprechend dem Pfeil 1224 verschwenkt bzw. abgeklappt werden.

[0076] Die Mischkammer 1217 nimmt dabei erfindungsgemäß einen kleinen Teil der in der Strömungswalze 1407 umgewälzten Luft auf. In der Mischkammer 1217 wird diese Luft mit dem Strömungsflügel 1218 aufgrund eines Venturi-effekts zu dem aus der Öffnung 1209 der Düse 1017 strömenden gasförmigen Fluid gelenkt. Es wird von dem gasförmigen Fluid mitgerissen. Dies erhöht den Volumenstrom des Fluidstromvorhangs 1401 im Bereich der Pfeile 1402. Der Volumenstrom des Fluidstromvorhangs 1401 kann so zu einem großen Teil aus gasförmigem Fluid bestehen, das dem Fluidstrom aus der Düse 1017 über die Mischkammer 1217 zugeführt wird. Das hat zur Folge, dass auch mit einer vergleichsweise geringen Menge an eingeblasener Frischluft ein sich bis zu den Boden 1041 des Trocknertunnels erstreckender Fluidstromvorhang 1401 erzeugt werden kann.

[0077] Die Luft aus der Mischkammer 1217 wird auf diese Weise wieder der Strömungswalze 1407 zugeführt. Dieser Prozess hat zur Folge, dass nur ein geringer Anteil des über die Düse 1017 in den Innenraum 1039 des Trocknertunnels zugeführten gasförmigen Fluids durch die Öffnung 1213 der Schleuse 1011 des Trocknertunnels wieder verlässt. Das aus der Düse 1017 strömende gasförmige Fluid gelangt damit zum größten Teil entsprechend der Richtung der Pfeile 1408 in das Innere des Trocknertunnels. Mittels des aus der Düse 1017 strömenden gasförmigen Fluids wird im Bereich der Öffnung 1213 der Schleuse 1011 eine Barriere mit in der Strömungswalze 1407 umgewälzter Luft erzeugt, die den

Innenraum 1039 des Trocknertunnels von dem Außenbereich thermisch trennt und darüber hinaus auch einen Eintrag von Staub und Schmutzpartikeln in den Trocknertunnel unterbindet. Die Silhouettenwandung 1220 an dem Boden 1041 der Schleuse 1011 bewirkt, dass die Strömungswalze 1407 vergleichsweise schmal ist. Nur wenn ein Werkstück in den Trocknertunnel bewegt wird, wird die Silhouettenwandung entsprechend dem Pfeil 1220 kurzzeitig in Richtung des Bodens 1041 geklappt. Es sei bemerkt, dass alternativ oder zusätzlich eine der Silhouettenwandung 1220 entsprechende klappbare Silhouettenwandung auch in dem oberen Bereich der Eintrittsöffnung angeordnet sein kann.

[0078] Die in der Fig. 11 gezeigte Anlage 2001 zum Trocknen von Fahrzeugkarossen 2003 hat eine Prozesskammer in Form eines Trocknertunnels 2005. Der Trocknertunnel 2005 ist mit einer Einlaufschleuse 2011, einer Zwischenschleuse 2012 und einer Auslaufschleuse 2013 ausgebildet. In dem Trocknertunnel 2005 trennt die Zwischenschleuse 2012 einen ersten Trocknungsabschnitt 2015a von einem weiteren Trocknungsabschnitt 2015b als Aufnahmebereiche für die Kraftfahrzeugkarossen, an den sich als ein weiterer Aufnahmebereich für Kraftfahrzeugkarossen eine Haltezone 2016 anschließt, die vor der Auslaufschleuse 2013 angeordnet ist.

[0079] Der Aufbau der Schleusen 2011 und 2013 entspricht dem Aufbau der Eingangs- bzw. Ausgangsschleuse 11, 13 in der in der Fig. 1 gezeigten Anlage 1 zum Trocknen. In wenigstens einer Schleuse 2011, 2013 gibt es eine Düse 2014 für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs 2021 aus Frischluft, der schräg in das Innere des Trocknertunnels 2005 gerichtet ist. Eine oder mehrere Düsen 2014 sind mit einem Diffusor 2018 kombiniert, insbesondere ist der Diffusor benachbart zum Düsenauslass angeordnet und asymmetrisch zu einer Hauptströmungsebene durch die zugehörige Düse ausgebildet. Mittels eines asymmetrischen Diffusors an den Düsen der Einlass- und Auslassschleusen 2011, 2013 lässt sich auf einer zu der Öffnung 2015, 2017 des Trocknertunnels 2005 weisenden Seite des Fluidstromvorhangs jeweils eine Strömungswalze aus Luft erzeugen, die einerseits aus durch eine Leitung 2019 über die Düsen 2014 eingeblasenem Fluid und Umgebungsluft an den Öffnungen 2015, 2017 besteht. Die Zwischenschleuse 2012 hat eine Düse 2009, die einen Fluidstromvorhang 2020 erzeugt.

[0080] Ein modifiziertes Ausführungsbeispiel der Anlage 2001 kann auch ohne asymmetrische Diffusoren bei den Düsen ausgeführt werden, etwa wenn an die Dichtigkeit der Schleusen reduzierte Anforderungen gestellt werden. Z. B. kann auch ein mechanisches Verschließen der entsprechenden Schleusen vorgesehen sein.

[0081] Die Anlage 2001 enthält eine als Einrichtung für das thermische Abluftreinigen ausgebildete Heizeinrichtung 2023 mit einer Leitung 2025 für das Zuführen von heißem Reingas aus dem Trocknertunnel 2005 und einem Wärmetauscher 2027, der für das Aufheizen von Abluft aus dem Trocknertunnel 2005 dient. Die in dem Wärmetauscher 2027 aufgeheizte Abluft aus dem Trocknertunnel 2005 kann in einer Brennkammer 2029 der Heizeinrichtung 2023 mit oder ohne Beimengung von zusätzlichem Brennstoff verbrannt werden.

[0082] Die Heizeinrichtung 2023 versorgt mehrere Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033, 2035, 2037 durch eine als Reingasleitung wirkende Heißgasleitung 2036 mit Wärme. Die Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 sind dabei in einer Reihe hintereinander an die Heißgasleitung 2036 angekoppelt. Die Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033, 2035 werden dabei bevorzugt weitgehend gleichartig ausgeführt. Die Einrichtung 2037 enthält einen Luft-/Luft-Wärmetauscher und ist als letzte der Wärmetransfer-Einrichtungen an die Heißgasleitung 2036 angekoppelt. Die Einrichtung 2037 dient für das Temperieren der Frischluft, die zu den Düsen 2014 für das Erzeugen des Fluidstromvorhangs 2021 aus Frischluft geführt ist. Die Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 enthalten jeweils einen mit einer Heißgasleitung 2038 an die Heißgasleitung 2036 angeschlossenen Wärmetauscher 2039 und sind für das Umwälzen von Umluft in den Trocknungsabschnitten 2015a, 2015b und in der Haltezone 2016 ausgelegt. In den Wärmetauschern 2039 wird die Umluft temperiert, die durch ein mit den Aufnahmebereichen 2015a, 2015b und 2016 kommunizierendes Umluftleitungssystem 2041 mit einem Umluftrücksaugkanal 2041a für das Entnehmen von Umluft aus dem Trocknertunnel 2005 und einem Umluftzufuhrkanal 2041b für das Einleiten von Umluft in den Trocknertunnel 2005 geführt ist.

[0083] In der Anlage 2001 gibt es Einrichtungen 2043 für das Zuführen von zusätzlicher Frischluft in die Aufnahmebereiche des Trocknertunnels 2005. Die Einrichtungen 2043 haben Leitungen 2045, die mit einem Aufnahmebereich in dem Trocknertunnel 2005 kommunizieren und die eine als Drosselklappe ausgebildete Durchflusssteuereinrichtung 2047 enthalten.

[0084] Es sei bemerkt, dass die Durchflusssteuereinrichtung 2047 alternativ oder zusätzlich auch mit einem Gebläse ausgestattet sein kann. Über die Leitungen 2045 wird in das Umluftleitungssystem 2041 der Einrichtungen 2031, 2033, 2035 Frischluft geführt, wenn die durch die Düsen 2014 dem Trocknertunnel 2005 zugeführte Frischluft zur Deckung des Frischluftbedarfs innerhalb des Trocknertunnels nicht ausreicht.

[0085] Die Anlage 2001 enthält eine Steuereinrichtung 2046. Die Steuereinrichtung 2046 ist mit einer ersten Einrichtung 2051 für das Erfassen eines Zustandsparameters des als Prozesskammer wirkenden Trocknertunnels 2005 in der Anlage 2001 verbunden. In der Einrichtung 2051 wird eine Einstellung der Drosselklappen 2052, 2055 in den Leitungen 2038 für das Führen von Heißgas durch die Wärmetauscher 2039 und eine Einstellung der Drosselklappen 2047 in den Leitungen 2045 für das Zuführen von Frischluft mittels Potentiometern oder Endschaltern erfasst. Daraus lässt sich eine mit den Einrichtungen 2031, 2033, 2035 und 2037 dem Trocknertunnel 2005 pro Zeiteinheit zugeführte Fluidmenge bestimmen. Damit lässt sich optional wiederum eine mit dem Fluid zugeführte Wärmemenge ermitteln, wenn über den Leitungen eines Umluftleitungssystems 2041 und einer Leitung 2045 zugeordnete Temperatursensoren die Fluidtem-

peraturen gemessen werden.

[0086] Darüber hinaus ist die Steuereinrichtung 2046 mit einer zweiten Einrichtung 2053 für das Erfassen eines Zustandsparameters des als Prozesskammer wirkenden Trocknertunnels 2005 in der Anlage 2001 verbunden. Die Einrichtung 2053 ist als eine Karossen-Zähleinrichtung ausgebildet, mit der die Anzahl der pro Zeiteinheit in den Trocknertunnel 2005 bewegten Kraftfahrzeugkarossen 2003 und damit die Menge der in dem Trocknertunnel 2005 angeordneten Kraftfahrzeugkarossen 2003 bestimmt werden kann.

[0087] Die Steuereinrichtung 2046 ist auch mit einem Temperatursensor 2007 für das Erfassen der Heißgastemperatur T_A in der Heißgasleitung 2036 verbunden. Der Temperatursensor 2007 dient für das Messen der Temperatur von dem durch die Heißgasleitung 2036 strömenden Heißgas austrittsseitig der Wärmetransfer-Einrichtung 2037, mit der das Heißgas aus der Anlage 2001 als Reingas an die Umwelt freigesetzt wird (Reingas-über-Dach-Temperatur).

[0088] Der Steuerschaltkreis 2046 ist mit einem Steuermodul 2056 für das Einstellen der Drehzahl eines in der Leitung 2025 angeordneten Ventilators 2057 und einem weiteren Steuermodul 2059 für das Einstellen der Drehzahl eines Ventilators 2061 verbunden, der für das Ansaugen von Frischluft in die Leitung 2019 zu den einen Fluidstromvorhang 2021 erzeugenden Düsen 2009 in dem Trocknertunnel 2005 dient.

[0089] Die Durchflusssteuereinrichtungen 2047 in den Einrichtungen 2043 für das Zuführen von Frischluft und die Drehzahl des Ventilators 2057 werden dann mittels des Steuerkreises 2046 in Abhängigkeit des mittels der Einrichtung 2051 bestimmten Wertes für die dem Trocknertunnel 2005 pro Zeiteinheit zugeführte Wärmemenge und der mittels der Einrichtung 2053 ermittelten Anzahl von in dem Inneren des Trocknertunnels 2005 angeordneten Karossen 2003 eingestellt.

[0090] Mittels des Ventilators 2061 wird dabei in die Leitung 2019 immer so viel Frischluft zugeführt, dass die Schleusen 2011, 2012 und 2013 mittels des mit den Düsen 2009 erzeugten Fluidstromvorhangs 2021 abgedichtet sind.

[0091] Es sei bemerkt, dass die Steuereinrichtung 2046 grundsätzlich auch als Regelkreis ausgebildet werden kann. Darüber hinaus sei bemerkt, dass die Frischluftzufuhr durch die Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033, 2035 in den Trocknertunnel 2005 auch mit einer Steuereinrichtung 2046 gesteuert bzw. geregelt werden kann, der eine oder mehrere der nachfolgend angegebenen Messgrößen als Prozesskammer-Betriebszustandsparameter für die Anlage 2001 zugeführt werden:

Lösemiteleintrag in die Atmosphäre in den Aufnahmebereichen des Trocknertunnels 2005;
Gesamtkohlenstoffgehalt in den Aufnahmebereichen des Trocknertunnels 2005;
Anzahl der in den Aufnahmebereichen des Trocknertunnels angeordneten Karossen;
Temperatur des mit der Heizeinrichtung 2023 erzeugten Heißgases in der Heißgasleitung 2036 hinter der Einrichtung 2037 vor einem Abluftkamin;
Temperaturunterschied der Umluft vor und nach den Einrichtungen 2031, 2033 und 2035;
Temperaturunterschied von Abluft aus dem Trocknertunnel, die einer Abgasreinigungsanlage zugeführt wird, und von Abluft, welche die Abgasreinigungsanlage durch einen Abluftkamin verlässt;
Gewicht einer Karosse oder Größe einer mit Lack beaufschlagten Karossoberfläche, um daraus auf eine Lösemittelmenge zu schließen.

[0092] Von Vorteil ist es, wenn in der Steuereinrichtung 2046 mehrere Messgrößen als Zustandsparameter (Prozesskammer-Betriebszustandsparameter) kombiniert werden. So kann z. B. auch eine mittels des Temperatursensors 2007 erfasste Reingas-über-Dach-Temperatur als Primär-Messgröße und eine Einstellung der Drosselklappen 2052, 2055 für das Einstellen des Heißgasstromes in den Heißgasleitungen 2036, 2038 (Reingas-Klappenstellung) als Sekundär-Messgröße erfasst werden. Die Primär-Messgröße dient dabei dem Bestimmen eines Frischluft - Abluft- Volumenstroms und die Sekundär-Messgröße der Überprüfung, Bestätigung und/oder gegebenenfalls Korrektur dieses Frischluft-Abluft-Volumenstroms.

[0093] Nach dem Bestimmen des Frischluft-Abluft-Volumenstroms über die Reingas-über-Dach-Temperatur erfolgt dann z. B. eine Überprüfung dieses Stroms anhand der Sekundär-Messgröße. Beispielsweise wird der variable Frischluft-Volumenstrom solange konstant gehalten oder erhöht, bis sich die Positionen aller Reingas-Klappenstellungen wieder unterhalb eines vorher festgelegten Wertes befinden, wenn die Position der Reingas-Klappenstellungen den besagten festgelegten Wert übersteigt, der vom Gesamtsystem abhängt und der zwischen 50% und 100% Öffnungsgrad liegen kann. Mit einer derartigen Kombination von mehreren Messgrößen kann insbesondere sichergestellt werden, dass in dem Trocknertunnel 2005 der Anlage 2001 eine ausreichende Wärmemenge enthalten ist.

[0094] Die Anlage 2001 kann insbesondere wie folgt betrieben werden:

In einer ersten Betriebsart, die einem Auslastungszustand A der Anlage 2001 von zum Beispiel $A \leq 50\%$ bezogen auf die maximal mögliche Kapazität an Werkstücken in der als Trocknertunnel ausgebildeten Prozesskammer entspricht, wird ein konstanter Frischluft-Volumenstrom über die Schleusen 2011, 2012 und/oder 2013 zugeführt. Eine zusätzliche Frischluftzufuhr über die Leitungen 2045 in die Prozesskammer muss hier nicht zwingend erfolgen.

[0095] In einer zweiten Betriebsart, die einem Auslastungszustand A der Anlage 2001 von zum Beispiel $51\% \leq A \leq 90\%$ bezogen auf die maximal mögliche Kapazität an Werkstücken in der als Trocknertunnel ausgebildeten Prozesskammer entspricht, wird ein konstanter Frischluft-Volumenstrom über die Schleusen 2011, 2012 und/oder 2013 zugeführt. Gleichzeitig wird durch Öffnen von als Drosselklappen ausgebildeten Durchflusssteuereinrichtungen 2047 in den Leitungen 2045 über die Wärmetauscher-Einrichtungen 2031, 2033, 2035 und/oder 2037 zusätzliche Frischluft in die Prozesskammer eingeleitet.

[0096] In einer dritten Betriebsart, die einem Auslastungszustand der Anlage 2001 von zum Beispiel $91\% \leq A \leq 100\%$ bezogen auf die maximal mögliche Kapazität an Werkstücken in der als Trocknertunnel ausgebildeten Prozesskammer entspricht, wird ein konstanter Frischluft-Volumenstrom über die Schleusen 2011, 2012 und/oder 2013 zugeführt, und der Strom der in den Wärmetransfer-Einrichtungen 2013, 2033, 2035 und/oder 2037 zugeführten zusätzlichen Frischluft durch in Bezug auf die zweite Betriebsart zusätzliches Öffnen der Durchflusssteuereinrichtungen 2047 weiter erhöht.

[0097] Zu bemerken ist, dass die Anlage 2001 auch in weiteren Betriebsarten betrieben werden kann, in denen die Durchflusssteuereinrichtungen 2047 in den Leitungen 2045 eine in Bezug auf die vorgenannten Betriebsarten unterschiedliche Öffnungsstellung haben. Insbesondere ist grundsätzlich auch eine stufenlose Veränderung der Betriebsart der Anlage 2001 möglich.

