



(11) **EP 4 123 186 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.09.2024 Patentblatt 2024/36

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04F 5/20 ^(2006.01) **F04F 5/42** ^(2006.01)
F04F 5/46 ^(2006.01) **F04F 5/16** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22183569.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04F 5/20; F04F 5/42; F04F 5/463

(22) Anmeldetag: **07.07.2022**

(54) **UNTERDRUCKERZEUGUNGSVORRICHTUNG UND SAUGGREIFER**

VACUUM GENERATING DEVICE AND SUCTION GRIPPER

DISPOSITIF DE GÉNÉRATION D'UNE DÉPRESSION ET VENTOUSE PNEUMATIQUE

(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: **19.07.2021 DE 102021118546**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.01.2023 Patentblatt 2023/04

(73) Patentinhaber: **J. Schmalz GmbH
72293 Glatten (DE)**

(72) Erfinder: **Gauß, Jan
72250 Freudenstadt (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB
Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DD-A5- 153 905 DE-A1- 102014 221 203
DE-A1- 2 422 785 GB-A- 1 447 523
JP-A- H07 190 443 US-B1- 8 006 961
US-B2- 9 062 689**

EP 4 123 186 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 Unterdruckerzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie einen Sauggreifer gemäß Anspruch 15.

[0002] Bei den genannten Unterdruckerzeugungsvorrichtungen handelt es sich um druckfluidbetriebene, insbesondere druckluftbetriebene, Unterdruckerzeugungsvorrichtungen. Insofern handelt es sich um Vorrichtungen, die eine Druckfluidquelle verwenden, um Unterdruck zu erzeugen. Solche Unterdruckerzeugungsvorrichtungen finden unter anderem in Unterdruckhandhabungsanlagen Verwendung und dienen dort beispielsweise dazu, einen Sauggreifer mit Unterdruck zu versorgen.

[0003] Es sind verschiedene Arten von druckluftbetriebenen Unterdruckerzeugungsvorrichtungen bekannt. Beispielsweise sind sogenannte Ejektoren bekannt, welche nach dem Venturi-Prinzip Unterdruck erzeugen. Ein solcher Ejektor weist üblicherweise eine Strahldüse mit einer Eintrittsöffnung für die antreibende Druckluft sowie eine im Strömungspfad folgende Fangdüse mit einer Austrittsöffnung auf. Zwischen Strahldüse und Fangdüse ist eine Saugöffnung vorgesehen, an welcher aufgrund einer Strömung von der Strahldüse zur Fangdüse ein Unterdruck abgreifbar ist. Anstelle des Venturi-Prinzips ist auch das Coanda-Prinzip bekannt. Bei solchen Vorrichtungen wird Druckluft üblicherweise durch einen Ringspalt in eine Düse eingeströmt und somit beschleunigt. Die einströmende Druckluft folgt hierbei aufgrund des sogenannten "Coanda-Effekt" einer gekrümmten Oberfläche der Düse und bewirkt somit ein Ansaugen der Umgebungsluft. Außerdem sind pneumatische Unterdruckerzeuger bekannt, welche nach dem Bernoulli-Prinzip arbeiten.

[0004] Aus der DE 24 22 785 A1 und der US 9 062 689 B2 sind Unterdruckerzeugungsvorrichtungen mit Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bekannt.

[0005] Die bekannten Unterdruckerzeugungsvorrichtungen sind üblicherweise darauf ausgelegt, entweder größere Luftvolumina anzusaugen oder einen hohen Unterdruck bereitzustellen. Ein Einsatz in Unterdruckhandhabungsanlagen erfordert jedoch regelmäßig beides. Beispielsweise ist es wünschenswert, größere Volumenströme an eingesaugter Luft abführen zu können, um ein zu evakuierendes Volumen, z.B. einen Sauggreifer oder Hebeschlauch, ausreichend schnell entleeren zu können. Gleichzeitig ist es wünschenswert, einen ausreichend starken Unterdruck bereitzustellen, bspw. um ein sicheres Halten eines Gegenstandes an einem Sauggreifer zu gewährleisten.

[0006] Die Erfindung beschäftigt sich mit der Aufgabe, eine robust arbeitende Unterdruckerzeugungsvorrichtung bereitzustellen, mittels welcher große Volumina abgesaugt werden können und gleichzeitig ein hoher Unterdruck bereitgestellt werden kann. Darüber hinaus ist eine einfache Herstellbarkeit wünschenswert.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Unterdrucker-

zeugungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung umfasst einen Hauptströmungskanal, welcher sich entlang einer zentralen Hauptströmungsachse erstreckt und von einer, insbesondere umlaufenden, Wandung begrenzt ist. Der Hauptströmungskanal ist insbesondere rotationssymmetrisch um die Hauptströmungsachse ausgebildet.

[0009] Der Hauptströmungskanal weist eine zur Umgebung offene Eintrittsöffnung zum Ansaugen von Fluid und eine Austrittsöffnung zum Austritt von Fluid auf. Der Hauptströmungskanal ist von der Eintrittsöffnung zu der Austrittsöffnung entlang einer zu der Hauptströmungsachse parallelen Hauptströmungsrichtung durchströmbar.

[0010] Der Hauptströmungskanal weist einen Einlassabschnitt, einen Mischabschnitt, und einen zwischen Einlassabschnitt und Mischabschnitt angeordneten Düsenabschnitt auf. Insbesondere grenzt der Düsenabschnitt unmittelbar an den Einlassabschnitt und den Mischabschnitt an. Insofern mündet der Düsenabschnitt insbesondere in den Mischabschnitt. Insbesondere schließt sich der Einlassabschnitt an die Eintrittsöffnung an. Der Mischabschnitt mündet insbesondere in die Austrittsöffnung ein.

[0011] Die den Hauptströmungskanal begrenzende Wandung verläuft im Bereich des Düsenabschnitts derart, dass ein Strömungsquerschnitt vorliegt, welcher sich entlang der Hauptströmungsrichtung fortschreitend verjüngt. Insofern ist ein Strömungsquerschnitt des Einlassabschnitts größer als ein Strömungsquerschnitt in dem Mischabschnitt. Unter Strömungsquerschnitt wird vorliegend insbesondere die lokale Querschnittsfläche des Hauptströmungskanals orthogonal zu der Hauptströmungsachse verstanden, durch welche Fluid durchströmbar ist.

[0012] Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung umfasst außerdem eine Treibdüsenanordnung zum Einströmen eines Druckfluids in den Hauptströmungskanal. Insbesondere handelt es sich bei dem Druckfluid um ein Druckgas, vorzugsweise Druckluft. Die Treibdüsenanordnung ist dazu ausgebildet, in dem Hauptströmungskanal eine Treibströmung in Richtung der Austrittsöffnung zu erzeugen.

