



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2023 Patentblatt 2023/04

(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**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **J. Schmalz GmbH**
72293 Glatten (DE)

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

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

(30) Priorität: **19.07.2021 DE 102021118546**

(54) **UNTERDRUCKERZEUGUNGSVORRICHTUNG UND SAUGGREIFER**

(57) Die Erfindung betrifft eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10), umfassend einen Hauptströmungskanal (12), welcher sich entlang einer Hauptströmungsachse (14) erstreckt, von einer Wandung (16) begrenzt ist, eine Eintrittsöffnung (20) und eine Austrittsöffnung (22) aufweist und von der Eintrittsöffnung zu der Austrittsöffnung entlang einer Hauptströmungsrichtung (24) durchströmbar ist, wobei der Hauptströmungskanal einen Einlassabschnitt (26), einen Mischabschnitt (28) und einen Düsenabschnitt (30) aufweist, wobei die Wandung im Bereich des Düsenabschnitts derart verläuft, dass ein Strömungsquerschnitt vorliegt, welcher sich entlang der Hauptströmungsrichtung fortschreitend ver-

jüngt, ferner umfassend eine Treibdüsenanordnung (36) zum Einströmen eines Druckfluids in den Hauptströmungskanal, wobei die Treibdüsenanordnung eine Mehrzahl von Treibdüsen (40) umfasst, welche entlang eines Umfangs um die Hauptströmungsachse verteilt angeordnet sind, wobei die Treibdüsen derart ausgebildet und angeordnet sind, dass das Druckfluid schräg zu der Hauptströmungsachse in den Hauptströmungskanal einströmt und unter Ausnutzung des Coanda-Effekts entlang einer Oberfläche der Wandung in dem des sich verjüngenden Düsenabschnitts in den Mischabschnitt einströmt.

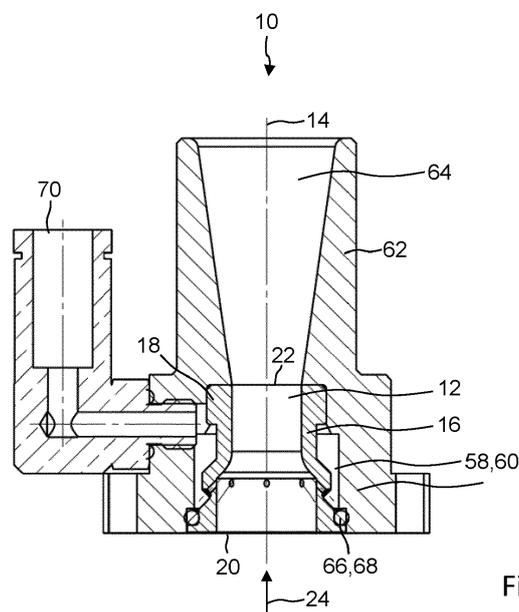


Fig. 1

Beschreibung**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] 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.

[0005] 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.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs

1 gelöst.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] Die Treibdüsenanordnung umfasst eine Mehrzahl von, insbesondere separat ausgebildeten, Treibdüsen, welche in den Hauptströmungskanal einmünden. Insofern umfasst die Treibdüsenanordnung insbesondere eine Mehrzahl von Einzeldüsen.

[0013] 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 grö-

ßeren radialen Abstand zu der Hauptströmungsachse aufweist als die Wandung im Mischabschnitt zu der Hauptströmungsachse.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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, vor-

zugsweise entlang eines Rings.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 insbesondere derart angeordnet, dass die Einströmachsen 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).

[0021] 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 Einströmachse 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.

[0022] 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.

[0023] Eine besonders robuste und einfach zu fertige 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die Unterdruckerzeugungsvorrichtung eine Sensoreinrichtung zur Detektion von Strömungs- und/oder Druckverhältnissen umfasst.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

[0035] 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.