[0098] Insbesondere ist zu bemerken, dass das Einspeisen von Frischluft in den Trocknertunnel 2005 in der Anlage 2001 auch an anderen Stellen erfolgen kann, als es in der Fig. 11 gezeigt sind:

In einer alternativen Ausführung der Anlage 2001 kann z. B. vorgesehen sein, dass in die Aufnahmebereiche 2015a, 2015b, 2016 des Trocknertunnels 2005 Umluft und/oder Frischluft über Öffnungen in der Wand, in der Decke und/oder im Boden des Trocknertunnels 2005 zugeführt wird. Das Einspeisen von Frischluft in das Umluftleitungssystem 2041 kann in einer vorstehend beschriebenen Anlage 2001 auch auf die Strömungsrichtung der Umluft bezogen grundsätzlich vor oder hinter einem Wärmetauscher 2039 in einer Wärmetransfer-Einrichtung 2031, 2033, 2035 erfolgen. Zu bemerken ist darüber hinaus, dass das Einspeisen von Frischluft dabei sowohl innerhalb einer Wärmetransfer-Einrichtung 2031, 2033, 2035 als auch außerhalb einer Wärmetransfer-Einrichtung 2031, 2033, 2035 in einen Umluftrücksaugkanal 2041a oder Umluftrückführkanal eines Umluftleitungssystems 2041 möglich ist.

[0099] Um dabei für die Frischluft einen definierten Volumenstrom einzustellen, kann in der Leitung 2045 für Frischluft auch ein Ventilator angeordnet werden. Darüber hinaus ist es möglich, dass die Frischluft auf der in das Innere des Trocknertunnels 2005 weisenden Seite eines Fluidstromvorhangs 2021 in einer Schleuse 2011, 2013, 2015 der Anlage 2001 zugeführt wird.

[0100] Zur Erläuterung der vorstehend aufgeführten alternativen Ausführungen der Anlage 2001 werden nachfolgend anhand der Fig. 12 bis Fig. 19 weitere erfindungsgemäße Anlagen zum Trocknen beschrieben:

Die Fig. 12 zeigt eine weitere Anlage 2001' zum Trocknen von Fahrzeugkarossen 2003, die in ihrem Aufbau der Anlage 2001 aus Fig. 11 grundsätzlich entspricht. Soweit die Baugruppen in der Anlage 2001 aus Fig. 11 und in der Anlage 2001' aus Fig. 12 identisch sind, haben diese in der Fig. 11 und der Fig. 12 die gleichen Bezugszeichen. In der Anlage 2001' ist die Leitung 2045 für das Zuführen von Frischluft in das Umluftleitungssystem 2041 über einen Leitungszweig 2045a und einen Leitungszweig 2045b in der Wärmetransfer-Einrichtung 2037 mit der Leitung 2019 für das Zuführen von Frischluft zu den Düsen 2009 verbunden. Durch den Leitungszweig 2045a ist es möglich, mittels des Ventilators 2061 angesaugte Frischluft in die Leitung 2045 einzuspeisen, die in dem Wärmetauscher 2039 der Wärmetransfer-Einrichtung 2031 mit Wärme aus dem in der Heißgasleitung 2036 geführten Reingas aufgeheizt wurde.

[0101] Alternativ oder zusätzlich kann auch durch den Leitungszweig 2045b in der Wärmetransfer-Einrichtung 2037 in die Leitung 2019 mittels des Ventilators 2061 in die Leitung 2045 Frischluft gefördert werden. In diesem Fall wird die mittels des Ventilators 2061 geförderte Frischluft dann nicht oder nur teilweise durch den Wärmetauscher 2039 in der Wärmetransfer-Einrichtung 2037 geführt.

[0102] Die in der Leitung 2019 geführte Frischluft wird in der Anlage 2001' in den Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 so eingeleitet, dass diese über den in den Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 angeordneten Wärmetauscher in den Trocknertunnel 2005 gelangt.

[0103] Die in die Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 eingeleitete Frischluft aus der Leitung 2045 kann damit mit Wärme aus dem in der Heißgasleitung 2036 geführten Reingas aufgeheizt werden.

[0104] In dem Leitungsabschnitt 2019a der Anlage 2001' ist eine Durchflussmesseinrichtung 2062 angeordnet. Die Durchflussmesseinrichtung 2062 steuert ein Stellglied in einer Durchflusssteuereinrichtung 2048. Damit lässt sich in der Anlage 2001' gewährleisten, dass für unterschiedliche Drehzahlen des Ventilators 2061 die Düsen 2009, 2014 für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs 2020, 2021 mit einem gleichbleibenden Frischluftstrom versorgt werden. In der Leitung 2045 ist eine Durchflussmesseinrichtung 2063 angeordnet. Die Durchflussmesseinrichtung 2063 dient für das

Bestimmen der in die Leitung 2045 mittels des Ventilators 2061 eingespeisten Menge an Frischluft.

[0105] In der Anlage 2001' wird über die Durchflusssteuereinrichtung 2048 in die Leitung 2045 eingespeiste Frischluftstrom in Abhängigkeit der mit der Einrichtung 2053 ermittelten Anzahl von Innerhalb des Trocknertunnels 2005 angeordneten Karossen 2003 eingestellt.

[0106] Die Durchflussmesseinrichtungen 2062, 2063 bestimmen die Menge der in die Leitung 2019, 2045 mittels des Ventilators 2061 eingespeisten Frischluft durch Erfassen des Druckabfalls an einer in dem Leitungsabschnitt mit der Durchflussmesseinrichtung 2062, 2063 angeordneten Blende. Es sei bemerkt, dass die Durchflussmesseinrichtung 2062, 2063 für das Erfassen der Strömung von Frischluft alternativ hierzu einen magnetisch induktiven Sensor, eine Ultraschall- Messeinheit oder auch ein Flügelrad enthalten kann.

[0107] Die Fig. 13 zeigt eine weitere Anlage 2001" zum Trocknen, deren Aufbau mit dem Aufbau der vorstehend beschriebenen Anlage 2001' im Wesentlichen identisch ist. Soweit die Baugruppen in den in der Fig. 12 und der Fig. 13 gezeigten Anlagen funktional gleich sind, haben diese in Fig. 12 und Fig. 13 die gleichen Zahlen als Bezugszeichen.

[0108] Anders als in der Anlage 2001' aus Fig. 12 wird in der Anlage 2001" durch die Leitung 2045 für das Zuführen von Frischluft in den Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 die Frischluft austrittsseitig der Wärmetauscher 2039 in das Umluftleitungssystem 2041 eingespeist. In einem Wärmetauscher 2039 einer Wärmetransfer-Einrichtung 2031, 2033, 2035 wird dann nur die durch einen Zufuhrkanal 2041a zugeführte Umluft aus dem Trocknertunnel 2005 aufgeheizt.

[0109] Die Fig. 14 und Fig. 15 zeigen weitere Anlagen 2001"" und 2001"" zum Trocknen, deren Aufbau dem Aufbau der anhand der Fig. 12 und Fig. 13 beschriebenen Anlage entspricht. Funktional gleiche Baugruppen in diesen Anlagen haben hier wiederum die gleichen Bezugszeichen wie die entsprechenden Baugruppen der Anlagen aus Fig. 12 und Fig. 13. In der Anlage 2001"" wird über die Leitung 2045 außerhalb der Wärmetransfer-Einrichtungen 2031, 2033 und 2035 in den Umluftrückführkanal 2041b des Leitungssystems Frischluft eingeleitet. In der Anlage 2001"" ist die Leitung 2045 für das Zuführen von Frischluft in den Trocknertunnel 2005 mit einem Umluftrücksaugkanal 2041a des Leitungssystems 2041 verbunden, durch den die Umluft aus dem Trocknertunnel 2005 in eine Wärmetransfer-Einrichtung 2031, 2033 und 2035 geführt wird.

[0110] Es sei bemerkt, das in einer modifizierten Ausführungsform der Anlage 2001"" aus Fig. 14 oder 2001"" aus Fig. 15 auch vorgesehen sein kann, Frischluft aus einer Leitung 2045 sowohl in einen Umluftrücksaugkanal 2041a als auch einen Umluftrückführkanal 2041b eines Umluftleitungssystems 2041 einzuspeisen. Wenn die Frischluft in einen Umluftrückführkanal 2041b eingespeist wird, muss allerdings gewährleistet sein, dass die betreffende Frischluft erwärmt ist.

[0111] Die in der Fig. 16 gezeigte Anlage 3001 zum Trocknen von Fahrzeugkarossen 3003 hat als Einrichtung für das Erfassen eines Zustandsparameters eines als Prozesskammer wirkenden Trocknertunnels 3005 mehrere Temperatursensoren 3070, 3072, 3074 und 3076. Soweit die Baugruppen in der Anlage 3001 den Baugruppen in der Anlage 2001 aus Fig. 11 funktional entsprechen, sind diese in der Fig. 12 mit in Bezug auf die Fig. 11 um die Zahl 1000 erhöhten Zahlen als Bezugszeichen kenntlich gemacht.

[0112] Die Temperatursensoren 3070, 3072, 3074 und 3076 sind mit der Steuereinrichtung 3046 verbunden. Der Temperatursensor 3070 ist in der Heißgasleitung 3026 zwischen der Heizeinrichtung 3023 und der Wärmetransfer-Einrichtung 3031 angeordnet. Der Temperatursensor 3072 befindet sich in einem Endabschnitt der Heißgasleitung 3026, aus dem das durch die Heißgasleitung 3026 strömende Reingas in die Umweltatmosphäre gelangt. Die Temperatursensoren 3070, 3072 dienen für das Bestimmen der von dem durch die Heißgasleitung 3026 strömenden Reingas in den Trocknertunnel 3005 abgegebenen Wärme, indem die Differenz der mittels dieser Temperatursensoren gemessenen Temperaturen $\Delta T_H = T_1 - T_2$ ermittelt wird. Mit den Temperatursensoren 3074 und 3076 wird die Differenz der Temperaturen $\Delta T_U = T_3 - T_4$ von aus dem Trocknertunnel 3005 strömender Umluft in dem Umluftrücksaugkanal 3041a und mit Frischluft vermischter Umluft bestimmt, die durch den Umluftzufuhrkanal 3041b in den Trocknertunnel 3005 geleitet wird.

[0113] Die Steuereinrichtung 3046 steuert die Drehzahl des Ventilators 3057 in der Leitung 3025 und die Einstellung der Durchflusssteuereinrichtungen 3047 für das Einstellen der in das Leitungssystem 3041 eingespeisten Menge an Frischluft in Abhängigkeit der mittels der Temperatursensoren 3070, 3072, 3074 und 3076 erfassten Temperaturdifferenz $\Delta T_H, \Delta T_U$. Alternativ hierzu kann die Steuereinrichtung 3046 auch als ein Regelkreis ausgeführt werden, der die Drehzahl des Ventilators 3057 in der Leitung 3025 und die Einstellung der Durchflusssteuereinrichtung 3047 aufgrund des Signals der Temperatursensoren 3070, 3072, 3074 und 3076 regelt.

[0114] Die in der Fig. 17 gezeigte Anlage 4001 zum Trocknen von Fahrzeugkarossen 4003 hat als Einrichtung für das Erfassen eines Zustandsparameters eines als Prozesskammer wirkenden Trocknertunnels 4005 eine Waage 4078 für das Bestimmen der Masse von dem Trocknertunnel 4005 zugeführten Fahrzeugkarossen 4003. Soweit die Baugruppen in der Anlage 4001 den Baugruppen in der Anlage 2001 aus Fig. 11 funktional entsprechen, sind diese in der Fig. 13 mit in Bezug auf die Fig. 11 um die Zahl 2000 erhöhte Zahlen als Bezugszeichen kenntlich gemacht.

[0115] Hier steuert die Steuereinrichtung 4046 die Drehzahl des Ventilators 4057 in der Leitung 4025 und die Einstellung der Durchflusssteuereinrichtungen 4047 für das Einstellen der in das Leitungssystem 4041 eingespeisten Menge an

Frischlufft in Abhängigkeit des mittels der Waage 4078 erfassten Masse der in den Trocknertunnel 4005 zugeführten Fahrzeugkarossen 4003.

[0116] Weitere Abwandlungen und Weiterbildungen einer erfindungsgemäßen Anlage können sich unter anderem durch Kombination verschiedener Merkmale der vorstehend beschriebenen vorteilhaften Ausführungsbeispiele ergeben.

[0117] Zusammenfassend sind, unter anderem, folgende Merkmale der Erfindung festzuhalten: Eine Prozesskammer 5, 2005 hat einen Innenraum 39 mit einem Aufnahmebereich 15, 2015a, 2015b, 2016 für Werkstücke 3, 2003. Die Prozesskammer 5, 2005 hat eine Öffnung 12, 14, 2015, 2017 für das Zu- oder Abführen von Werkstücken 3, 2003. Die Prozesskammer 5, 2005 ist mit einer Vorrichtung 17, 19, 25, 29, 33, 37, 35, 2014 für das Einblasen von gasförmigem Fluid in den Innenraum 39 ausgebildet, die wenigstens eine Düse 17, 19, 2014 oder Blende 803 für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs 21, 23, 2021 zwischen der Öffnung 12, 14, 2015, 2017 und dem Aufnahmebereich 15, 2015a, 2015b für Werkstücke 3, 2003 aufweist. Die Prozesskammer 5, 2005 weist eine Einrichtung 74, 2043 für das Zuführen von Frischluft auf, mit der auf einer der Öffnung 12, 14, 2015, 2017 abgewandten Seite des Fluidstromvorhangs 21, 23, 2021 in den Aufnahmebereich 15, 2015a, 2015b Frischluft eingeleitet werden kann.

Bezugszeichenliste:

[0118]

1	Anlage
3	Fahrzeugkarosse
5	Trocknertunnel, Prozesskammer
6	Decke
7	Skid
9	Fördervorrichtung
10	Antrieb
11	Eingangsschleuse
12	Einlass-Öffnung
13	Ausgangsschleuse
14	Auslass-Öffnung
15	Trocknungsabschnitt, Trocknungszone
16, 18	Diffusor
17, 19	Düse
17, 19, 25, 29, 33, 37, 35	Vorrichtung
21, 23	Fluidstromvorhang
25, 27	Frischlufft
29, 31	Kammer
33, 35	Öffnung
37	Horizontale
39	Innenraum
41	Boden
42	Umgebungsluft
43, 44	Heizeinrichtung
45, 47	Steuereinrichtung
49, 51	Sensor
61	Ventilator
74, 74'	Einrichtung
63	Heizeinrichtung
69,71	Temperatursensor
70	Einrichtung
72	Umluftleitungssystem
73	Lösemittelsensor
74	Einrichtung
75	Vorlaufkanal
76, 76'	Leitung
77	Rücklaufkanal
78, 78'	Öffnung
80, 80'	Durchflussteuereinrichtung
201	Rohrleitung

EP 2 844 937 B1

	202	Hauptströmungsebene
	203	Kammer
	204	Ebene
	205	Luftfilter
5	206	Gehäuseblech
	207	Leitblech
	208	Drehachse
	209	Öffnung
	210	Fluidstrom
10	211	Leitkontur, Kontur, Leitblech
	213	Eingangsöffnung
	215	Stirnwandung, Stirnblech
	216	Nebenkammer
	217	Mischkammer
15	219	Fluid
	401	Fluidstromvorhang
	402	Pfeil
	403	Keule
	406	Pfeil
20	407	Strömungswalze
	408	Pfeil
	409	Zentrum
	501	Schleuse, Eingangsschleuse
	503	Düse
25	505	Düsenöffnung
	507	Düsenöffnung
	509	Decke
	507, 509	Düsenöffnungen
	511	Steuerklappe
30	601	Schleuse
	603	Düse
	605	Leitblech
	607	Öffnung, Düse
	608	Decke
35	609	Stirnwandung
	611	das Innere
	612	Firstelement
	613	Mischkammer
	615	Drehgelenk
40	616	Horizontale
	617	Doppelpfeil
	619	Öffnung
	701	Schleuse
	703	Düse
45	704	Strömungskanal
	709	Stirnwandung
	711	das Innere
	713	Mischkammer
	721	Bereich
50	801	Schleuse
	803	Blende
	804	Öffnung
	805	Leitblech
	809	Stirnwandung
55	812	Firstelement
	816	Ausnehmung
	821	Bereich
	900	Trocknertunnels