[0013] Die Treibdüsenanordnung umfasst eine Mehrzahl von, insbesondere separat ausgebildeten, Treibdüsen, welche in den Hauptströmungskanal einmünden. Insofern umfasst die Treibdüsenanordnung insbesondere eine Mehrzahl von Einzeldüsen.

[0014] Die Treibdüsen, insbesondere deren Düsenauslässe, sind entlang eines Umfangs um die Hauptströmungsachse verteilt angeordnet, insbesondere gleichmäßig. Insofern münden die Treibdüsen an unterschiedlichen Positionen in den Hauptströmungskanal ein. Die Treibdüsen sind derart angeordnet, dass der Umfang, entlang dessen die Treibdüsen angeordnet sind, größer ist als ein Strömungskanalumfang in dem Mischabschnitt. Insofern sind die Treibdüsen insbesondere derart

angeordnet, dass ein jeweiliger Düsenauslass einen größeren radialen Abstand zu der Hauptströmungsachse aufweist als die Wandung im Mischabschnitt zu der Hauptströmungsachse.

[0015] Die Treibdüsen sind derart ausgebildet und angeordnet, dass das Druckfluid schräg zu der Hauptströmungsachse in den Hauptströmungskanal einströmt und unter Ausnutzung des Coanda-Effekts entlang einer Oberfläche der Wandung in dem sich verjüngenden Düsenabschnitt in den Mischabschnitt einströmt.

[0016] Eine solche Unterdruckerzeugungsvorrichtung ermöglicht es, große Volumina anzusaugen und gleichzeitig einen hohen Unterdruck bereitzustellen. Die Unterdruckerzeugung basiert auf dem Grundprinzip, dass durch Einströmen von Druckfluid durch die Treibdüsen eine Treibströmung in dem Hauptströmungskanal erzeugt wird, welche benachbarte Luft in dem Hauptströmungskanal mitreißt. Auf diese Weise entsteht ein Unterdruck, der bewirkt, dass weitere Luft durch die Eintrittsöffnung in den Hauptströmungskanal angesaugt wird. Dadurch, dass die Treibdüsen entlang eines vergleichsweise großen Umfangs um die Hauptströmungsachse angeordnet sind, können große Volumina angesaugt werden. Es wird also ein großer wirksamer Ansaugquerschnitt bereitgestellt. Aufgrund des Düseneffekts beim Übergang von dem großen Ansaugquerschnitt zu dem vergleichsweise kleinen Strömungsquerschnitt im Mischabschnitt wird dann ein hoher Unterdruck erzielt. Eine Impulswirkung in Richtung der Austrittsöffnung wird ferner dadurch erhöht, dass das Druckfluid über die Treibdüsen schräg zu der Hauptströmungsrichtung einströmt. Zudem ermöglicht die vorgeschlagene Anordnung der Treibdüsen und die Ausgestaltung des Hauptströmungskanals die Ausbildung einer Coanda-Strömung entlang der Oberfläche der Wandung. Insofern kann die Treibströmung insbesondere in Form einer Mantelströmung entlang der Oberfläche der Wandung ausgebildet sein. Auf diese Weise kann eine Einmischung der angesaugten Luft und ein Einströmen des Druckfluids in den Mischabschnitt zusätzlich verbessert werden.

[0017] Die vorgeschlagene Treibdüsenanordnung mit einer Mehrzahl von Einzeldüsen ist besonders robust aufgebaut und zudem einfach herstellbar. Insbesondere zeichnet sich eine solche Anordnung im Vergleich zu Ringdüsen durch eine höhere Betriebsbereitschaft aus, da auch bei Ausfall oder Verstopfung einer der Einzeldüsen die Treibströmung nicht vollständig zum Erliegen kommt. Die vorgeschlagene Anordnung der Treibdüsen ermöglicht zudem eine besonders gleichmäßige Einleitung des Druckfluids in den Hauptströmungskanal.

[0018] Für eine optimale Verteilung der Impulskräfte im Mischabschnitt hat es sich insbesondere als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Treibdüsenanordnung wenigstens 2, insbesondere 4, weiter insbesondere 6, weiter insbesondere 8 und/oder maximal 12, weiter insbesondere maximal 10 Treibdüsen aufweist. Insbesondere sind die Treibdüsen gleichmäßig entlang des Umfangs

um die Hauptströmungsachse verteilt angeordnet, vorzugsweise entlang eines Rings.

[0019] Die Treibdüsen sind insbesondere in Hauptströmungsrichtung betrachtet vor dem Mischabschnitt angeordnet. Insofern sind die Treibdüsen insbesondere in einem Abschnitt des Hauptströmungskanals angeordnet, in dem ein Strömungsquerschnitt größer ist als ein Strömungsquerschnitt in dem Mischabschnitt. Insbesondere münden die Treibdüsen in den Einlassabschnitt oder in den Düsenabschnitt des Hauptströmungskanals ein.

[0020] Um einen hohen Volumenstrom und gleichzeitig einen hohen Unterdruck erzielen zu können, kann es insbesondere vorteilhaft sein, wenn ein Strömungsquerschnitt in dem Einlassabschnitt wenigstens 1,5-fach so groß ist wie ein Strömungsquerschnitt in dem Mischabschnitt, insbesondere wenigstens 2-fach.

[0021] Insbesondere sind die Treibdüsen in einem Anstellwinkel zu der Hauptströmungsachse angestellt. Insofern sind die Treibdüsen insbesondere derart ausgebildet und angeordnet, dass das Druckfluid entlang einer jeweiligen Einströmrichtung in den Hauptströmungskanal einströmt, wobei die jeweilige Einströmrichtung zu der Hauptströmungsachse in dem Anstellwinkel geneigt orientiert ist. Auf diese Weise kann eine Impulswirkung in Richtung der Austrittsöffnung erhöht werden. Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn der Anstellwinkel wenigstens 20°, insbesondere wenigstens 30°, weiter insbesondere wenigstens 40° und/oder maximal 60°, insbesondere maximal 45° beträgt. Vorzugsweise beträgt der Anstellwinkel 45°. Dabei bezeichnet im vorliegenden Zusammenhang ein Anstellwinkel von 0° eine Ausrichtung der Treibdüsen bzw. Einströmrichtungen parallel zu der Hauptströmungsrichtung und ein Anstellwinkel von 90° eine Ausrichtung der Treibdüsen orthogonal zu der Hauptströmungsrichtung. Die Treibdüsen sind derart angeordnet, dass die Einströmmachsen in Hauptströmungsrichtung betrachtet auf die Hauptströmungsachse zu laufen und diese, insbesondere in einem gemeinsamen Punkt, schneiden. Insofern sind die Treibdüsen insbesondere nicht derart angeordnet, dass ein Drall oder eine wendelförmige Treibströmung in dem Hauptströmungskanal entsteht (keine Vortex-Düse).