[0036] In der nachfolgenden Beschreibung sowie in den Figuren sind für identische oder einander entsprechende Merkmale jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0037] Die Figur 1 zeigt in einer Schnittansicht eine Ausgestaltung einer Unterdruckerzeugungsvorrichtung, welche insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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 insbesondere 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°.

[0047] 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 Einströmachsen 38 parallel bzw. tangential zu dem Abschnitt der Oberfläche 54 der Wandung 16, an welchem das Druckfluid eingeströmt wird.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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 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.
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), insbesondere wenigstens 2-fach.
 4. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) in einem Anstellwinkel (α) zu der Hauptströmungsachse (14) angestellt sind, insbesondere wobei der Anstellwinkel (α) wenigstens 20° , weiter insbesondere wenigstens 30° , weiter insbesondere wenigstens 40° und/oder maximal 60° , insbesondere maximal 50° , vorzugsweise 45° , 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, insbesondere so dass der Düsenabschnitt (30) sich trichterförmig, weiter insbesondere trompeten- oder kegelförmig, verjüngt.
 7. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Treibdüsen (40) jeweils durch einen Durchgang (42) in der Wandung (16) gebildet sind, insbesondere in Form einer zu der Hauptströmungsachse (14) geneigten Bohrung (44).
 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, insbesondere Auslaufradius, weiter insbesondere Auslaufkegel, in den Hauptströmungskanal (12) einmünden.
 11. Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wandung (16) von einem, vorzugsweise 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, insbesondere kegelförmig, 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, insbesondere wobei in der Strömungsverbindung zwischen Austrittsöffnung (22) des Hauptströmungskanals (12) und Einlassöffnung des Ejektors eine Rückschlagklappe vorgesehen ist, welche unterdruckabhängig öffnet und/oder schließt.
 15. Sauggreifer, insbesondere Flächensauggreifer oder Wafergreifer, umfassend wenigstens eine Unterdruckerzeugungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.