EP 2 844 937 B1

	901	Schleuse, Ausgangsschleuse
	903, 905, 907	Düse
	909	Frischlufstrom
	910	Decke
5	911, 913, 915	Kanal
	917	Fluidstromvorhang
	1006	Decke
	1009	Öffnung
	1011	Schleuse, Eingangsschleuse
10	1017	Düse
	1039	Innenraum
	1041	Boden
	1209	Öffnung
	1210	Diffusor
15	1211	Leitblech
	1213	Öffnung, Eingangsöffnung
	1215	Firstwandung
	1216	Nebenkammer
	1217	Mischkammer
20	1218	Strömungsleitelement, Strömungsflügel
	1220	Silhouettenwandung, Pfeil
	1222	Achse
	1224	Pfeil
	1401	Fluidstromvorhang
25	1402	Pfeil
	1403	Keule
	1406	Pfeil
	1407	Strömungswalze
	1408	Pfeil
30	1409	Zentrum, Rotationszentrum
	2001, 2001' 2001", 2001'", 2001'''	Anlage
	2003	Fahrzeugkarosse, Werkstück
	2005	Trocknertunnel, Prozesskammer
	2007	Temperatursensor
35	2009	Düse
	2011, 2012, 2013, 2015	Schleuse
	2014	Düse
	2015a, 2015b	Trocknungsabschnitt, Aufnahmebereich
	2015, 2017	Öffnung
40	2016	Haltezone
	2018	Diffusor
	2019	Leitung
	2019a	Leitungsabschnitt
	2020	Fluidstromvorhang
45	2021	Fluidstromvorhang
	2023	Heizeinrichtung
	2025	Leitung
	2027	Wärmetauscher
	2029	Brennkammer
50	2031, 2033, 2035	Wärmetransfer-Einrichtung
	2036, 2038	Heißgasleitung
	2037	Wärmetransfer-Einrichtung
	2039	Wärmetauscher
	2041	Umluftleitungssystem
55	2041a	Umluftrücksaugkanal
	2041b	Umluftzufuhrkanal
	2043	Einrichtung
	2045	Leitung

	2045a, 2045b	Leitungszweig
	2046	Steuereinrichtung
	2047, 2048	Durchflussteuereinrichtung
	2049	Steuerkreis
5	2051, 2053	Einrichtung
	2052, 2055	Drosselklappe
	2056, 2059	Steuermodul
	2057, 2061	Ventilator
	2062, 2063	Durchflussmesseinrichtung
10	3001	Anlage
	3003	Fahrzeugkarosse, Werkstück
	3005	Trocknertunnel, Prozesskammer
	3023	Heizeinrichtung
	3025, 3045	Leitung
15	3026	Heißgasleitung
	3031	Wärmetransfer-Einrichtung
	3041	Leitungssystem
	3041a	Umluftücksaugkanal
	3041b	Umluftzufuhrkanal
20	3046	Steuereinrichtung
	3047	Drosselklappen
	3057	Ventilator
	3070, 3072, 3074 und 3076	Temperatursensor
	4001	Anlage
25	4003	Fahrzeugkarosse, Werkstück
	4005	Trocknertunnel, Prozesskammer
	4025, 4045	Leitung
	4041	Leitungssystem
	4046	Steuereinrichtung
30	4047	Drosselklappe
	4057	Ventilator
	4078	Waage

35 Patentansprüche

1. Anlage (1, 2001) mit einer Prozesskammer (5, 2005), die einen Innenraum (39) mit einem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b, 2016) für Werkstücke (3, 2003) umfasst und die eine Öffnung (12, 14, 2015, 2017) für das Zu- oder Abführen von Werkstücken (3, 2003) hat; und

40 mit einer Vorrichtung (17, 19, 25, 29, 33, 37, 35, 2014) für das Einblasen von gasförmigem Fluid in den Innenraum (39), die wenigstens eine Düse (17, 19, 2014) oder Blende (803) für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs (21, 23, 2021) zwischen der Öffnung (12, 14, 2015, 2017) und dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) für Werkstücke (3, 2003) aufweist,

45 mit einer Einrichtung (70, 2031, 2033, 2035) für das Umwälzen von gasförmigem Fluid in dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) durch ein mit dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) kommunizierendes Umluftleitungssystem (72, 2041), das einen in den Aufnahmebereich (15) mündenden Vorlaufkanal (75) und einen an den Aufnahmebereich angeschlossenen Rücklaufkanal (77) hat, in dem das umgewälzte gasförmige Fluid durch eine Einrichtung (2031, 2033) für das Temperieren, insbesondere für das Erwärmen von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) geführt ist,

50 **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Einrichtung (70, 2031, 2033, 2035) für das Umwälzen von gasförmigem Fluid in dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) mit einer Einrichtung (74, 2043) für das Zuführen von Frischluft verbunden ist,

mit der auf einer der Öffnung (12, 14, 2015, 2017) abgewandten Seite des Fluidstromvorhangs (21, 23, 2021) in den Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) Frischluft eingeleitet werden kann und die für das Zuführen von Frischluft

55 wenigstens eine mit dem Aufnahmebereich (15, 2015a, 2015b) kommunizierende Leitung (78, 2045) enthält, die eine Öffnung für das Ansaugen von Frischluft aufweist und eine Durchflussteuereinrichtung (80, 2047) hat.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (76) mit der Öffnung (78) für das Ansaugen

von Frischluft in einen Umluftrücklaufkanal (77) in dem Umluftleitungssystem (72) mündet.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflusssteuereinrichtung (80, 2047) mit einem Steuer- oder Regelkreis (45, 2049) verbunden ist, der das Signal einer Einrichtung (49, 69, 73, 2051) für das Erfassen eines Zustandsparameters der Prozesskammer (5, 2005) erhält und der die Menge der in den Aufnahmebereich (15) über die Einrichtung für das Zuführen von Frischluft eingeleiteten Frischluft mittels der Durchflusssteuereinrichtung (80, 2047) in Abhängigkeit wenigstens eines erfassten Zustandsparameters steuert oder regelt.
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (2051) für das Erfassen eines Zustandsparameters der Prozesskammer (5, 2005) aus der nachfolgend angegebenen Gruppe ausgelegt ist:
 - i. Kohlenstoffgehalt und/oder Lösemittelgehalt der Atmosphäre in dem Aufnahmebereich (2015a, 2015b, 2016);
 - ii. Anzahl und/oder Gewicht und/oder Typ und/oder Größe der Oberfläche von in dem Aufnahmebereich angeordneten Werkstücken (2003);
 - iii. Anzahl und/oder Gewicht und/oder Typ und/oder Größe der Oberfläche von dem Aufnahmebereich pro Zeiteinheit zugeführten Werkstücken (2003);
 - iv. Temperatur der Abluft aus der Brennkammer (2029) eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft;
 - v. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid, das dem Aufnahmebereich (2015a) entnommen und das dem Aufnahmebereich (2015a) wieder zugeführt wird;
 - vi. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich (2015a), das einer Brennkammer (2029) eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft zugeführt wird, und von Abluft aus der Brennkammer (2029) des Brenners;
 - vii. Wärmemenge pro Zeiteinheit, die der Prozesskammer (2005) zugeführt wird.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum (39) tunnelförmig gestaltet ist und einen Boden (41) sowie eine Decke (6) aufweist, wobei die wenigstens eine Düse (17, 19) oder Blende (803) eine Schlitzform hat, die das gasförmige Fluid über die Decke (6) mit einer in Bezug auf den Boden (41) schrägen Strömungsrichtung (402) in den Innenraum (39) zuführt, und das in den Innenraum (39) zugeführte gasförmige Fluid auf der zu der Öffnung (12, 14) weisenden Seite des Fluidstromvorhangs (21, 23) eine Strömungswalze (407) aus Luft erzeugt, die wenigstens teilweise mit eingeblasenem Fluid vermischt ist.
6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in den Innenraum (39) zugeführte gasförmige Fluid Frischluft ist und/oder dass das über die wenigstens eine Düse (17, 19) oder Blende (803) in den Innenraum (39) eingeblasene gasförmige Fluid durch einen Diffusor (16, 2018) in den Innenraum (39) geführt ist, wobei das durch den Diffusor (16, 2018) in den Innenraum (39) eingeblasene gasförmige Fluid an einer Leitkontur (606) in den Innenraum (39) geführt ist.
7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitkontur (606) an einem schwenkbaren Leitflügel (605) ausgebildet ist.
8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der zu der Öffnung (213, 1213) weisenden Seite der Leitkontur (211, 1211) eine Wandung (215, 1215) angeordnet ist, die mit der Leitkontur (211, 1211) einen Diffusor (16, 18) mit einer Mischkammer (217, 1217) definiert, in der Fluid aus der Strömungswalze (407, 1407) mit Luft aus dem Bereich der Öffnung (213, 1213) vermischt wird.
9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer der Mischkammer (217) abgewandten Seite der Leitkontur (211) eine als Totraum für gasförmiges Fluid wirkende Nebenkammer (216) ausgebildet ist, und/oder dass in der Mischkammer (1217) ein Leitflügel (1218) angeordnet ist, der mit gasförmigem Fluid aus der Strömungswalze (1407) angeströmt wird und der das Fluid aus der Strömungswalze (1407) in den Fluidstromvorhang (1401) zurückführt.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflusssteuereinrichtung eine Drosselklappe (80, 2047) und/oder ein einstellbares Gebläse umfasst, und/oder dass der Aufnahmebereich in einen ersten Aufnahmebereich (2015a) und einen weiteren Aufnahmebereich (2015b) unterteilt ist und die Vorrichtung (2014) für das Einblasen von gasförmigem Fluid in den Innenraum den Fluidstromvorhang (2021) zwischen dem ersten Aufnahmebereich (2015a) und dem weiteren Aufnahmebereich (2015b) erzeugt, und/oder

dass die wenigstens eine Düse (503) eine Einrichtung (511) für das Einstellen der durch die Düse (503) hindurchtretenden Strömungsmenge für Fluid aufweist und/oder dass mehrere Düsen (903, 905, 907) mit einer Einrichtung für das Einstellen der durch die Düse hindurchtretenden Strömungsmenge für Fluid vorgesehen sind, um den Fluidstromvorhang zwischen der Eingangsöffnung und dem Aufnahmebereich für Werkstücke (912) in verschiedenen Abschnitten unterschiedlich einzustellen, und/oder
 dass für das Steuern einer in dem Innenraum (1039) ausgebildeten Fluidströmung eine schwenkbare Strömungsbarriere (1220) vorgesehen ist, und/oder
 dass die Vorrichtung für das Einblasen von gasförmigen Fluid eine Heizeinrichtung (43, 44) für das Erwärmen des gasförmigen Fluids aufweist, und/oder
 dass die Anlage als Trocknungs- und/oder Härungsanlage und/oder Lackieranlage ausgebildet ist.

11. Verfahren zum Betrieb einer Anlage gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem für das Erzeugen des Fluidstromvorhangs (21, 23, 2021) mit Druck beaufschlagtes gasförmiges Fluid durch die Düse (17, 19) oder Blende (803) geführt wird und bei dem in einer zu der Düse (17, 19) benachbart angeordneten Mischkammer (217) Luft aus dem Bereich einer Öffnung (213) oder dem Innenraum (39) der Prozesskammer (5) dem aus der Düse (17, 19) strömendem gasförmigen Fluid beigemischt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das durch die Düse (17, 19) geführte gasförmige Fluid an einer die Mischkammer (217) begrenzenden Leitkontur (211) entlang geführt wird, welche insbesondere die Mischkammer (217) von einer als Totraum für gasförmiges Fluid wirkenden hierzu benachbart angeordneten Nebenkammer (216) trennt.
13. Verfahren zum Betrieb einer Anlage nach Anspruch 11 oder 12, bei dem ein durch die Düse (17, 19) oder Blende (803) geführter Strom von gasförmigem Fluid für das Erzeugen eines Fluidstromvorhangs (21, 23) zwischen der Öffnung (12, 14) und dem Aufnahmebereich (15) für Werkstücke (3) gedrosselt oder unterbrochen wird und/oder bei dem die Richtung des Fluidstromvorhangs (21, 23) geändert wird, wenn ein Werkstück (3) durch die Öffnung (12, 14) bewegt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem der Fluidstromvorhang (21, 23, 2021) mit einer im zeitlichen Mittel über einen Zeitraum hinweg gleichbleibenden Frischluftmenge erzeugt wird, die durch die Düse (17, 19) oder die Blende (803) geführt wird, und bei dem mit der Einrichtung (74, 2043) für das Zuführen von Frischluft in den Innenraum (39) in dem Zeitraum eine variable Frischluftmenge zugeführt wird, die in Abhängigkeit eines Prozesskammer-Betriebszustandsparameters aus der nachfolgend angegebenen Gruppe gesteuert oder geregelt wird:
 - i. Kohlenstoffgehalt und/oder Lösemittelgehalt der Atmosphäre in dem Aufnahmebereich (2015a, 2015b, 2016);
 - ii. Anzahl und/oder Gewicht von in dem Aufnahmebereich angeordneten Werkstücken (2003);
 - iii. Anzahl und/oder Gewicht von dem Aufnahmebereich pro Zeiteinheit zugeführten Werkstücken (2003);
 - iv. Temperatur der Abluft aus der Brennkammer (2029) eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft;
 - v. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid, das dem Aufnahmebereich (2015a) entnommen und das dem Aufnahmebereich (2015a) wieder zugeführt wird;
 - vi. Temperaturdifferenz von gasförmigem Fluid aus dem Aufnahmebereich (2015a), das einer Brennkammer (2029) eines Brenners in einer Einrichtung für das Temperieren von Umluft zugeführt wird, und von Abluft aus der Brennkammer (2029) des Brenners;
 - vii. Wärmemenge pro Zeiteinheit, die der Prozesskammer (2005) zugeführt wird.

Claims

1. Installation (1, 2001) having a process chamber (5, 2005) which comprises an inner space (39) having a receiving region (15, 2015a, 2015b, 2016) for workpieces (3, 2003) and which has an opening (12, 14, 2015, 2017) for the supply or discharge of workpieces (3, 2003); and which has a device (17, 19, 25, 29, 33, 37, 35, 2014) for the introduction of gaseous fluid into the inner space (39), which device has at least one nozzle (17, 19, 2014) or aperture (803) for the production of a fluid stream curtain (21, 23, 2021) between the opening (12, 14, 2015, 2017) and the receiving region (15, 2015a, 2015b) for workpieces (3, 2003), which has a device (70, 2031, 2033, 2035) for agitating gaseous fluid in the receiving region (15, 2015a, 2015b) by means of a circulating air line system (72, 2041) which communicates with the receiving region (15, 2015a, 2015b)

and which has a feed channel (75) which opens in the receiving region (15) and a return channel (77) which is connected to the receiving region and in which the agitated gaseous fluid is guided through a device (2031, 2033) for temperature control, in particular for heating gaseous fluid from the receiving region (15, 2015a, 2015b),

characterized in that

the device (70, 2031, 2033, 2035) for agitating gaseous fluid in the receiving region (15, 2015a, 2015b) is connected to a device (74, 2043) for the supply of fresh air, with which device fresh air can be introduced into the receiving region (15, 2015a, 2015b) at a side of the fluid stream curtain (21, 23, 2021), which side faces away from the opening (12, 14, 2015, 2017), and which contains at least one line (78, 2045) which communicates with the receiving region (15, 2015a, 2015b) and which has an opening for drawing in fresh air and which has a throughflow control device (80, 2047).

2. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the line (76) with the opening (78) for drawing in fresh air opens into a circulating air return channel (77) in the circulating air line system (72).

3. Installation according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the throughflow control device (80, 2047) is connected to a control or regulation circuit (45, 2049) which receives the signal of a device (49, 69, 73, 2051) for detecting a status parameter of the process chamber (5, 2005) and which controls or regulates the quantity of fresh air which is introduced into the receiving region (15) via the device for supplying fresh air by means of the throughflow control device (80, 2047) in accordance with at least one detected status parameter.

4. Installation according to Claim 3, **characterized in that** the device (2051) is configured for detecting a status parameter of the process chamber (5, 2005) from the group set out below:

- i. carbon content and/or solvent content of the atmosphere in the receiving region (2015a, 2015b, 2016);
- ii. number and/or weight and/or type and/or size of the surface of workpieces (2003) which are arranged in the receiving region;
- iii. number and/or weight and/or type and/or size of the surface of workpieces (2003) supplied to the receiving region per time unit;
- iv. temperature of the exhaust air from the combustion chamber (2029) of a burner in a device for the temperature control of circulating air;
- v. temperature difference of gaseous fluid which is removed from the receiving region (2015a) and which is supplied to the receiving region (2015a) again;
- vi. temperature difference of gaseous fluid from the receiving region (2015a) which is supplied to a combustion chamber (2029) of a burner in a device for the temperature control of circulating air, and of exhaust air from the combustion chamber (2029) of the burner;
- vii. heat quantity per time unit which is supplied to the process chamber (2005).

5. Installation according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the inner space (39) is constructed so as to be of tunnel-like form and has a base (41) and a cover (6), wherein the at least one nozzle (17, 19) or aperture (803) is in the form of a slot which supplies the gaseous fluid to the inner space (39) via the cover (6) with a flow direction (402) which is oblique in relation to the base (41) and the gaseous fluid which is supplied to the inner space (39) produces a flow eddy (407) which comprises air and which is at least partially mixed with introduced fluid at the side of the fluid stream curtain (21, 23), which side is directed toward the opening (12, 14).

6. Installation according to Claim 5, **characterized in that** the gaseous fluid which is supplied to the inner space (39) is fresh air and/or **in that** the gaseous fluid which is introduced into the inner space (39) via the at least one nozzle (17, 19) or aperture (803) is guided by a diffuser (16, 2018) into the inner space (39), wherein the gaseous fluid which is introduced into the inner space (39) through the diffuser (16, 2018) is guided into the inner space (39) on a guiding contour (606).

7. Installation according to Claim 6, **characterized in that** the guiding contour (606) is formed on a pivotable guiding wing (605).

8. Installation according to Claim 6 or 7, **characterized in that** a wall (215, 1215) which defines with the guiding contour (211, 1211) a diffuser (16, 18) having a mixing chamber (217, 1217), in which fluid from the flow eddy (407, 1407) is mixed with air from the region of the opening (213, 1213), is arranged at the side of the guiding contour (211, 1211), which side is directed toward the opening (213, 1213).