[0022] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Treibdüsen derart ausgebildet und angeordnet sind, dass das Druckfluid parallel, insbesondere tangential, zu der Wandung in dem Düsenabschnitt, insbesondere zu einer Oberfläche der Wandung, in den Hauptströmungskanal einströmt. Insofern verläuft eine Einströmmachse insbesondere parallel bzw. tangential zu einem Wandungsabschnitt in dem Düsenabschnitt. Auf diese Weise wird die Ausbildung einer Coanda-Strömung entlang der Oberfläche der Wandung begünstigt.

[0023] Zusätzlich oder ergänzend kann die Ausbildung einer Coanda-Strömung dadurch begünstigt werden, dass die Wandung in dem Düsenabschnitt zu dem Hauptströmungskanal hin konvex gekrümmt ist. Insbesondere verläuft die Wandung in dem Düsenabschnitt

derart, dass sich der Düsenabschnitt in Hauptströmungsrichtung betrachtet trichterförmig, insbesondere trompeten- oder kegelförmig verjüngt.

[0024] Eine besonders robuste und einfach zu fertigende Ausgestaltung sieht vor, dass die Treibdüsen jeweils durch einen Durchgang in der Wandung gebildet sind. Insbesondere verläuft ein jeweiliger Durchgang zu der Hauptströmungsachse in dem Anstellwinkel geneigt. In vorteilhafter Weise können die Treibdüsen jeweils durch eine die Wandung durchsetzende Bohrung gebildet sein. Dann ist insbesondere eine jeweilige Bohrungsachse in dem Anstellwinkel zu der Hauptströmungsachse geneigt orientiert. Insbesondere schneiden die Bohrungsachsen der einzelnen Bohrungen die Hauptströmungsachse, vorzugsweise in einem gemeinsamen Punkt.

[0025] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn das Druckfluid über eine Einlaufschräge in die jeweilige Bohrung bzw. den Durchgang einströmt. Auf diese Weise kann das Druckfluid beim Einleiten in die Bohrung weiter beschleunigt werden. Insbesondere kann ein Einlaufkegel vorgesehen sein, welcher in Einströmrichtung des Druckfluids betrachtet vor der jeweiligen Bohrung angeordnet ist und sich in Einströmrichtung verjüngt.

[0026] Die Düsenauslässe der Treibdüsen können schräg zu der Wandung auslaufen. Bei einer Ausgestaltung der Treibdüsen als Bohrung schneidet insofern die Oberfläche der Wandung die Bohrung insbesondere schräg. Auf diese Weise können Geräuschemissionen durch das einströmende Druckfluid verringert werden, was insbesondere in Produktionsumgebungen mit einer Vielzahl von Unterdruckerzeugungseinrichtungen von Vorteil sein kann.

[0027] Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn die Düsenauslässe der Treibdüsen orthogonal zu der Wandung abgesetzt sind. Bei einer solchen Ausgestaltung ist eine Reibung des einströmenden Druckfluids an der Wandung verringert, sodass das Druckfluid weniger stark abgebremst wird. Insofern ist eine Strömungsgeschwindigkeit des Druckfluids in dem Hauptströmungskanal erhöht, was ein Mitreißen von Umgebungsluft weiter verbessert. Bei einer Ausgestaltung der Treibdüsen als Bohrung schneidet dann insbesondere die Oberfläche der Wandung die Bohrung orthogonal zur Bohrungsachse.

[0028] Alternativ oder ergänzend kann es vorteilhaft sein, wenn die Treibdüsen jeweils über einen sich in Einströmrichtung verbreiternden Abschnitt, insbesondere Auslafradius, weiter insbesondere Auslaufkegel, in den Hauptströmungskanal einmünden. Auf diese Weise kann eine weitere Beschleunigung des Druckfluids erzielt werden, insbesondere nach dem Laval-Prinzip.

[0029] Im Rahmen einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die den Hauptströmungskanal begrenzende Wandung von einem Düsenkörper bereitgestellt sein, welcher sich entlang der Hauptströmungsachse erstreckt. Dann können die Treibdüsen insbesondere durch Aussparungen in dem Düsenkörper gebildet sein. Insbesondere

kann der Düsenkörper rotationssymmetrisch um die Hauptströmungsachse ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer zylindrischen Buchse. Der Düsenkörper kann vorzugsweise einstückig ausgebildet sein.

[0030] Zur Versorgung der Treibdüsen mit Druckfluid umfasst die Unterdruckerzeugungsvorrichtung insbesondere eine Druckkammer, welche über einen Versorgungsanschluss mit einer Druckfluidquelle, insbesondere einer Druckluftversorgung, verbindbar ist. Die Druckkammer kann insbesondere als Ringkammer ausgebildet sein, welche die Treibdüsenanordnung, insbesondere den Düsenkörper, umläuft. Beispielsweise kann die Druckkammer in einem den Hauptströmungskanal umgebenden Düsengehäuse vorgesehen sein.

[0031] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Unterdruckerzeugungsvorrichtung außerdem eine Auslassdüse umfassen, welche sich in Hauptströmungsrichtung betrachtet an die Austrittsöffnung des Hauptströmungskanals anschließt. Die Auslassdüse kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass sich ein Strömungsquerschnitt der Auslassdüse in Hauptströmungsrichtung fortschreitend verbreitert. Eine solche Auslassdüse (Diffusor) ermöglicht eine Verzögerung und Druckrückgewinnung der aus der Austrittsöffnung austretenden Luftmassen.

[0032] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Unterdruckerzeugungsvorrichtung eine Sensoreinrichtung zur Detektion von Strömungs- und/oder Druckverhältnissen umfasst.

[0033] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Unterdruckerzeugungsvorrichtung zusätzlich einen nach dem Venturi-Prinzip arbeitenden Ejektor umfassen. Insbesondere kann dann die Austrittsöffnung des Hauptströmungskanals mit einer Einlassöffnung des Ejektors strömungsverbunden sein. Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung kann insofern mehrstufig aufgebaut sein. Auf diese Weise können große Volumina abgesaugt werden und gleichzeitig unter Mitwirkung des Ejektors ein besonders hoher Unterdruck erzielt werden. Bei einer mehrstufigen Ausgestaltung kann es zudem vorteilhaft sein, wenn zwischen den einzelnen Stufen, beispielsweise in der Strömungsverbindung zwischen Austrittsöffnung des Hauptströmungskanals und Einlassöffnung des Ejektors, eine Rückschlagklappe vorgesehen ist, welche unterdruckabhängig öffnet und/oder schließt. Es ist beispielsweise denkbar, dass die Rückschlagklappe eine Strömungsverbindung zwischen Austrittsöffnung des Hauptströmungskanals und Ejektor unterdruckabhängig freigibt oder verschließt. Es ist auch denkbar, dass die Rückschlagklappe in Richtung Atmosphäre öffnet oder schließt.