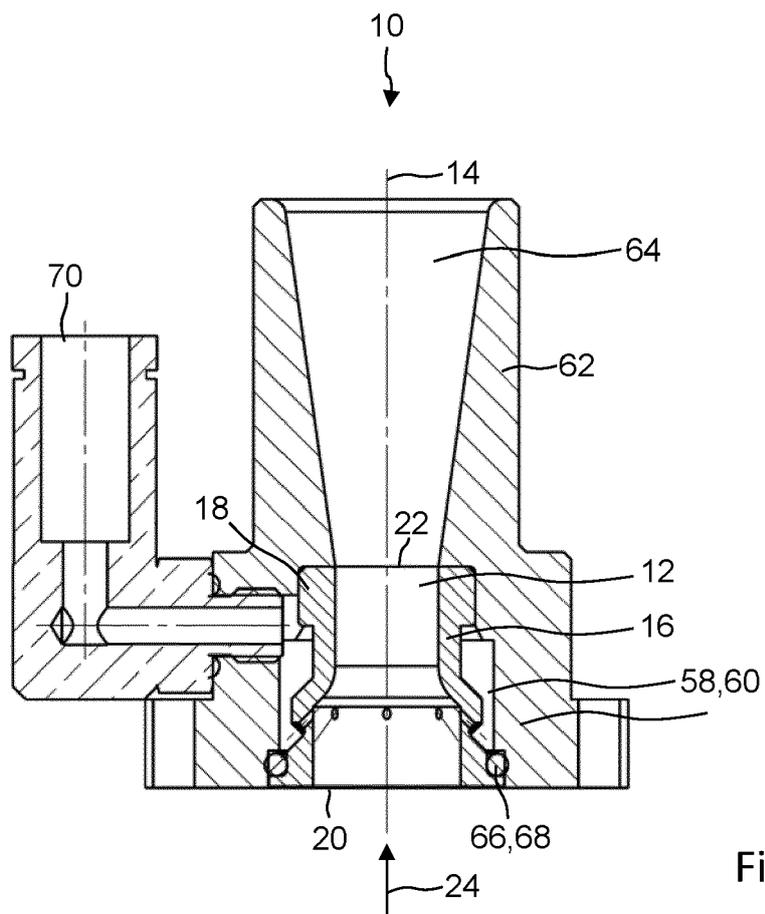
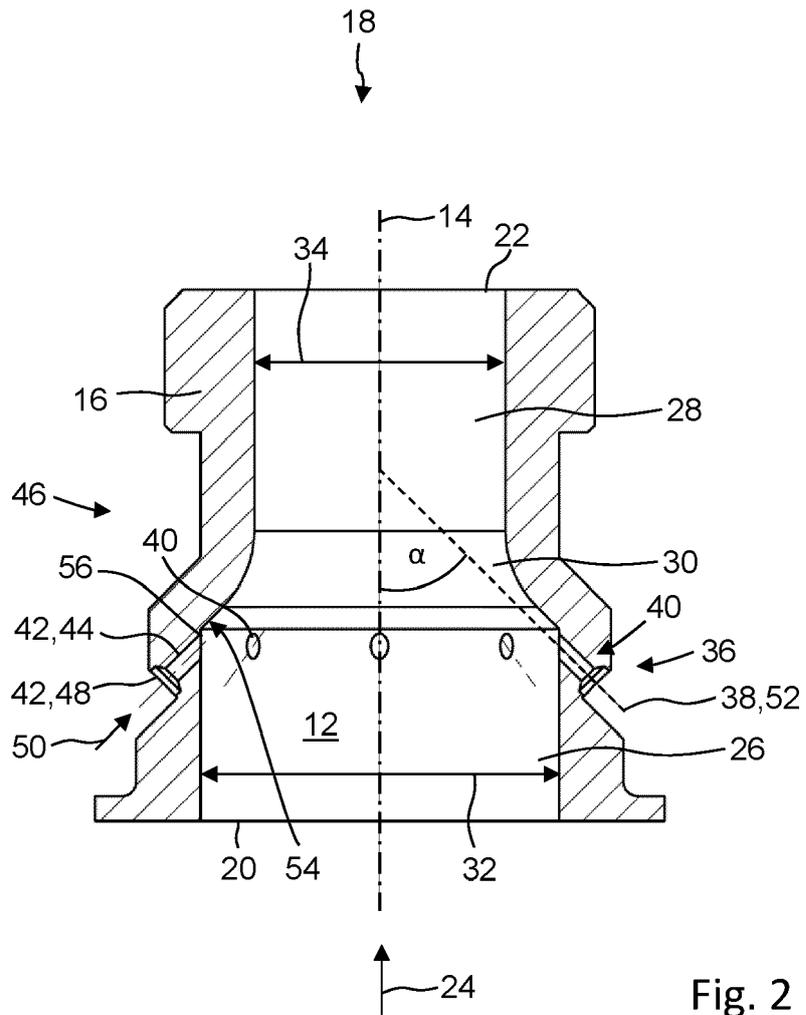