9. Installation according to Claim 8, **characterized in that** an auxiliary chamber (216) which acts as a dead space for gaseous fluid is formed at a side of the guiding contour (211) directed away from the mixing chamber (217), and/or **in that** a guiding wing (1218) which is subjected to flow with gaseous fluid from the flow eddy (1407) and which guides the fluid back from the flow eddy (1407) into the fluid stream curtain (1401) is arranged in the mixing chamber (1217).
10. Installation according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the throughflow control device comprises a throttle valve (80, 2047) and/or an adjustable fan, and/or **in that** the receiving region is subdivided into a first receiving region (2015a) and an additional receiving region (2015b) and the device (2014) for introducing gaseous fluid into the inner space produces the fluid stream curtain (2021) between the first receiving region (2015a) and the additional receiving region (2015b), and/or **in that** the at least one nozzle (503) has a device (511) for adjusting the flow quantity which is introduced through the nozzle (503) for fluid, and/or **in that** a plurality of nozzles (903, 905, 907) having a device for adjusting the flow quantity which is introduced through the nozzle for fluid are provided in order to adjust the fluid stream curtain in different manners in different portions between the inlet opening and the receiving region for workpieces (912), and/or **in that** a pivotable flow barrier (1220) is provided for controlling a fluid flow which is formed in the inner space (1039), and/or **in that** the device for introducing gaseous fluid has a heating device (43, 44) for heating the gaseous fluid, and/or **in that** the installation is in the form of a drying and/or hardening installation and/or painting installation.
11. Method for operating an installation according to one of Claims 1 to 10, wherein for producing the fluid stream curtain (21, 23, 2021) gaseous fluid which is acted on with pressure is guided through the nozzle (17, 19) or aperture (803) and wherein, in a mixing chamber (217) arranged adjacent to the nozzle (17, 19), air from the region of an opening (213) or the inner space (39) of the process chamber (5) is added to the gaseous fluid which flows out of the nozzle (17, 19).
12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the gaseous fluid which is guided through the nozzle (17, 19) is guided along a guiding contour (211) which delimits the mixing chamber (217) and which separates in particular the mixing chamber (217) from an auxiliary chamber (216) which is arranged adjacent thereto and which acts as a dead space for gaseous fluid.
13. Method for operating an installation according to Claim 11 or 12, wherein a stream of gaseous fluid guided through the nozzle (17, 19) or aperture (803) for producing a fluid stream curtain (21, 23) between the opening (12, 14) and the receiving region (15) for workpieces (3) is throttled or interrupted and/or wherein the direction of the fluid stream curtain (21, 23) is changed if a workpiece (3) is moved through the opening (12, 14).
14. Method according to one of Claims 11 to 13, wherein the fluid stream curtain (21, 23, 2021) is produced with a quantity of fresh air which remains constant in terms of the mean time over a time period and which is guided through the nozzle (17, 19) or the aperture (803), and wherein a variable quantity of fresh air, which is controlled or regulated in accordance with a process chamber operating state parameter from the group set out below, is supplied with the device (74, 2043) for supplying fresh air to the inner space (39) during the time period:
- i. carbon content and/or solvent content of the atmosphere in the receiving region (2015a, 2015b, 2016);
 - ii. number and/or weight of workpieces (2003) which are arranged in the receiving region;
 - iii. number and/or weight of workpieces (2003) supplied to the receiving region per time unit;
 - iv. temperature of the exhaust air from the combustion chamber (2029) of a burner in a device for the temperature control of circulating air;
 - v. temperature difference of gaseous fluid which is removed from the receiving region (2015a) and which is supplied to the receiving region (2015a) again;
 - vi. temperature difference of gaseous fluid from the receiving region (2015a) which is supplied to a combustion chamber (2029) of a burner in a device for the temperature control of circulating air; and of exhaust air from the combustion chamber (2029) of the burner;
 - vii. heat quantity per time unit which is supplied to the process chamber (2005).

Revendications

1. Installation (1, 2001) pourvue d'une chambre de traitement (5, 2005), qui comprend un espace intérieur (39) avec

une zone de réception (15, 2015a, 2015b, 2016) pour des pièces d'oeuvre (3, 2003) et qui comporte une ouverture (12, 14, 2015, 2017) pour l'admission et l'évacuation de pièces d'oeuvre (3, 2003); et

un dispositif (17, 19, 25, 29, 33, 37, 35, 2014) pour l'insufflation de fluide gazeux dans l'espace intérieur (39), qui présente au moins une buse (17, 19, 2014) ou un obturateur (803) pour la production d'un rideau de courant de fluide (21, 23, 2021) entre l'ouverture (12, 14, 2015, 2017) et la zone de réception (15, 2015a, 2015b) pour des pièces d'oeuvre (3, 2003),

avec un dispositif (70, 2031, 2033, 2035) pour faire circuler du fluide gazeux dans la zone de réception (15, 2015a, 2015b) au moyen d'un système de conduites de circulation d'air (72, 2041) communicant avec la zone de réception (15, 2015a, 2015b), qui comporte un canal d'arrivée (75) débouchant dans la zone de réception (15) et un canal de retour (77) raccordé à la zone de réception, dans lequel le fluide gazeux en circulation est guidé hors de la zone de réception (15, 2015a, 2015b) par un dispositif (2031, 2033) pour le réglage de la température, en particulier pour le chauffage de fluide gazeux,

caractérisée en ce que

le dispositif (70, 2031, 2033, 2035) pour faire circuler du fluide gazeux dans la zone de réception (15, 2015a, 2015b) est relié à un dispositif (74, 2043) pour la fourniture d'air frais, avec lequel de l'air frais peut être introduit dans la zone de réception (15, 2015a, 2015b) sur un côté du rideau de courant de fluide (21, 23, 2021) situé à l'opposé de l'ouverture (12, 14, 2015, 2017) et qui comprend pour la fourniture d'air frais au moins une conduite (78, 2045) communicant avec la zone de réception (15, 2015a, 2015b), qui présente une ouverture pour l'aspiration d'air frais et qui comporte un dispositif de commande de débit (80, 2047).

2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la conduite (76) débouche avec l'ouverture (78) pour l'aspiration d'air frais dans un canal de retour d'air de circulation (77) dans le système de conduites de circulation d'air (72).

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande de débit (80, 2047) est relié à un circuit de commande ou de régulation (45, 2049), qui reçoit le signal d'un dispositif (49, 69, 73, 2051) pour la détection d'un paramètre d'état de la chambre de traitement (5, 2005) et qui commande ou régule la quantité d'air frais introduite dans la zone de réception (15) par le dispositif pour la fourniture d'air frais au moyen du dispositif de commande de débit (80, 2047) en fonction d'au moins un paramètre d'état détecté.

4. Installation selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le dispositif (2051) est conçu pour la détection d'un paramètre d'état de la chambre de traitement (5, 2005) choisi dans le groupe indiqué ci-dessous:

- i. teneur en carbone et/ou teneur en solvant de l'atmosphère dans la zone de réception (2015a, 2015b, 2016);
- ii. nombre et/ou poids et/ou type et/ou grandeur de la surface de pièces d'oeuvre (2003) disposées dans la zone de réception;
- iii. nombre et/ou poids et/ou type et/ou grandeur de la surface de pièces d'oeuvre (2003) fournies à la zone de réception par unité de temps;
- iv. température de l'air d'échappement de la chambre de combustion (2029) d'un brûleur dans un dispositif pour régler la température de l'air de circulation;
- v. différence de température de fluide gazeux, qui est prélevé dans la zone de réception (2015a) et qui est de nouveau fourni à la zone de réception (2015a);
- vi. différence de température de fluide gazeux provenant de la zone de réception (2015a), qui est fourni à une chambre de combustion (2029) d'un brûleur dans un dispositif pour régler la température de l'air de circulation, et de l'air d'échappement de la chambre de combustion (2029) du brûleur;
- vii. quantité de chaleur par unité de temps, qui est fournie à la chambre de traitement (2005).

5. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'espace intérieur (39) est configuré en forme de tunnel et présente un fond (41) et un plafond (6), dans laquelle ladite au moins une buse (17, 19) ou ledit au moins un obturateur (803) a la forme d'une fente, qui fournit le fluide gazeux dans l'espace intérieur (39) via le plafond (6) avec une direction d'écoulement (402) oblique par rapport au fond (41), et le fluide gazeux fourni dans l'espace intérieur (39) produit sur le côté du rideau de courant de fluide (21, 23) tourné vers l'ouverture (12, 14) un rouleau d'écoulement (407) d'air, qui est au moins en partie mélangé à du fluide insufflé.

6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le fluide gazeux fourni dans l'espace intérieur (39) est de l'air frais et/ou **en ce que** le fluide gazeux insufflé dans l'espace intérieur (39) par ladite au moins une buse (17, 19) ou par ledit au moins un obturateur (803) est guidé dans l'espace intérieur (39) par un diffuseur (16, 2018), dans laquelle le fluide gazeux insufflé dans l'espace intérieur (39) par le diffuseur (16, 2018) est guidé sur un contour de

guidage (606) dans l'espace intérieur (39).

7. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le contour de guidage (606) est formé sur une aube directrice pivotante (605).

8. Installation selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce qu'**une paroi (215, 1215) est disposée sur le côté du contour de guidage (211, 1211) tournée vers l'ouverture (213, 1213), qui définit avec le contour de guidage (211, 1211) un diffuseur (16, 18) avec une chambre de mélange (217, 1217), dans laquelle du fluide provenant du rouleau d'écoulement (407, 1407) est mélangé à de l'air provenant de la région de l'ouverture (213, 1213).

9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce qu'**une chambre secondaire (216) faisant office d'espace mort pour du fluide gazeux est formée sur un côté du contour de guidage (211) situé à l'opposé de la chambre de mélange (217), et/ou **en ce qu'**une aube directrice (1218) est disposée dans la chambre de mélange (1217), et est abordée par du fluide gazeux provenant du rouleau d'écoulement (1407) et renvoie le fluide du rouleau d'écoulement (1407) dans le rideau de courant de fluide (1401).

10. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande de débit comprend un clapet d'étranglement (80, 2047) et/ou une soufflante réglable, et/ou **en ce que** la zone de réception est divisée en une première zone de réception (2015a) et une autre zone de réception (2015b) et le dispositif (2014) pour l'insufflation de fluide gazeux dans l'espace intérieur produit le rideau de courant de fluide (2021) entre la première zone de réception (2015a) et l'autre zone de réception (2015b), et/ou **en ce que** ladite au moins une buse (503) présente un dispositif (511) pour le réglage de la quantité d'écoulement de fluide traversant la buse (503) et/ou **en ce qu'**il est prévu plusieurs buses (903, 905, 907) avec un dispositif pour le réglage de la quantité d'écoulement de fluide traversant la buse, afin de régler différemment le rideau de courant de fluide entre l'ouverture d'entrée et la zone de réception pour des pièces d'oeuvre (912) dans différentes parties, et/ou **en ce qu'**il est prévu pour la commande d'un écoulement de fluide formé dans l'espace intérieur (1039) une barrière d'écoulement pivotante (1220), et/ou **en ce que** le dispositif pour l'insufflation de fluide gazeux présente un dispositif de chauffage (43, 44) pour le chauffage du fluide gazeux, et/ou **en ce que** l'installation est constituée par une installation de séchage et/ou de durcissement et/ou de laquage.

11. Procédé pour faire fonctionner une installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel on guide un fluide gazeux mis sous pression à travers la buse (17, 19) ou l'obturateur (803) pour produire le rideau de courant de fluide (21, 23, 2021) et dans lequel on mélange dans une chambre de mélange (217) disposée à proximité de la buse (17, 19) de l'air provenant de la région d'une ouverture (213) ou de l'espace intérieur (39) de la chambre de traitement (5) avec le fluide gazeux sortant de la buse (17, 19).

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'on guide le fluide gazeux guidé à travers la buse (17, 19) le long d'un contour de guidage (211) limitant la chambre de mélange (217), qui sépare en particulier la chambre de mélange (217) d'une chambre secondaire (216) disposée à proximité de celle-ci et faisant office d'espace mort pour du fluide gazeux.

13. Procédé pour faire fonctionner une installation selon la revendication 11 ou 12, dans lequel on étrangle ou on interrompt un courant de fluide gazeux guidé à travers la buse (17, 19) ou l'obturateur (803) pour la production d'un rideau de courant de fluide (21, 23) entre l'ouverture (12, 14) et la zone de réception (15) pour des pièces d'oeuvre (3) et/ou dans lequel on change la direction du rideau de courant de fluide (21, 23) lorsqu'une pièce d'oeuvre (3) est déplacée à travers l'ouverture (12, 14).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel on produit le rideau de courant de fluide (21, 23, 2021) avec une quantité d'air frais restant constante en moyenne temporelle sur une période de temps, que l'on guide à travers la buse (17, 19) ou l'obturateur (803), et dans lequel on ajoute avec le dispositif (74, 2043) pour l'introduction d'air frais dans l'espace intérieur (39) pendant la période de temps une quantité variable d'air frais, que l'on commande ou que l'on régule en fonction d'un paramètre d'état de la chambre de traitement choisi dans le groupe indiqué ci-dessous:

- i. teneur en carbone et/ou teneur en solvant de l'atmosphère dans la zone de réception (2015a, 2015b, 2016);
- ii. nombre et/ou poids de pièces d'oeuvre (2003) disposées dans la zone de réception;

EP 2 844 937 B1

- iii. nombre et/ou poids de pièces d'oeuvre (2003) fournies à la zone de réception par unité de temps;
- iv. température de l'air d'échappement de la chambre de combustion (2029) d'un brûleur dans un dispositif pour régler la température de l'air de circulation;
- v. différence de température de fluide gazeux, qui est prélevé dans la zone de réception (2015a) et qui est de nouveau fourni à la zone de réception (2015a);
- vi. différence de température de fluide gazeux provenant de la zone de réception (2015a), qui est fourni à une chambre de combustion (2029) d'un brûleur dans un dispositif pour régler la température de l'air de circulation, et de l'air d'échappement de la chambre de combustion (2029) du brûleur;
- vii. quantité de chaleur par unité de temps, qui est fournie à la chambre de traitement (2005).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