[0034] Die vorstehend beschriebenen Unterdruckerzeugungsvorrichtungen können insbesondere jeweils Teil eines Sauggreifers zum Greifen eines Gegenstands sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Sauggreifer um einen Flächensauggreifer oder einen Waferegreifer handeln. Insbesondere kann der Sauggreifer auch mehrere Unterdruckerzeugungsvorrichtungen umfassen. Es

ist beispielsweise denkbar, dass mehrere Unterdruckerzeugungsvorrichtungen parallelgeschaltet sind. Beispielsweise ist es denkbar, dass ein Flächensauggreifer eine Mehrzahl von Saugstellen aufweist, über welche ein Gegenstand angesaugt werden kann. Dann kann es möglich sein, dass jede Saugstelle oder eine Teilmenge der Saugstellen von einer separaten Unterdruckerzeugungsvorrichtung mit Unterdruck versorgt wird.

[0035] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

[0036] Es zeigen:

Figur 1 skizzierte Darstellung einer Ausgestaltung der Unterdruckerzeugungsvorrichtung in einer Schnittansicht;

Figur 2 skizzierte Darstellung eines Düsenkörpers der Unterdruckerzeugungsvorrichtung gemäß Figur 1 in einer Schnittansicht; und

Figur 3 skizzierte Darstellung einer weiteren Ausgestaltung der Unterdruckerzeugungsvorrichtung in einer Schnittansicht.

[0037] In der nachfolgenden Beschreibung sowie in den Figuren sind für identische oder einander entsprechende Merkmale jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0038] Die Figur 1 zeigt in einer Schnittansicht eine Ausgestaltung einer Unterdruckerzeugungsvorrichtung, welche insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist.

[0039] Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 umfasst einen Hauptströmungskanal 12, welcher sich entlang einer Hauptströmungsachse 14 erstreckt. Der Hauptströmungskanal 12 ist beispielhaft und bevorzugt rotationssymmetrisch um die Hauptströmungsachse 14 ausgebildet. Insofern weist der Hauptströmungskanal 12 in dem dargestellten Beispiel einen kreisförmigen Querschnitt auf. Bei nicht dargestellten Ausgestaltungen ist es auch denkbar, dass der Hauptströmungskanal 12 einen elliptischen, ovalen oder eckigen Querschnitt aufweist.

[0040] Der Hauptströmungskanal 12 ist durch eine umlaufende Wandung 16 begrenzt, welche in dem dargestellten Beispiel durch einen Düsenkörper 18 bereitgestellt ist (vgl. Fig. 2). Insofern stellt der Düsenkörper 18 den Hauptströmungskanal 12 bereit. Wie in Fig. 2 gezeigt, erstreckt sich der Düsenkörper 18 entlang der Hauptströmungsachse 14 und ist beispielhaft ebenfalls rotationssymmetrisch um die Hauptströmungsachse 14 ausgebildet. Vorzugsweise ist der Düsenkörper 18 einstückig ausgebildet.

[0041] Der Hauptströmungskanal 12 weist eine Eintrittsöffnung 20 und eine Austrittsöffnung 22 auf und ist entlang einer Hauptströmungsrichtung 24 von der Eintrittsöffnung 20 zu der Austrittsöffnung 22 durchströmbar. Wie in Fig. 2 gezeigt, umfasst der Hauptströmungs-

kanal 12 einen sich an die Eintrittsöffnung 20 anschließenden Einlassabschnitt 26, einen in die Austrittsöffnung 22 mündenden Mischabschnitt 28 und einen dazwischen angeordneten Düsenabschnitt 30.

[0042] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist ein Strömungsquerschnitt, bzw. ein Strömungskanaldurchmesser (in Fig. 2 durch den mit 32 bezeichneten Doppelpfeil dargestellt), in dem Einlassabschnitt 26 größer als ein Strömungsquerschnitt, bzw. Strömungskanaldurchmesser (in Fig. 2 durch den mit 34 bezeichneten Doppelpfeil dargestellt), in dem Mischabschnitt 28. Beispielhaft und bevorzugt ist der Strömungsquerschnitt 32 in dem Einlassabschnitt 26 wenigstens 1,2-fach so groß wie der Strömungsquerschnitt 34 in dem Mischabschnitt 28. Mit anderen Worten ist also ein Strömungskanalumfang in dem Einlassabschnitt 26 größer als ein Strömungskanalumfang in dem Mischabschnitt 28.

[0043] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, verläuft die Wandung 16 in dem Düsenabschnitt 30 derart konvex gekrümmt, dass sich ein Strömungsquerschnitt in dem Düsenabschnitt in Hauptströmungsrichtung 24 fortschreitend verjüngt.

[0044] Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 umfasst ferner eine Treibdüsenanordnung 36, welche dazu ausgebildet ist, ein Druckfluid, insbesondere Druckluft, entlang einer Einströmachse 38 in den Hauptströmungskanal 12 einzuströmen und somit eine Treibströmung in Richtung der Austrittsöffnung 22 zu erzeugen.

[0045] Die Treibdüsenanordnung 36 umfasst eine Mehrzahl von separat ausgebildeten Treibdüsen 40, welche entlang eines Umfangs um die Hauptströmungsachse 14 verteilt angeordnet sind. In dem dargestellten Beispiel sind die Treibdüsen 40 durch Durchgänge 42 in der Wandung 16 des Düsenkörpers 18 gebildet. Beispielhaft sind die Durchgänge 42 durch gerade, insbesondere zylindrische, Bohrungen 44 gebildet, welche die Wandung 16 von einer Außenseite 46 zu dem Hauptströmungskanal 12 durchsetzen.

[0046] In den in den Figuren dargestellten Beispielen umfassen die Durchgänge 42 zusätzlich einen optionalen Einlaufkegel 48, welcher in einer Einströmrichtung 50 vor der Bohrung 44 angeordnet ist und über den das Druckfluid in die Bohrung 44 einleitbar ist. Bei nicht dargestellten Ausgestaltungen ist es auch möglich, dass zusätzlich oder ergänzend ein in Einströmrichtung 50 hinter der Bohrung 44 angeordneter Auslasskegel vorgesehen ist, über welchen das Druckfluid in den Hauptströmungskanal 12 einströmt.