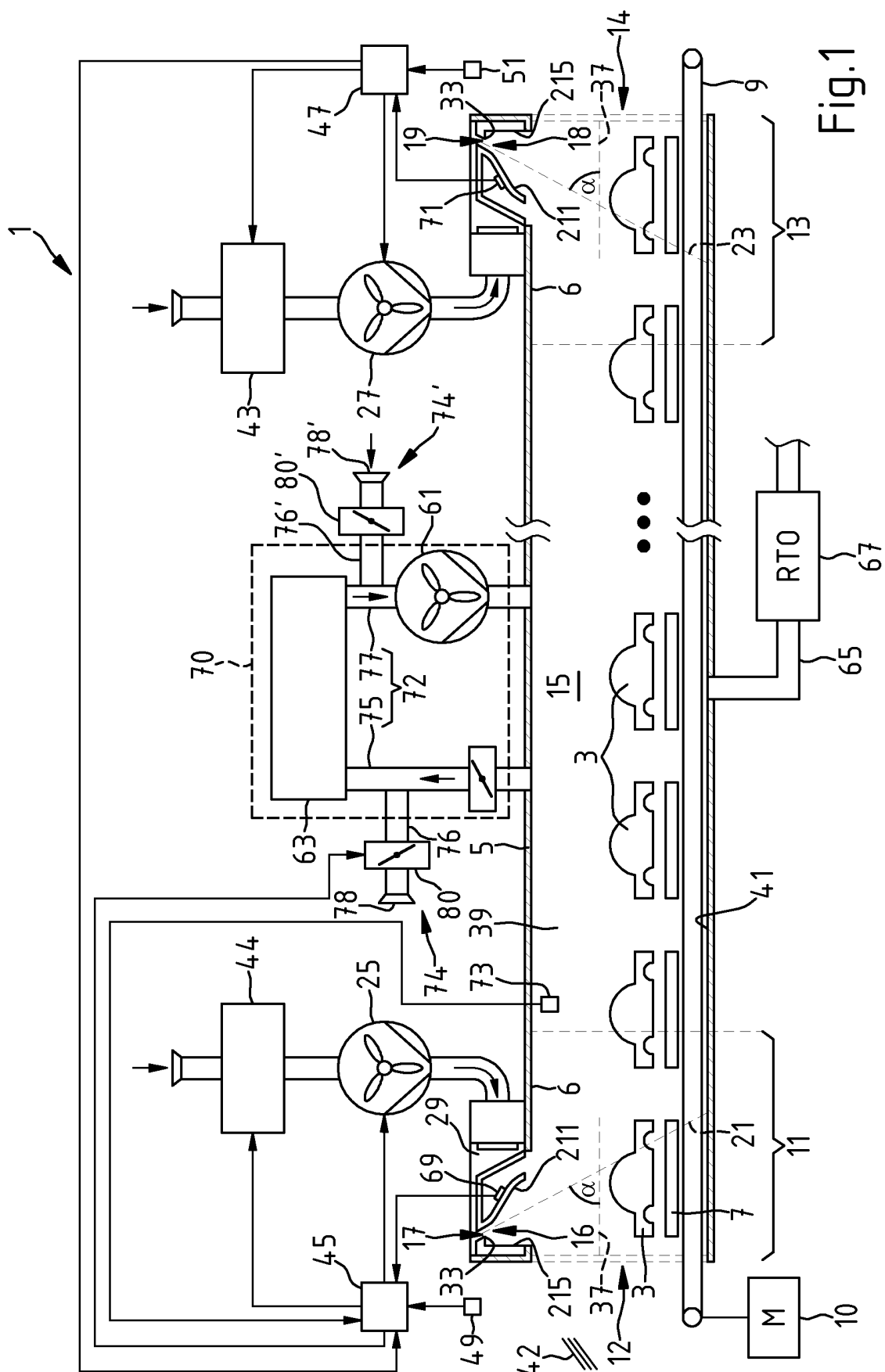


Fig.1

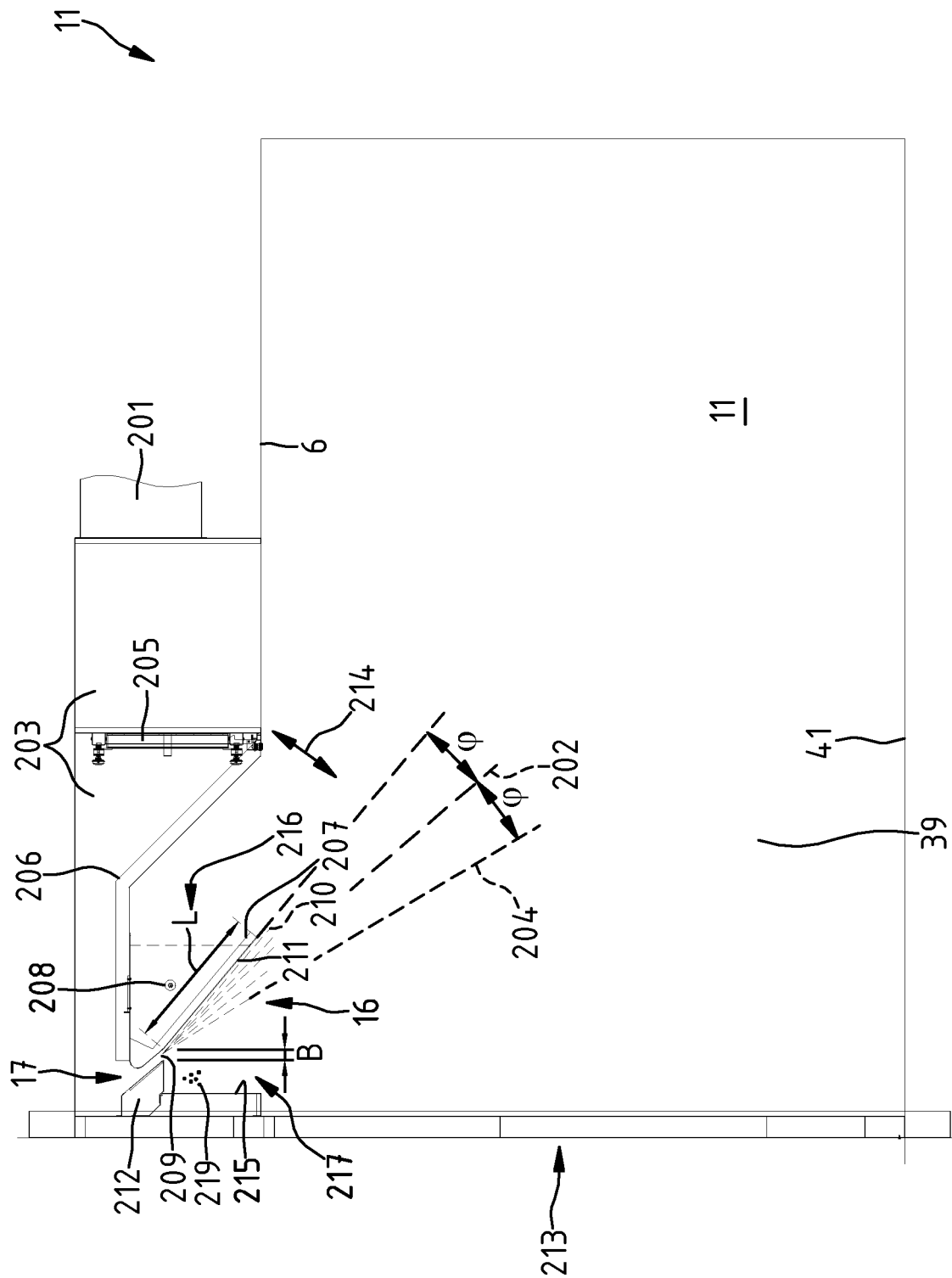


Fig. 2

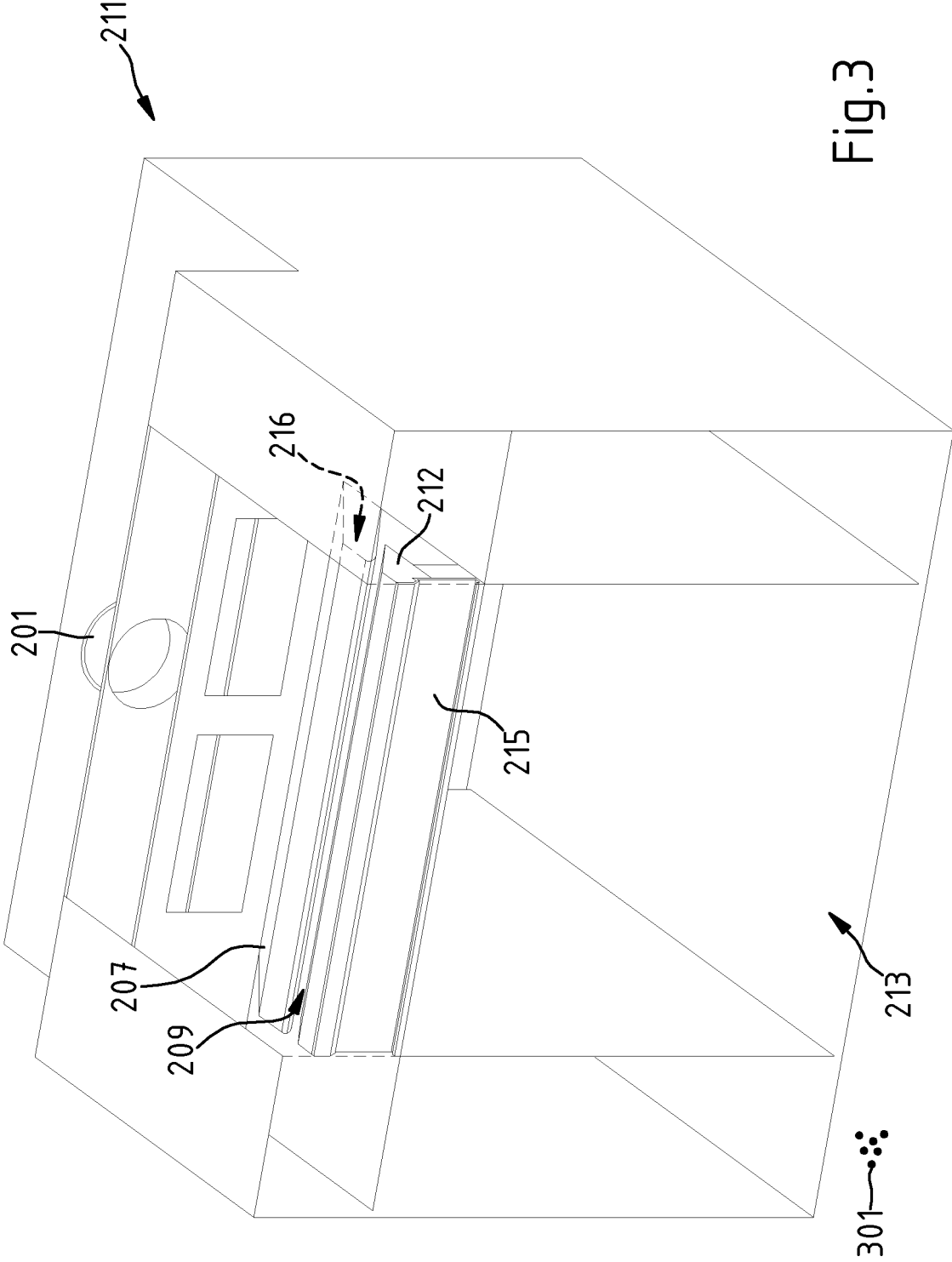
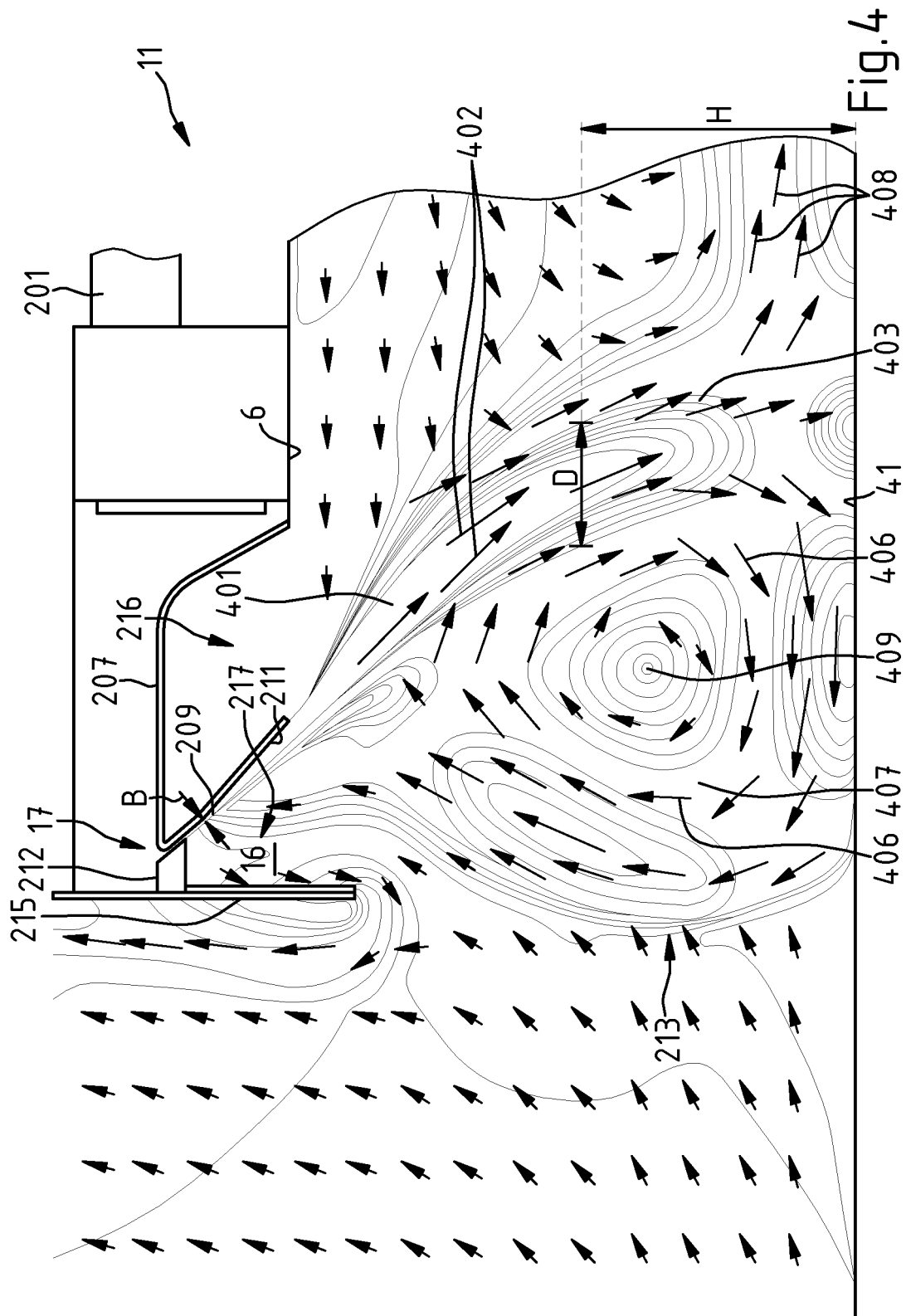


Fig. 3



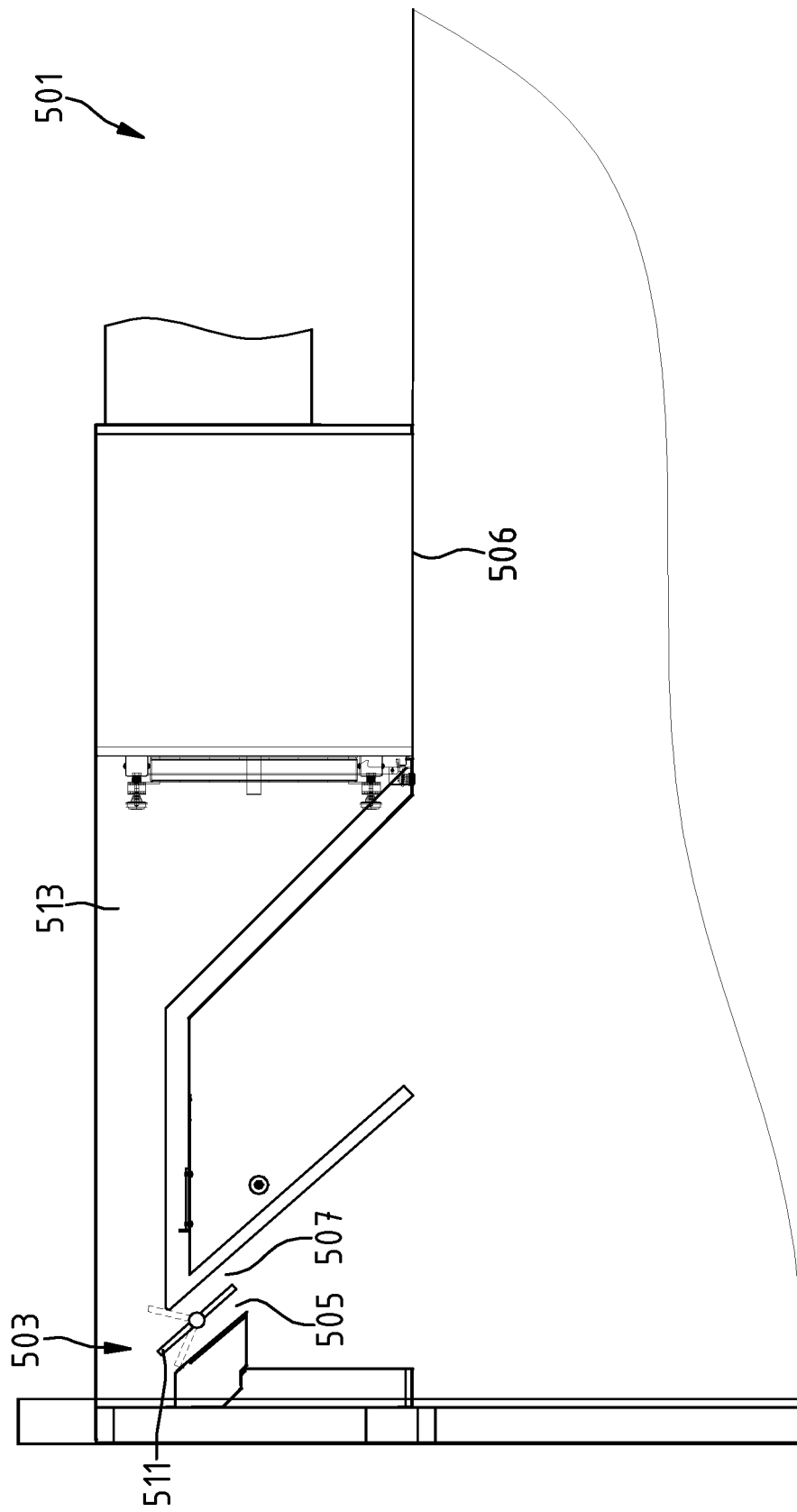


Fig. 5

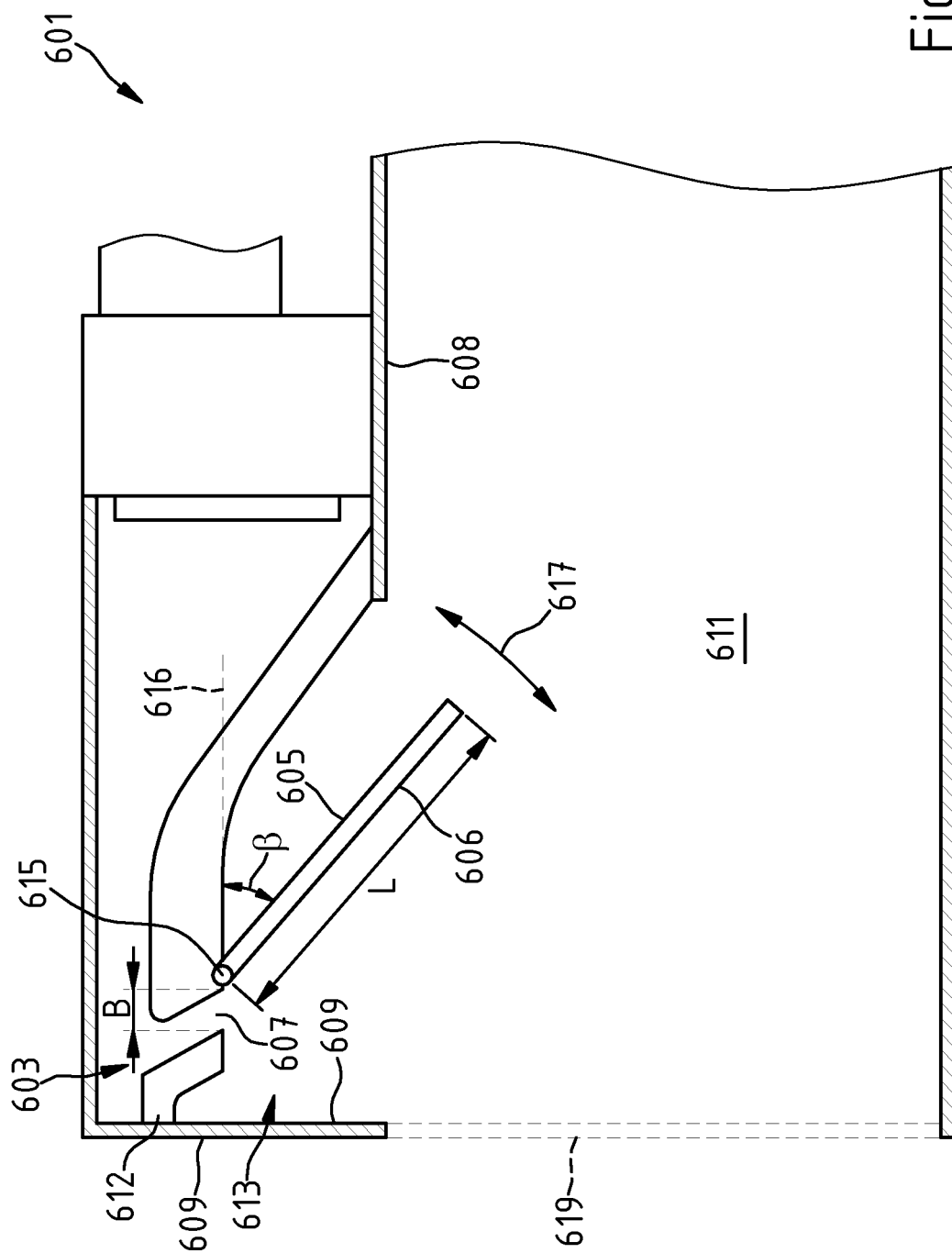


Fig. 6

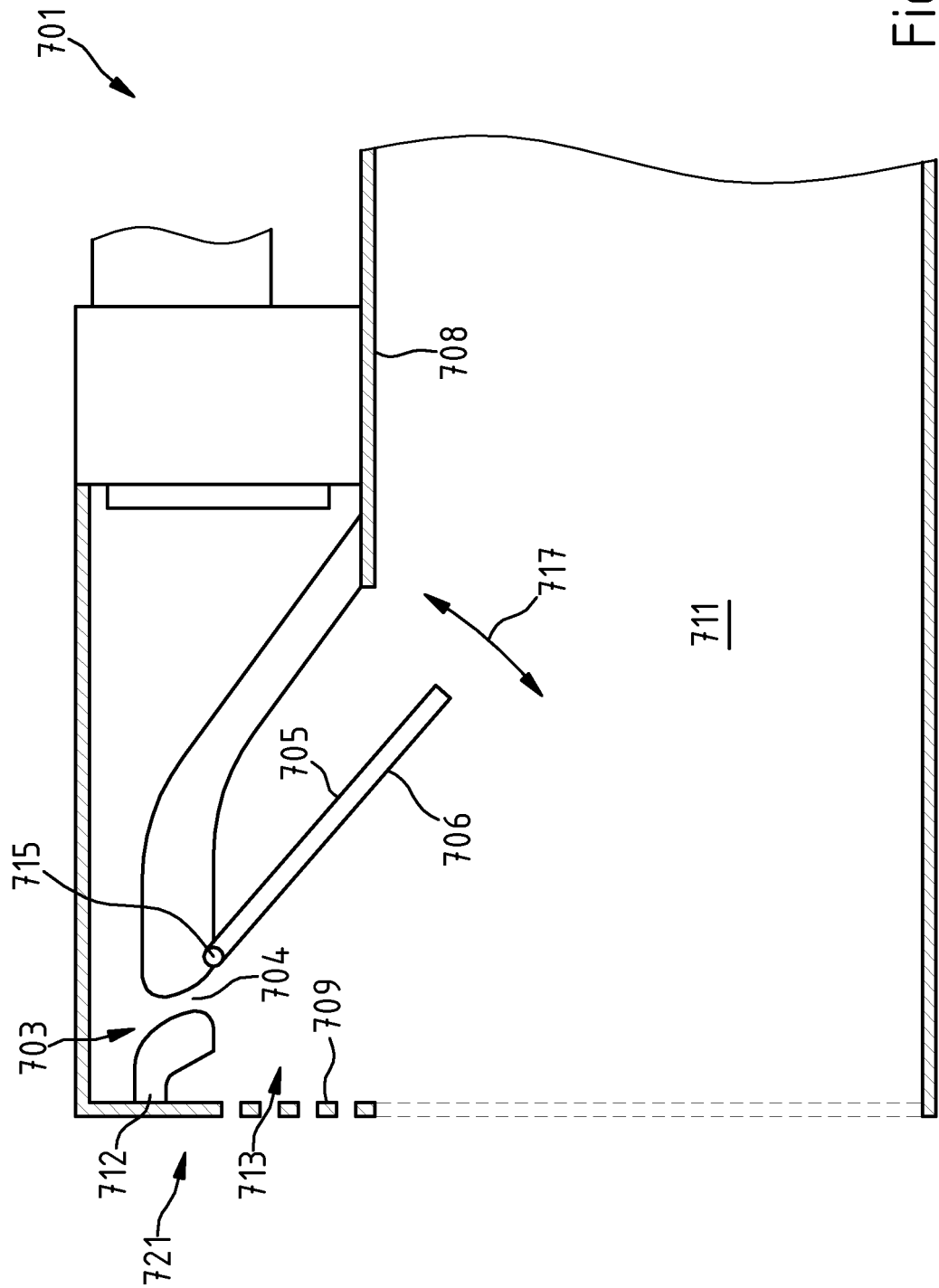


Fig. 7

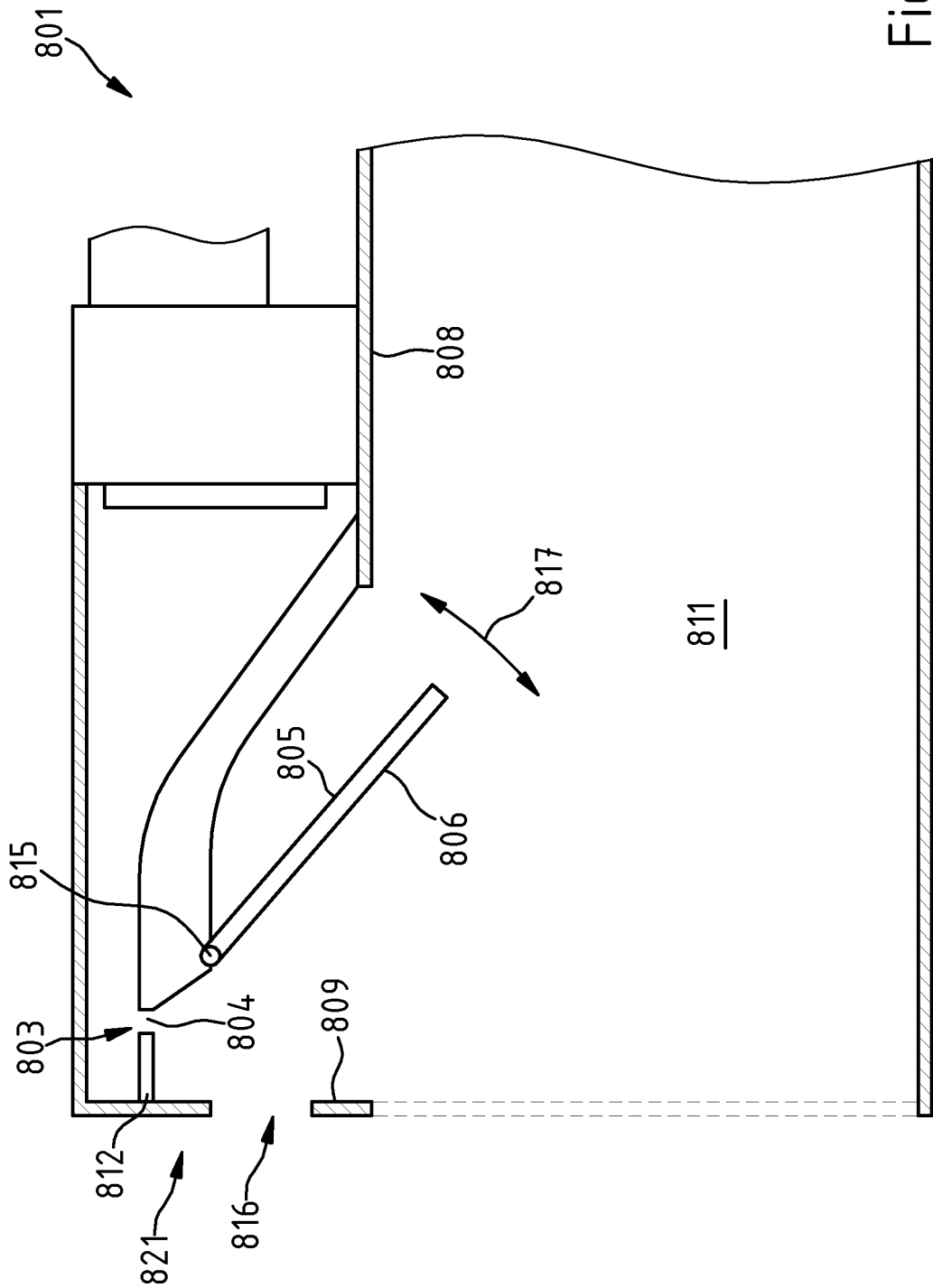


Fig. 8

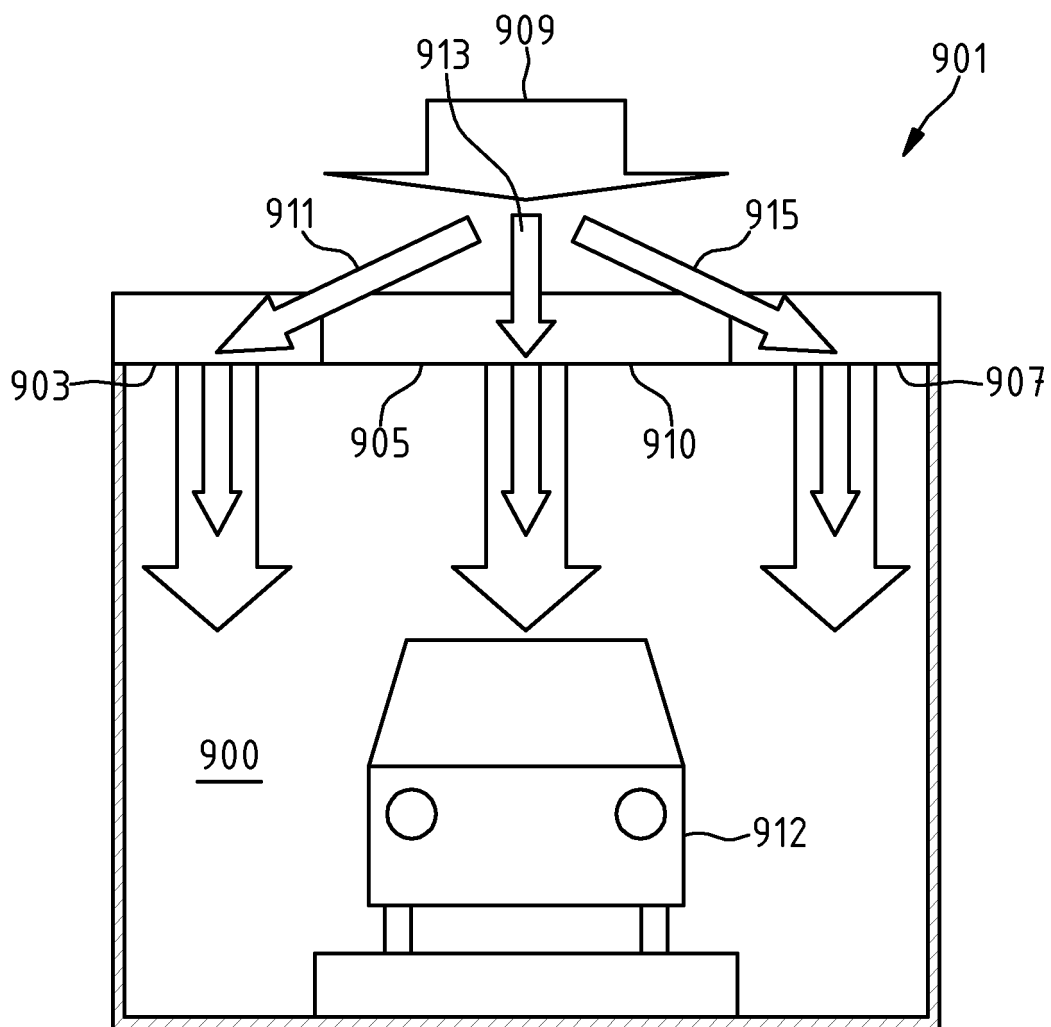
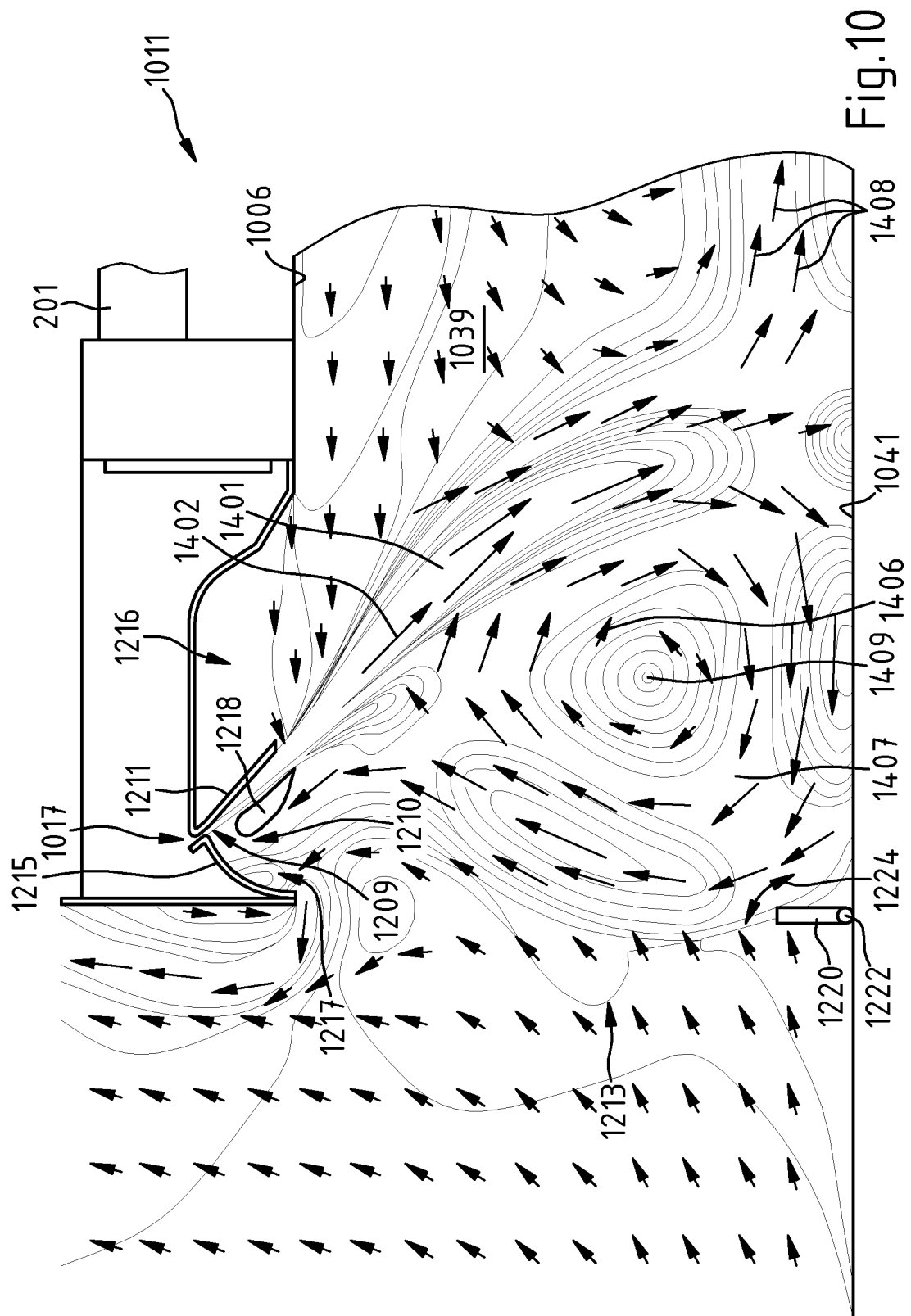