[0047] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Bohrungen 44 zu der Hauptströmungsachse 14 in einem Anstellwinkel α geneigt orientiert. Insofern ist eine jeweilige Bohrungsachse 52 (in dem dargestellten Beispiel einer jeweiligen Einströmachse 38 des Druckfluids entsprechend) zu der Hauptströmungsachse 14 geneigt orientiert und schließt mit dieser den Anstellwinkel α ein. Die Bohrungsachsen 52 bzw. die Einströmachsen 38 sind derart orientiert, dass sie die Hauptströmungsachse 14, insbesondere in einem gemeinsamen Punkt, schneiden

(vgl. Fig. 2). In dem dargestellten Beispiel beträgt der Anstellwinkel beispielhaft 45°.

[0048] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Treibdüsen 40 derart angeordnet, dass das Druckfluid parallel zu einer Oberfläche 54 der Wandung 16 in dem Düsenabschnitt 30 einströmt. Mit anderen Worten verlaufen die Einströmsachsen 38 parallel bzw. tangential zu dem Abschnitt der Oberfläche 54 der Wandung 16, an welchem das Druckfluid eingeströmt wird.

[0049] Bei der in Fig. 2 dargestellten beispielhaften Ausgestaltung laufen die Düsenauslässe 56 schräg zu der Oberfläche 54 der Wandung 16 aus. Mit anderen Worten schneidet die Oberfläche 54 der Wandung 16 die Bohrungen 44 schräg. Es ist aber auch möglich, dass die Düsenauslässe 56 orthogonal zu der Wandung 16 abgesetzt sind. Eine solche Ausgestaltung einer Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 ist in Fig. 3 dargestellt (vgl. den mit Strichlinien umgrenzten Ausschnitt 57). Die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 gemäß Fig. 3 ist ansonsten identisch zu der in Fig. 1 dargestellten Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 aufgebaut.

[0050] Zur Versorgung der Treibdüsen 40 mit Druckfluid umfasst die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 ferner eine Druckkammer 58 (vgl. Fig. 1). Die Druckkammer 58 ist in dem dargestellten Beispiel durch einen Hohlraum 60 gebildet, welcher sich zwischen der Außenseite 46 des Düsenkörpers 18 und einem Düsengehäuse 62 erstreckt. Das Düsengehäuse 62 ist beispielhaft Teil einer nachfolgend noch näher beschriebenen Auslassdüse 64. Es ist beispielsweise denkbar, dass der Düsenkörper 18 in das Düsengehäuse 62 eingepresst ist und auf diese Weise eine Abdichtung der Druckkammer 58 gegenüber der Umgebung erzielt wird. Es ist auch möglich, dass alternativ oder ergänzend eine Dichteinrichtung 66, beispielsweise in Form eines O-Ring 68, zur Abdichtung vorgesehen ist. Die Druckkammer 58 ist über einen Versorgungsanschluss 70 mit einer Druckfluidquelle (nicht dargestellt), insbesondere einer Druckluftversorgung, verbindbar.

[0051] Im Betrieb wird über den Versorgungsanschluss 70 Druckfluid, insbesondere Druckluft, in der Druckkammer 58 bereitgestellt, welches dann über die Treibdüsen 40 in den Hauptströmungskanal 12 einströmt. Das Druckfluid strömt dabei derart schräg zu der Hauptströmungsachse 14 in den Hauptströmungskanal 12 ein, dass es unter Ausnutzung des Coanda-Effekts entlang der konvex verlaufenden Oberfläche 54 der Wandung 16 in dem Düsenabschnitt 30 strömt und dann in den Mischabschnitt 28 eingeleitet wird. Das Druckfluid erzeugt dabei eine Treibströmung in Richtung der Austrittsöffnung 22, welche Luft in dem Hauptströmungskanal 12 mitreißt. Auf diese Weise entsteht ein Unterdruck, der bewirkt, dass weitere Luft durch die Eintrittsöffnung 20 in den Hauptströmungskanal 12 angesaugt wird.

[0052] Bei den in den Figuren 1 und 3 dargestellten Ausgestaltungen umfasst die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 ferner eine vorstehend bereits erwähnte optionale Auslassdüse 64, welche sich in Hauptströ-

mungsrichtung 24 an die Austrittsöffnung 22 des Hauptströmungskanals 12 anschließt. Die Auslassdüse 64 ist von dem Düsengehäuse 62 umgrenzt und verbreitert sich in Hauptströmungsrichtung 24 fortschreitend, insbesondere kegelförmig. Die Auslassdüse 64 dient insbesondere dazu, den aus der Austrittsöffnung 22 austretenden Fluidstrom, insbesondere Luftstrom, zu verzögern und dadurch statischen Druck in der Hauptströmung zurückzugewinnen.

[0053] Bei nicht dargestellten Ausgestaltungen kann die Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 außerdem einen in Hauptströmungsrichtung 24 betrachtet vor der Einlassöffnung 20 angeordneten Einlasskegel umfassen, welcher sich in Hauptströmungsrichtung 24 fortschreitend verjüngt und in die Eintrittsöffnung 20 einmündet. Auf diese Weise kann ein Ansaugquerschnitt weiter erhöht werden.

[0054] Die vorstehend beschriebene Unterdruckerzeugungsvorrichtung 10 kann Teil eines Sauggreifers (nicht dargestellt) sein. Dann kann die Eintrittsöffnung 20 beispielsweise mit einem Sauganschluss des Sauggreifers strömungsverbunden sein. Es ist auch denkbar, dass die Eintrittsöffnung 20 selbst als Saugöffnung zum Ansaugen eines Gegenstands fungiert.