Fig.9



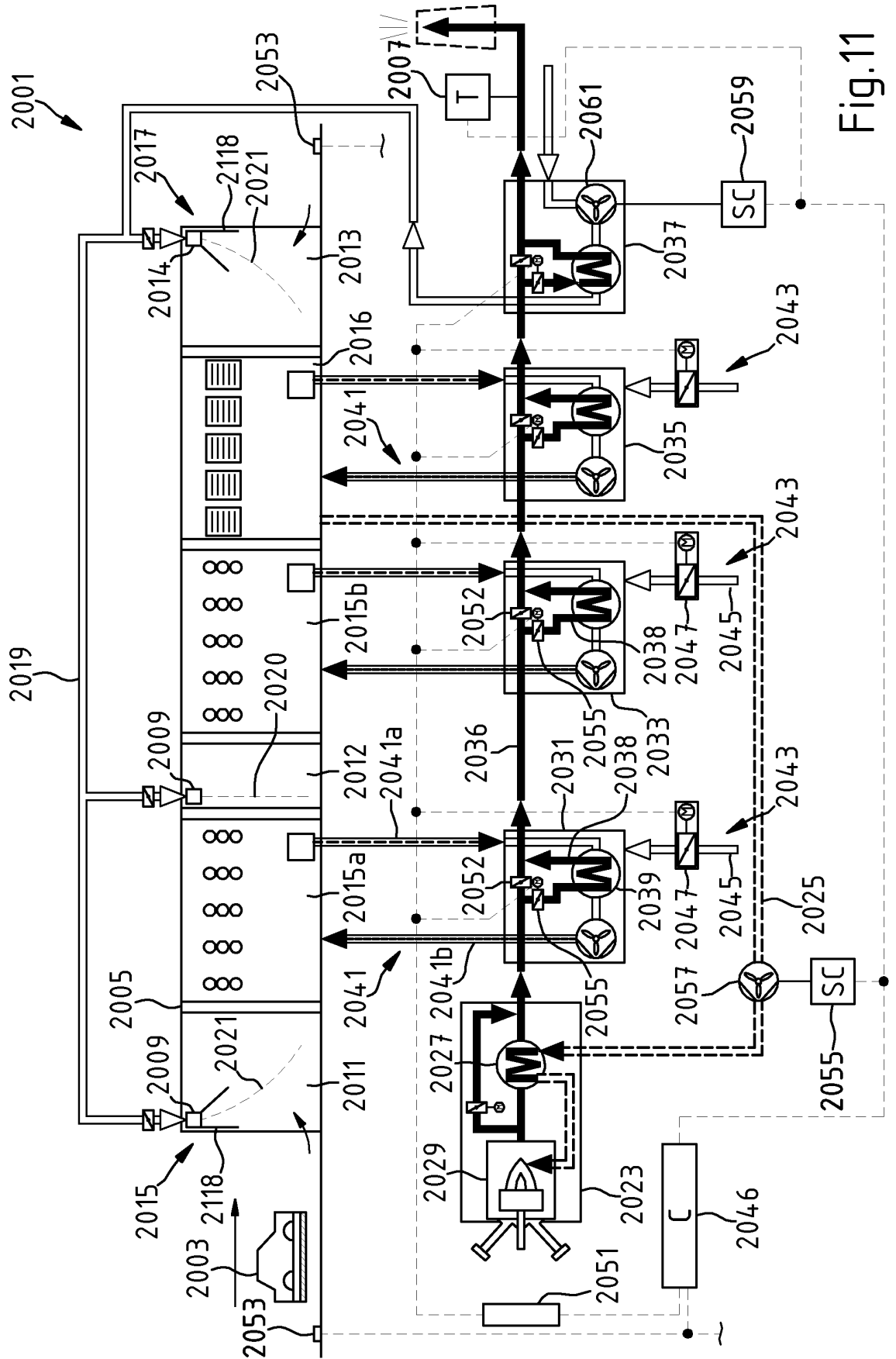
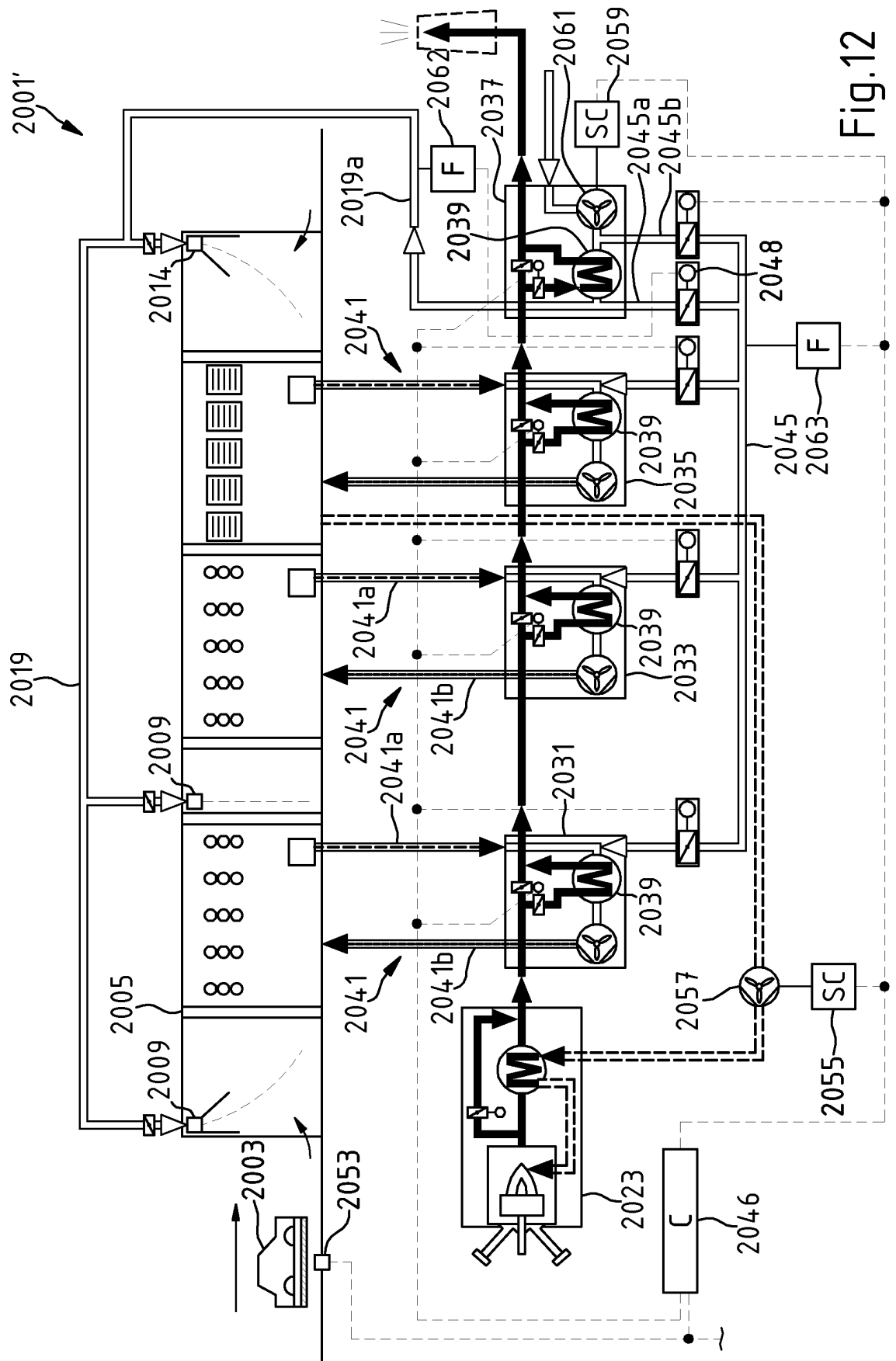