Patentansprüche

1. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10), umfassend:

- einen Hauptströmungskanal (12), welcher sich entlang einer Hauptströmungsachse (14) erstreckt und von einer Wandung (16) begrenzt ist,

- wobei der Hauptströmungskanal (12) eine Eintrittsöffnung (20) und eine Austrittsöffnung (22) aufweist und von der Eintrittsöffnung (20) zu der Austrittsöffnung (22) entlang einer Hauptströmungsrichtung (24) durchströmbar ist,

- wobei der Hauptströmungskanal (12) einen Einlassabschnitt (26), einen Mischabschnitt (28) und einen zwischen Einlassabschnitt (26) und

- Mischabschnitt (28) angeordneten Düsenabschnitt (30) aufweist, wobei die Wandung (16) im Bereich des Düsenabschnitts (30) derart verläuft, dass ein Strömungsquerschnitt vorliegt, welcher sich entlang der Hauptströmungsrichtung (24) fortschreitend verjüngt;

- eine Treibdüsenanordnung (36) zum Einströmen eines Druckfluids in den Hauptströmungskanal (12), um eine Treibströmung in Richtung der Austrittsöffnung (22) zu erzeugen,

wobei die Treibdüsenanordnung (36) eine Mehrzahl von Treibdüsen (40) umfasst, welche entlang eines Umfangs um die Hauptströmungsachse (14) verteilt angeordnet sind, wobei dieser Umfang größer ist als ein Strömungskanalumfang in dem Mischabschnitt (28), wobei die Treibdüsen (40) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass das Druckfluid entlang einer jeweiligen Einströmachse (38) schräg zu der Hauptströmungsachse (14) in den Hauptströmungskanal (12) einströmt und unter Ausnutzung des Coanda-Effekts entlang einer Oberfläche (54) der Wandung (16) in dem sich verjüngenden Düsenabschnitt (30) in den Mischabschnitt (28) einströmt,

dadurch gekennzeichnet, dass die Treibdüsen derart angeordnet sind, dass die Einströmachsen (38) in Hauptströmungsrichtung (24) betrachtet auf die Hauptströmungsachse (24) zu laufen und diese schneiden.

2. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Treibdüsen (40) in den Einlassabschnitt (26) oder in den Düsenabschnitt (30) des Hauptströmungskanals (12) einmünden.
3. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Strömungsquerschnitt (32) in dem Einlassabschnitt (26) wenigstens 1,5-fach so groß ist wie ein Strömungsquerschnitt (34) in dem Mischabschnitt (28).
4. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) in einem Anstellwinkel (α) zu der Hauptströmungsachse (14) angestellt sind, wobei der Anstellwinkel (α) wenigstens 20° und maximal 60° beträgt.
5. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass das Druckfluid parallel, insbesondere tangential, zu einer Oberfläche (54) der Wandung (16) in dem Düsenabschnitt (30) in den Hauptströmungskanal (12) einströmt.
6. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wandung (16) in dem Düsenabschnitt (30) konvex gekrümmt ist, so dass der Düsenabschnitt (30) sich trichterförmig verjüngt.
7. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem

der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) jeweils durch einen Durchgang (42) in der Wandung (16) gebildet sind.

8. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 7, wobei jeder Durchgang (42) einen Einlaufkegel (48) und eine sich in Einströmrichtung (50) an den Einlaufkegel (48) anschließende gerade Bohrung (44) umfasst.
9. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Düsenauslässe (56) der Treibdüsen (40) orthogonal zu der Wandung (16) abgesetzt sind oder wobei die Düsenauslässe (56) schräg zu der Wandung (16) auslaufen.
10. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) jeweils über einen sich in Einströmrichtung (50) verbreiternden Abschnitt in den Hauptströmungskanal (12) einmünden.
11. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wandung (16) von einem rotationssymmetrisch um die Hauptströmungsachse (14) ausgebildeten Düsenkörper (18) bereitgestellt ist.
12. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, außerdem umfassend eine Druckkammer (58) zur Versorgung der Treibdüsen (40) mit Druckfluid.
13. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, außerdem umfassend eine Auslassdüse (64), welche sich in Hauptströmungsrichtung (24) betrachtet an die Austrittsöffnung (22) des Hauptströmungskanals (12) anschließt und welche sich in Hauptströmungsrichtung (24) fortschreitend verbreitert.
14. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, außerdem umfassend einen nach dem Venturi-Prinzip arbeitenden Ejektor, wobei die Austrittsöffnung (22) des Hauptströmungskanals (12) mit einer Einlassöffnung des Ejektors strömungsverbunden ist, wobei in der Strömungsverbindung zwischen Austrittsöffnung (22) des Hauptströmungskanals (12) und Einlassöffnung des Ejektors eine Rückschlagklappe vorgesehen ist, welche unterdruckabhängig öffnet oder schließt.
15. Sauggreifer, umfassend wenigstens eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.

Claims**1.** Vacuum generating device (10), comprising:

- a main flow channel (12) which extends along a main flow axis (14) and is delimited by a wall (16),

the main flow channel (12) having an inlet opening (20) and an outlet opening (22) and it being possible for said channel to be flowed through from the inlet opening (20) to the outlet opening (22) along a main flow direction (24),

the main flow channel (12) having an intake portion (26), a mixing portion (28) and a nozzle portion (30) arranged between the intake portion (26) and the mixing portion (28), the wall (16) in the region of the nozzle portion (30) extending such that a flow cross-section is present which progressively tapers along the main flow direction (24);

- a drive nozzle arrangement (36) for the inflow of a pressurized fluid into the main flow channel (12) in order to generate a drive flow in the direction of the outlet opening (22),

the drive nozzle arrangement (36) comprising a plurality of drive nozzles (40) which are arranged distributed along a periphery about the main flow axis (14), this periphery being larger than a flow channel periphery in the mixing portion (28), the drive nozzles (40) being designed and arranged such that the pressurized fluid flows into the main flow channel (12) along a corresponding inflow axis (38) obliquely to the main flow axis (14) and flows into the mixing portion (28) along a surface (54) of the wall (16) in the tapering nozzle portion (30) by utilizing the Coanda effect,

characterized in that the drive nozzles are arranged such that the inflow axes (38), when viewed in the main flow direction (24), run towards the main flow axis (24) and intersect it.

2. Vacuum generating device (10) according to claim 1, wherein the drive nozzles (40) open into the intake portion (26) or into the nozzle portion (30) of the main flow channel (12).

3. Vacuum generating device (10) according to claim 1 or claim 2, wherein a flow cross-section (32) in the intake portion (26) is at least 1.5 times as large as a flow cross-section (34) in the mixing portion (28).

4. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the drive nozzles (40) are set at an angle of incidence (α) to the main flow axis (14), the angle of incidence (α) being at least 20° and at most 60°.

5. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the drive nozzles (40) are designed and arranged such that the pressurized fluid flows into the main flow channel (12) in parallel, in particular tangentially, with a surface (54) of the wall (16) in the nozzle portion (30).

6. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the wall (16) in the nozzle portion (30) is convexly curved so that the nozzle portion (30) tapers in a funnel shape.

7. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the drive nozzles (40) are each formed by a passage (42) in the wall (16).

8. Vacuum generating device (10) according to claim 7, wherein each passage (42) comprises an entry cone (48) and a straight bore (44) adjoining the entry cone (48) in the inflow direction (50).

9. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the nozzle outlets (56) of the drive nozzles (40) are offset orthogonally to the wall (16) or wherein the nozzle outlets (56) run obliquely to the wall (16).

10. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the drive nozzles (40) each open into the main flow channel (12) via a portion widening in the inflow direction (50).

11. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, wherein the wall (16) is provided by a nozzle body (18) formed rotationally symmetrically about the main flow axis (14).

12. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, further comprising a pressure chamber (58) for supplying the drive nozzles (40) with pressurized fluid.

13. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, further comprising a discharge nozzle (64) which, when viewed in the main flow direction (24), adjoins the outlet opening (22) of the main flow channel (12) and which progressively widens in the main flow direction (24).

14. Vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims, further comprising an ejector operating according to the Venturi principle, wherein

the outlet opening (22) of the main flow channel (12) is fluidically connected to an intake opening of the ejector, a check valve being provided in the flow connection between the outlet opening (22) of the main flow channel (12) and the intake opening of the ejector, which check valve opens or closes depending on the vacuum.

15. Suction gripper comprising at least one vacuum generating device (10) according to any of the preceding claims.

Revendications

1. Dispositif de génération de dépression (10) comprenant:

- un canal d'écoulement principal (12) qui s'étend le long d'un axe d'écoulement principal (14) et est délimité par une paroi (16),

dans lequel le canal d'écoulement principal (12) présente une ouverture d'entrée (20) et une ouverture de sortie (22) et peut être traversé depuis l'ouverture d'entrée (20) jusqu'à l'ouverture de sortie (22) le long d'une direction d'écoulement principale (24),

dans lequel le canal d'écoulement principal (12) comprend une section d'entrée (26), une section de mélange (28) et une section de buse (30) disposée entre la section d'entrée (26) et la section de mélange (28), dans lequel la paroi (16) s'étend au niveau de la section de buse (30) de telle sorte qu'il existe une section transversale d'écoulement qui se rétrécit progressivement le long de la direction d'écoulement principale (24);

- un ensemble de buses d'entraînement (36) pour faire entrer un fluide sous pression dans le canal d'écoulement principal (12) afin de générer un flux d'entraînement en direction de l'ouverture de sortie (22),

dans lequel ledit ensemble de buses d'entraînement (36) comprend une pluralité de buses d'entraînement (40) qui sont disposées en étant réparties le long d'une circonférence autour de l'axe d'écoulement principal (14),

dans lequel cette circonférence est supérieure à une circonférence de canal d'écoulement dans la section de mélange (28), dans lequel les buses d'entraînement (40) sont conçues et disposées de telle manière que le fluide sous pression s'écoule dans le

canal d'écoulement principal (12) le long d'un axe d'entrée (38) respectif obliquement par rapport à l'axe d'écoulement principal (14) et s'écoule, à l'aide de l'effet Coandă, le long d'une surface (54) de la paroi (16) à l'intérieur de la section de buse (30) se rétrécissant, dans la section de mélange (28),

caractérisé par le fait que les buses d'entraînement sont disposées de telle sorte que les axes d'entrée (38), vus dans la direction d'écoulement principale (24), s'étendent vers l'axe d'écoulement principal (14) et croisent celui-ci.

2. Dispositif de génération de dépression (10) selon la revendication 1, dans lequel les buses d'entraînement (40) débouchent dans la section d'entrée (26) ou dans la section de buse (30) du canal d'écoulement principal (12).

3. Dispositif de génération de dépression (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel une section transversale d'écoulement (32) dans la section d'entrée (26) est au moins 1,5 fois plus grande qu'une section transversale d'écoulement (34) dans la section de mélange (28).

4. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les buses d'entraînement (40) sont agencées selon un angle d'attaque (α) par rapport à l'axe d'écoulement principal (14), dans lequel ledit angle d'attaque (α) est d'au moins 20° et au maximum de 60°.

5. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les buses d'entraînement (40) sont conçues et disposées de telle sorte que le fluide sous pression s'écoule parallèlement, en particulier tangentiellement, à une surface (54) de la paroi (16) à l'intérieur de la section de buse (30) dans le canal d'écoulement principal (12).

6. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la paroi (16) dans la section de buse (30) est incurvée de manière convexe de sorte que la section de buse (30) se rétrécit en forme d'entonnoir.

7. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les buses d'entraînement (40) sont formées chacune par un passage (42) dans la paroi (16).

8. Dispositif de génération de dépression (10) selon la revendication 7, dans lequel chaque passage (42) comprend un cône d'entrée (48) et un alésage droit (44) qui suit le cône d'entrée (48) dans la direction d'entrée (50). 5
9. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les sorties de buses (56) des buses d'entraînement (40) sont décalées orthogonalement à la paroi (16) ou dans lequel les sorties de buses (56) se terminent obliquement par rapport à la paroi (16). 10
10. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les buses d'entraînement (40) débouchent chacune dans le canal d'écoulement principal (12) par une section s'élargissant dans la direction d'entrée (50). 15
20
11. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la paroi (16) est fournie par un corps de buse (18) qui est réalisé à symétrie de révolution autour de l'axe d'écoulement principal (14). 25
12. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une chambre de pression (58) pour alimenter les buses d'entraînement (40) en fluide sous pression. 30
13. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une buse de sortie (64) qui, vue dans la direction d'écoulement principale (24), jouxte l'ouverture de sortie (22) du canal d'écoulement principal (12) et qui s'élargit progressivement dans la direction d'écoulement principale (24). 35
40
14. Dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un éjecteur qui fonctionne selon le principe Venturi, dans lequel l'ouverture de sortie (22) du canal d'écoulement principal (12) est reliée fluidiquement à une ouverture d'entrée de l'éjecteur, dans lequel dans la liaison d'écoulement entre l'ouverture de sortie (22) du canal d'écoulement principal (12) et l'ouverture d'entrée de l'éjecteur est prévu un clapet anti-retour qui s'ouvre ou se ferme en fonction de la dépression. 45
50
15. Ventouse comprenant au moins un dispositif de génération de dépression (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 55