Fig.11



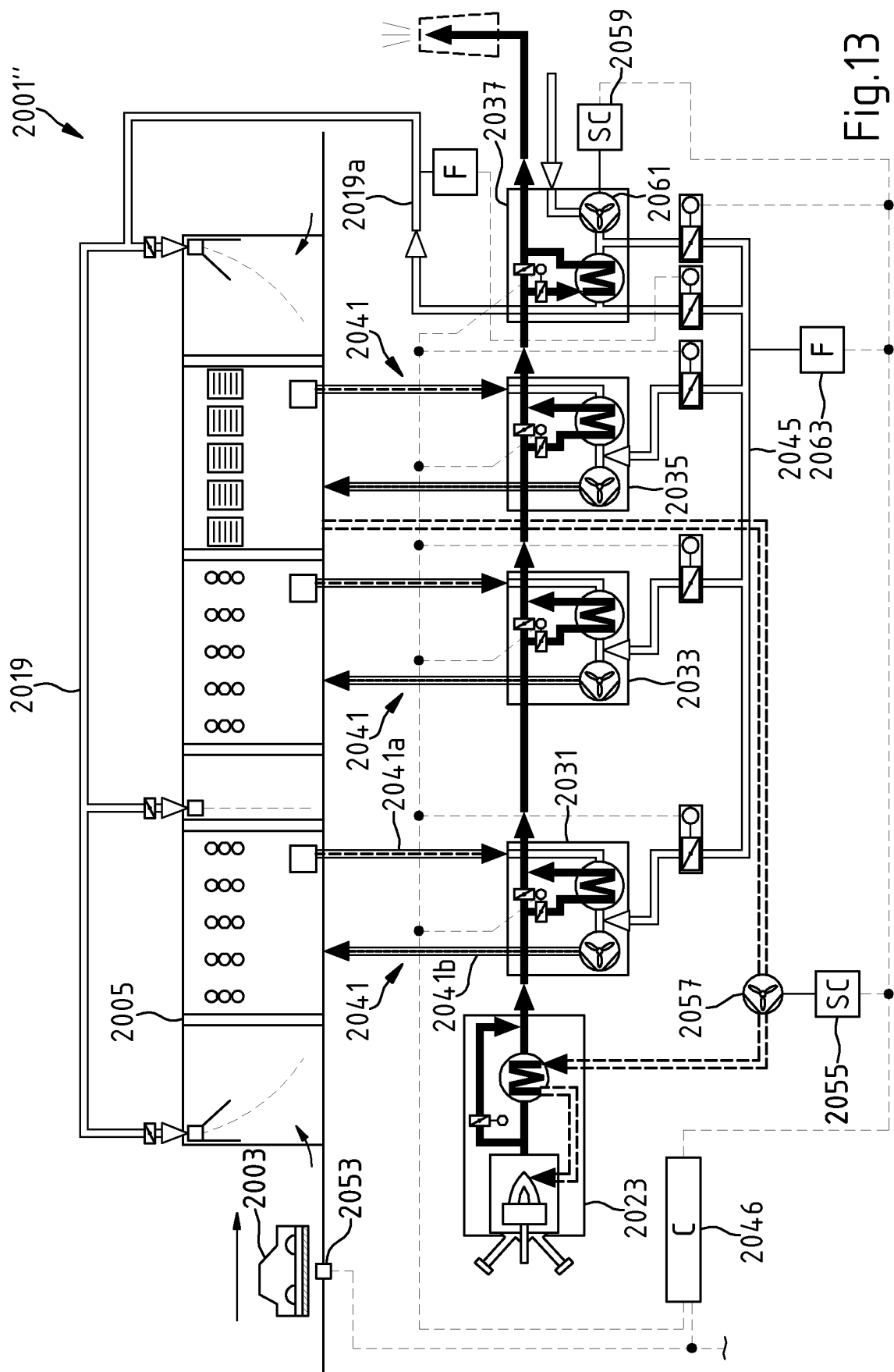


Fig.13

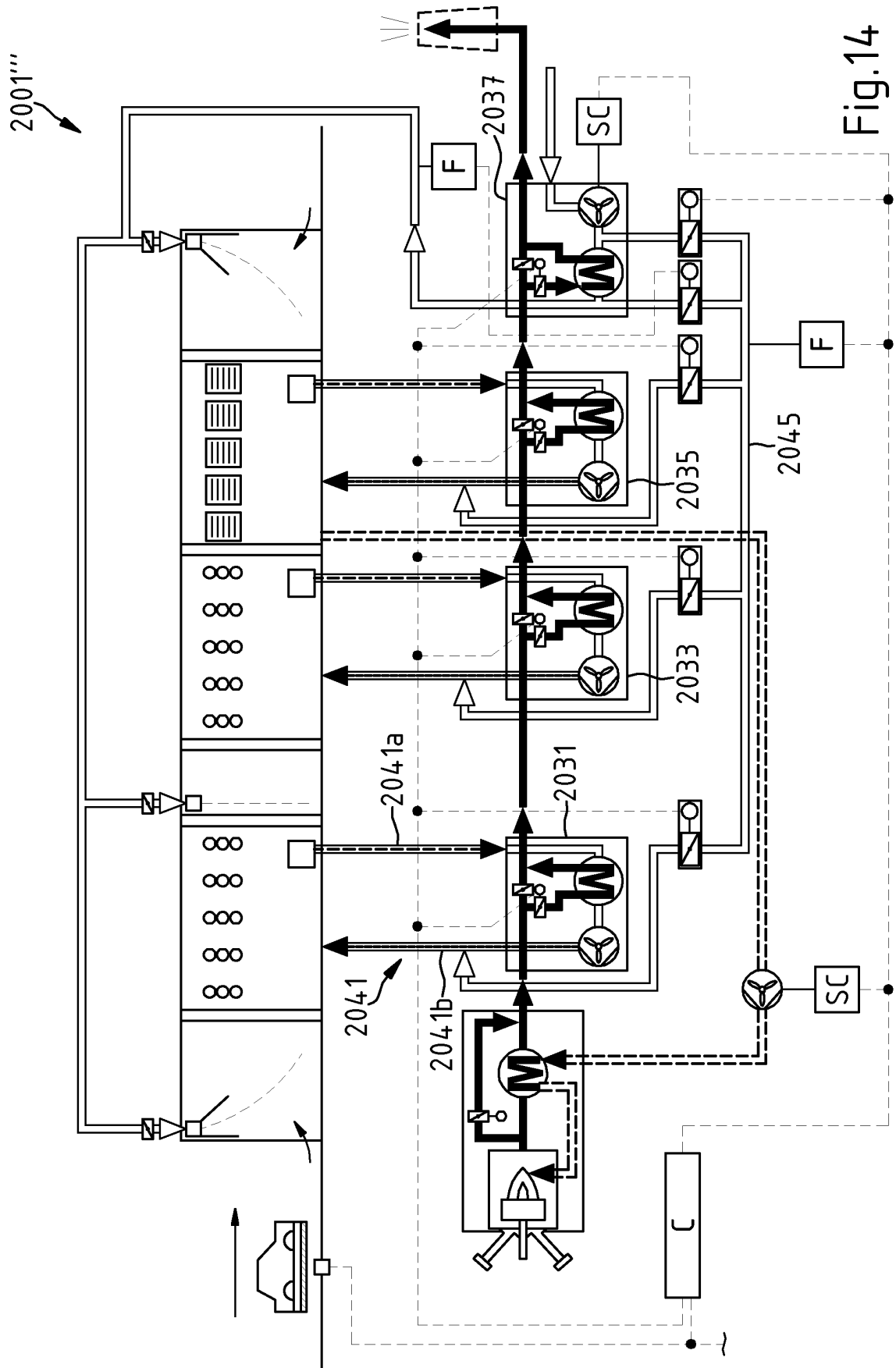


Fig.14

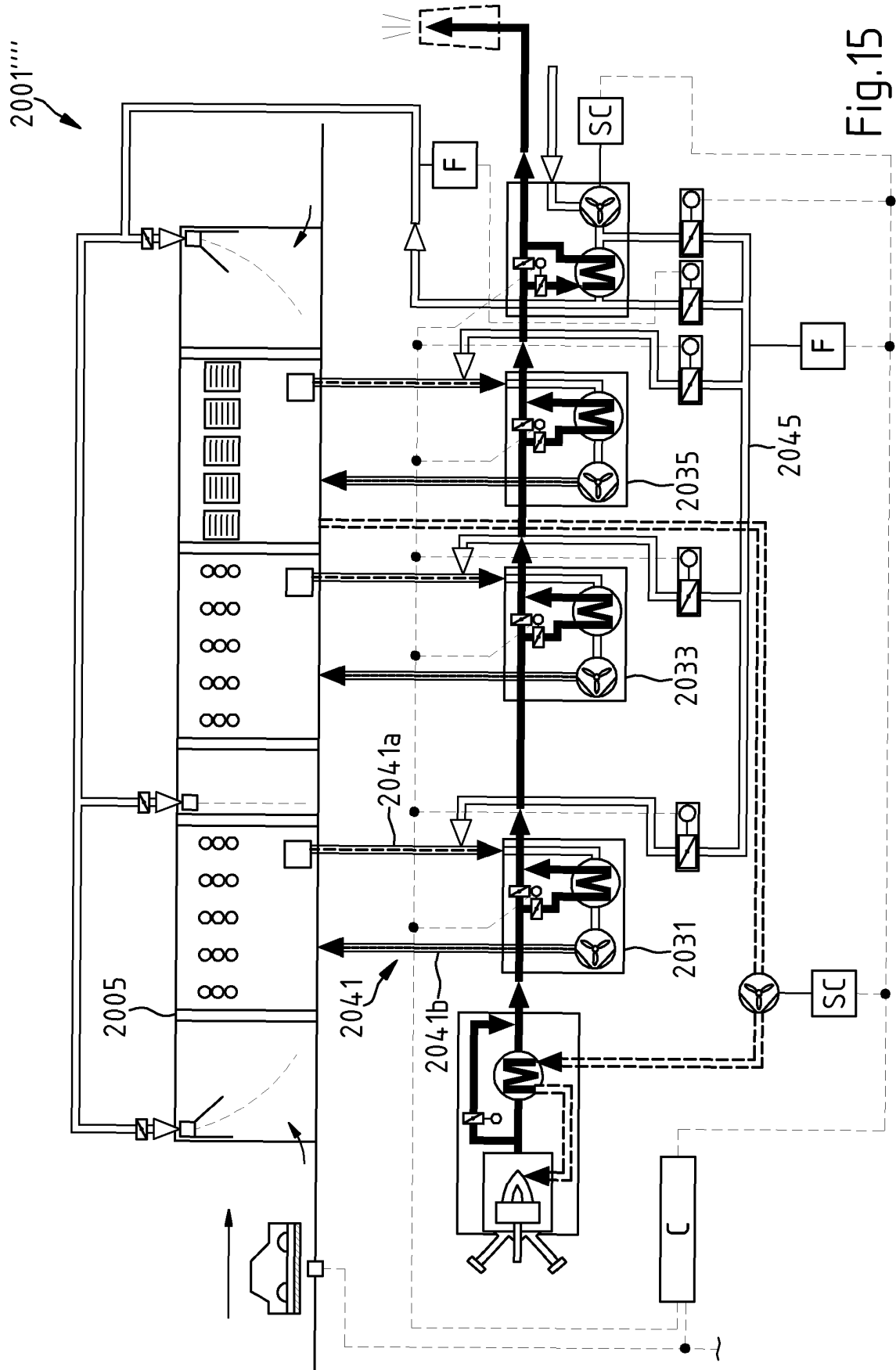
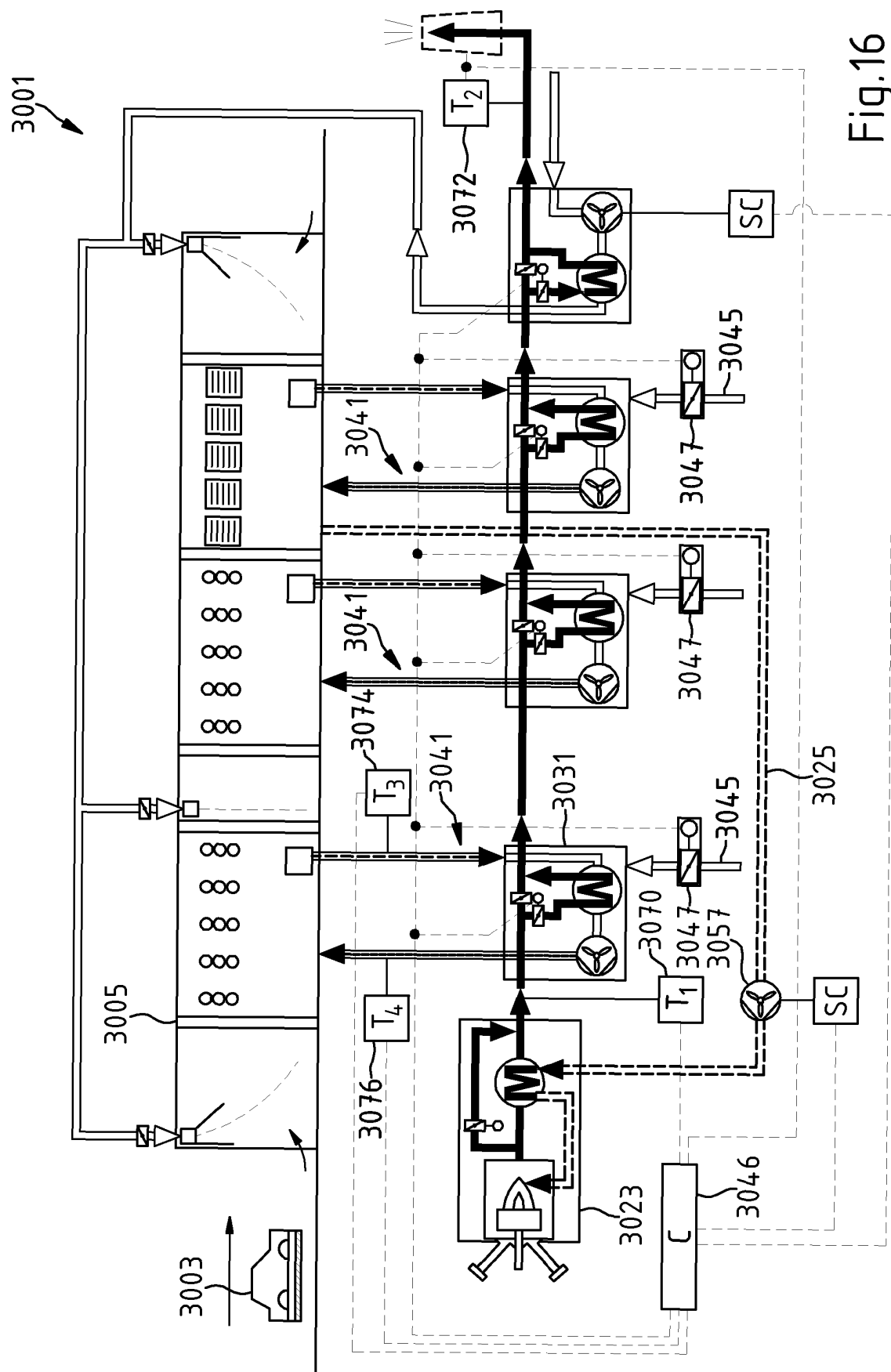


Fig.15



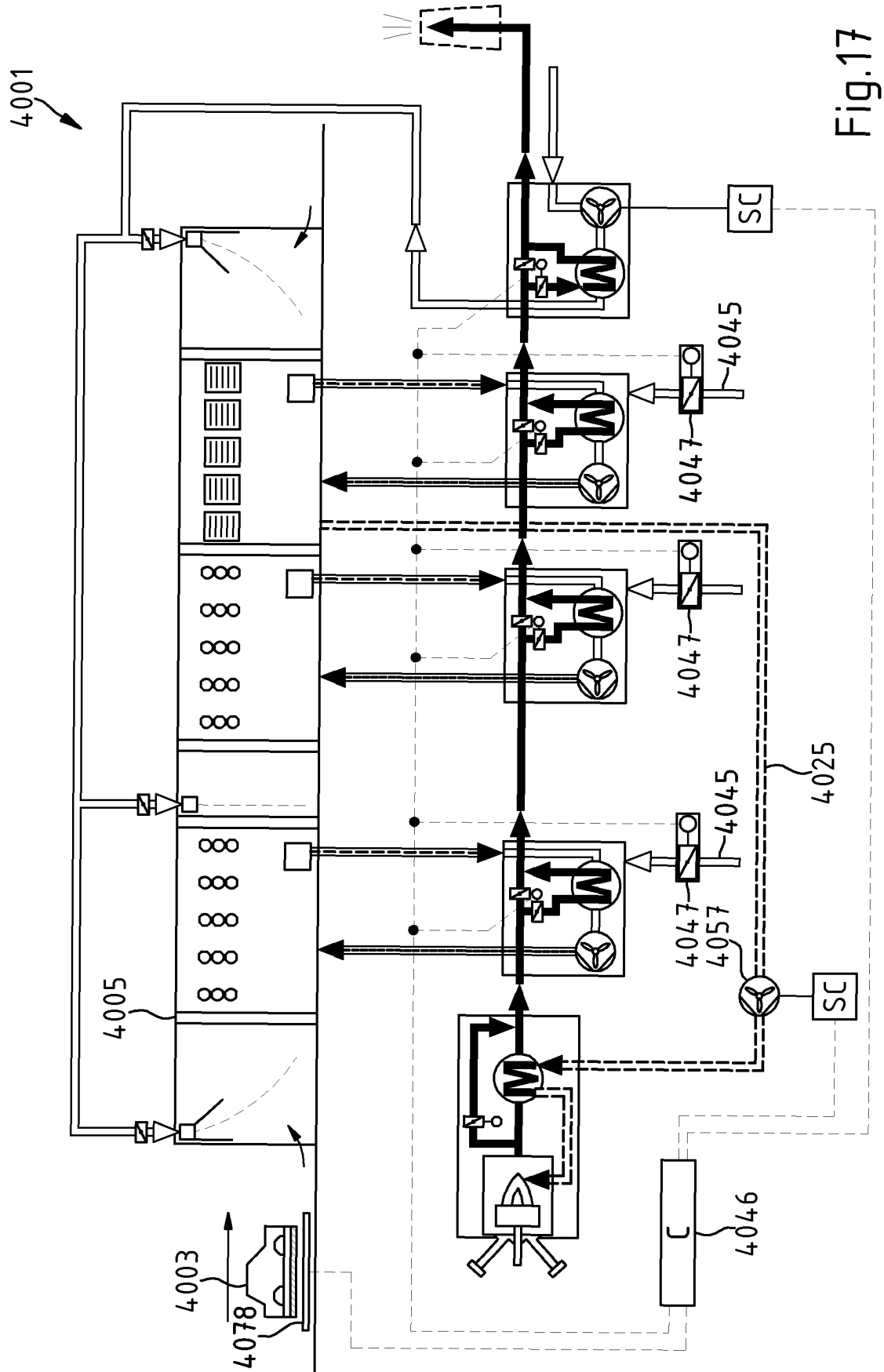


Fig.17

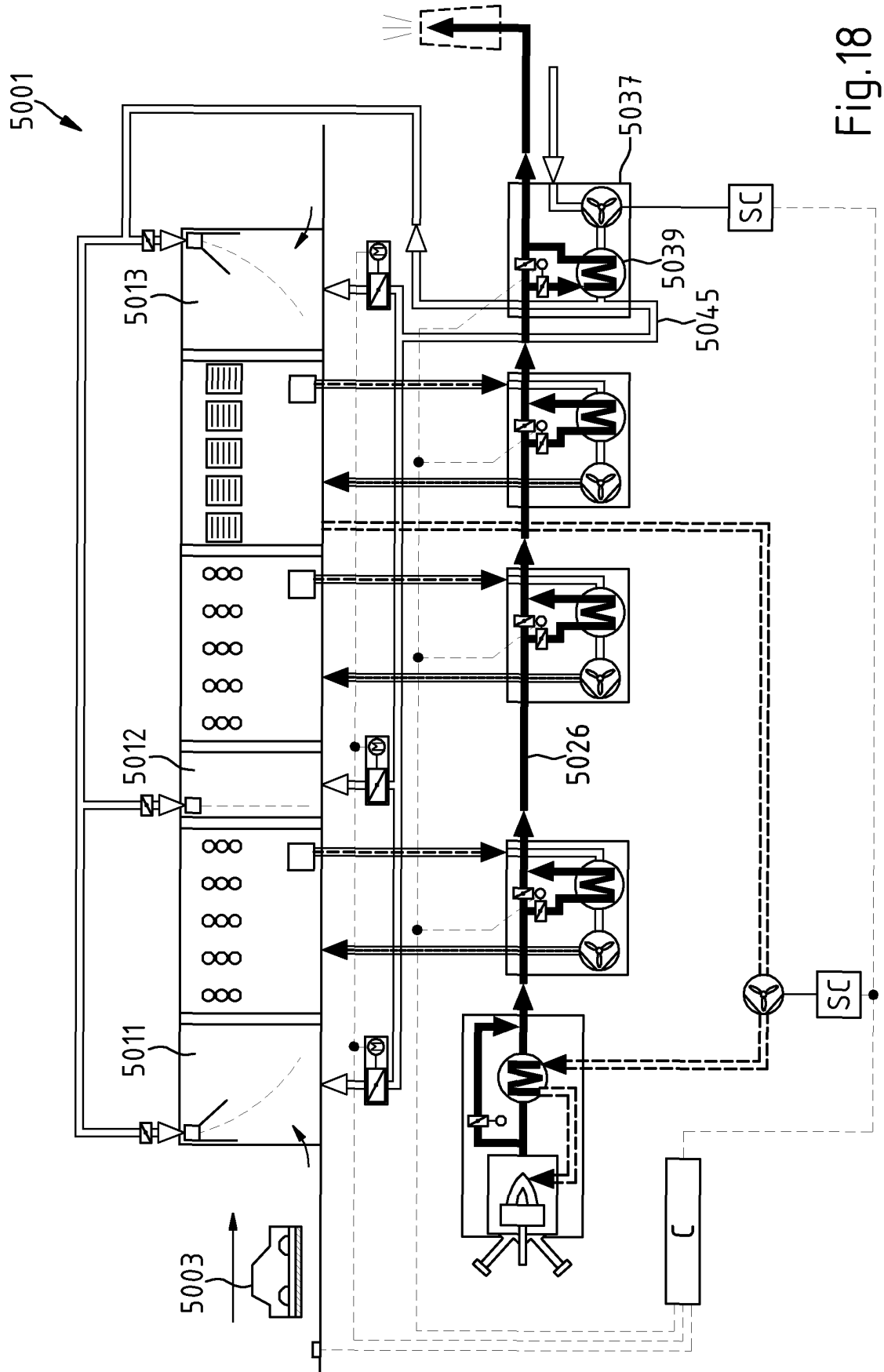


Fig.18

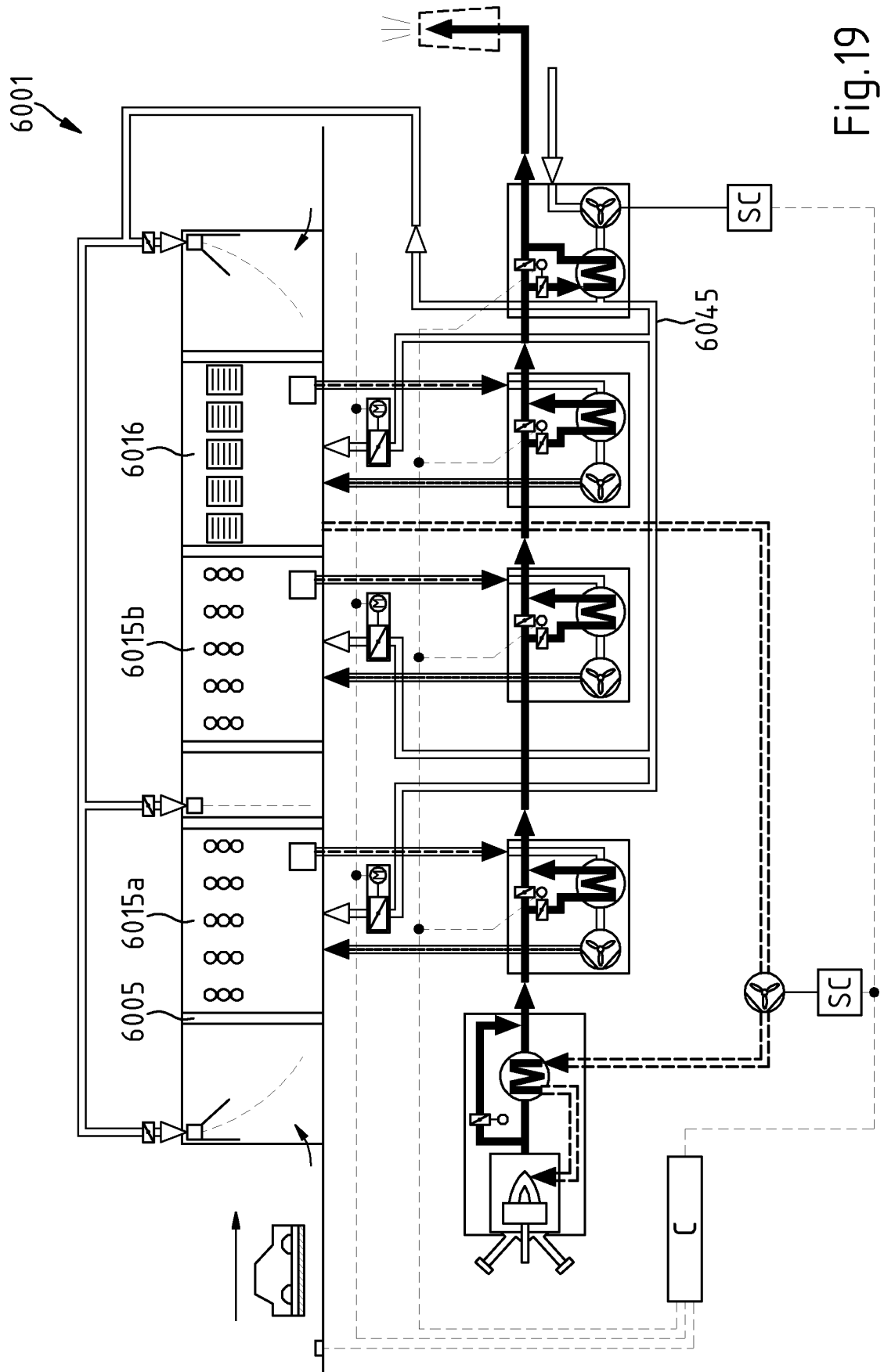


Fig.19

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

- DE 2454091 A1 [0002]
- WO 2010122121 A1 [0003]
- GB 2123936 A [0004]