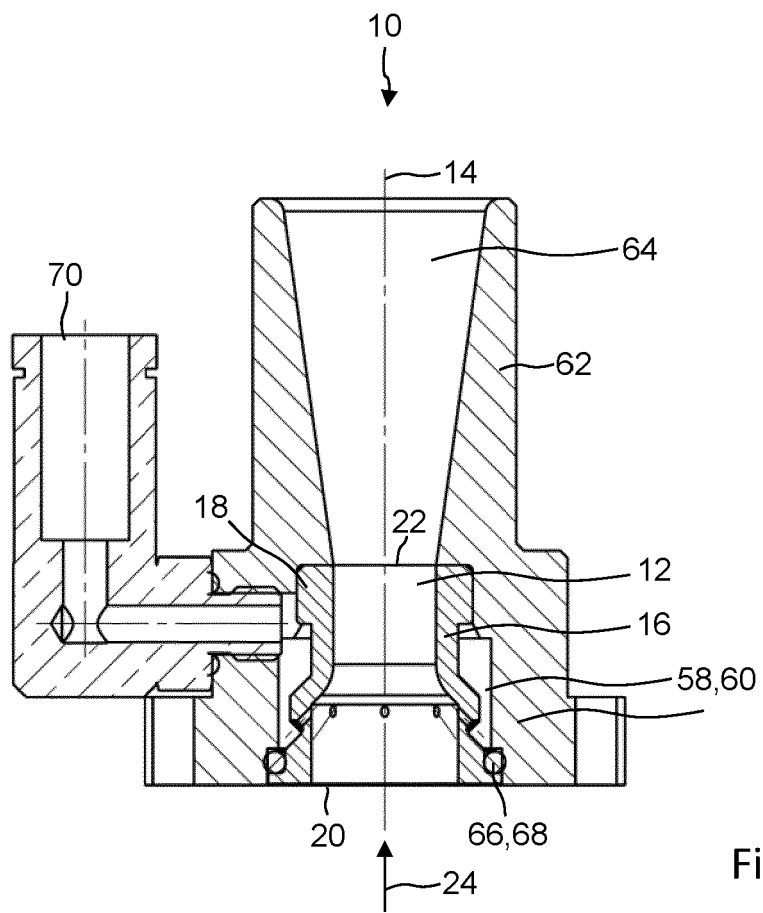
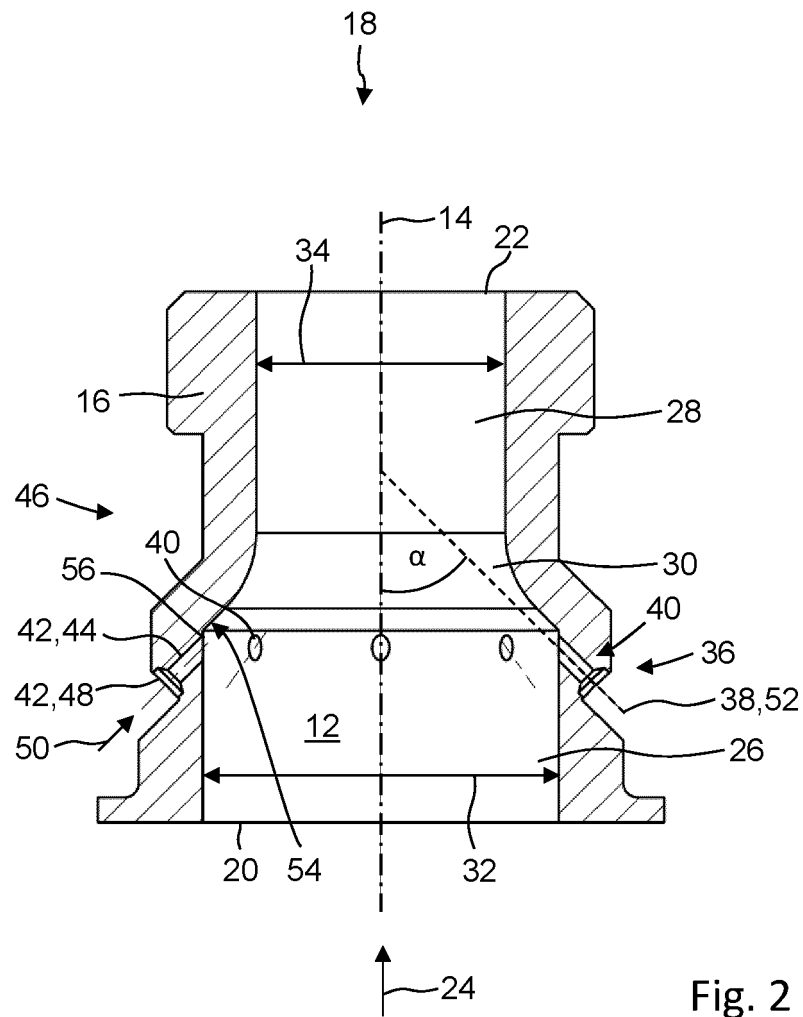


Fig. 1



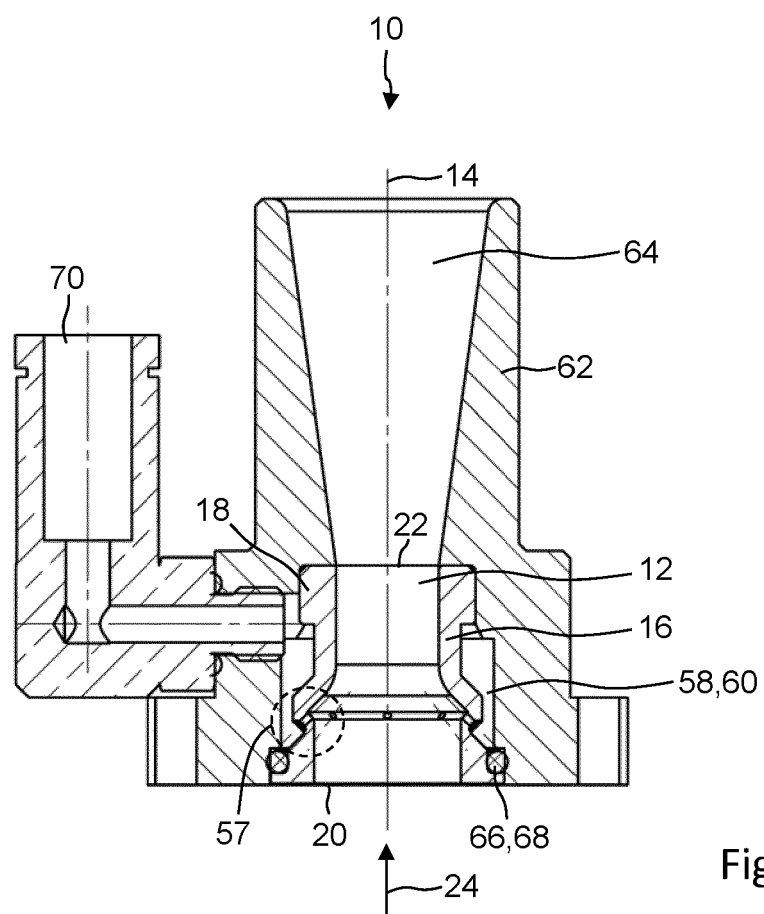


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2422785 A1 [0004]
- US 9062689 B2 [0004]