Fig. 1



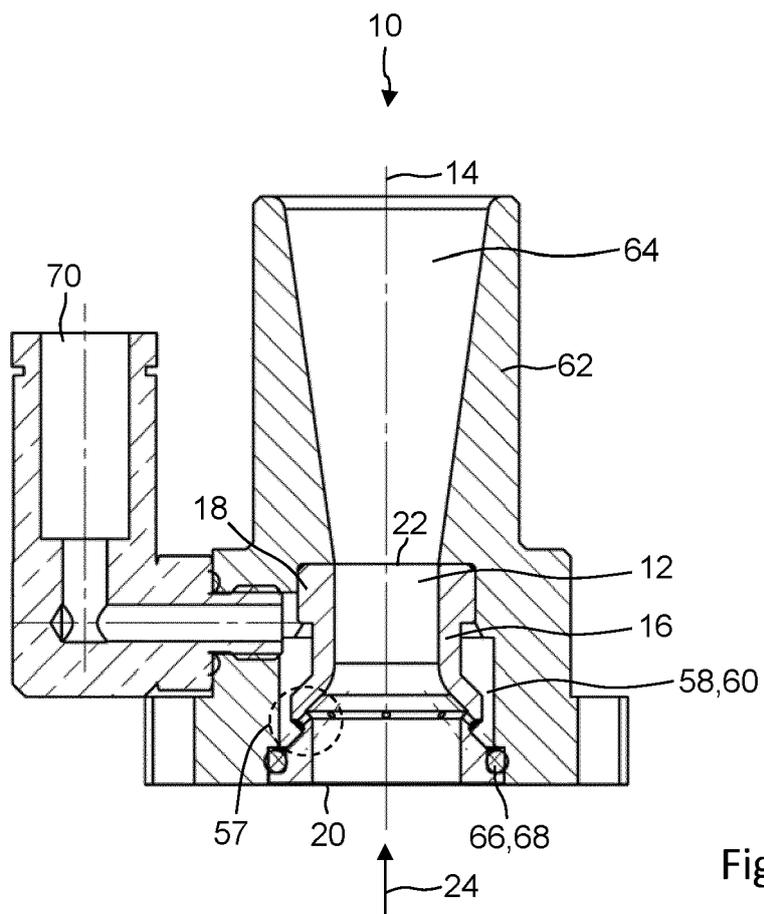


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 3569

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 24 22 785 A1 (CENTRE TECHN IND MECANIQUE) 2. Januar 1975 (1975-01-02) * Seite 4, Zeile 16 - Seite 5, Zeile 8 * * Seite 1, Zeilen 4-17; Abbildungen * -----	1-15	INV. F04F5/20 F04F5/42 F04F5/46 F04F5/16
X	US 9 062 689 B2 (SCHAAF WALTER [DE]; SCHMALZ J GMBH [DE]) 23. Juni 2015 (2015-06-23) * Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 33; Abbildungen 1,2,4,5,8 * -----	1-15	
X	GB 1 447 523 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 25. August 1976 (1976-08-25) * Spalte 3, Zeilen 55-58; Ansprüche; Abbildung 4 * -----	1-15	
A	DD 153 905 A5 (INST PRZEMYSLU WIAZACYCH) 10. Februar 1982 (1982-02-10) * Abbildungen * -----	1-15	
A	DE 10 2014 221203 A1 (KSB AG [DE]) 4. Mai 2016 (2016-05-04) * Abbildungen * -----	1	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F04F
A	JP H07 190443 A (MATSUSHITA SEIKO KK) 28. Juli 1995 (1995-07-28) * Abbildungen * -----	1	
A	US 8 006 961 B1 (RUTSTEIN ALEX [US]) 30. August 2011 (2011-08-30) * Abbildungen * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. November 2022	Prüfer Pinna, Stefano
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 18 3569

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 2422785	A1	02-01-1975	DE 2422785 A1	02-01-1975
			FR 2233511 A1	10-01-1975

US 9062689	B2	23-06-2015	CN 102713310 A	03-10-2012
			DE 102009047083 A1	26-05-2011
			EP 2504584 A1	03-10-2012
			KR 20120088847 A	08-08-2012
			US 2013032981 A1	07-02-2013
			WO 2011064138 A1	03-06-2011

GB 1447523	A	25-08-1976	AU 6104473 A	10-04-1975
			CA 981918 A	20-01-1976
			DE 2359562 A1	06-06-1974
			ES 420255 A1	16-03-1976
			FR 2209413 A5	28-06-1974
			GB 1447523 A	25-08-1976
			IL 43402 A	31-03-1976
			IT 1003547 B	10-06-1976
			JP S4983200 A	09-08-1974
			JP S5743479 B2	14-09-1982
			SE 394728 B	04-07-1977

DD 153905	A5	10-02-1982	DD 153905 A5	10-02-1982
			PL 219390 A1	22-05-1981

DE 102014221203 A1	A1	04-05-2016	CN 107076170 A	18-08-2017
			DE 102014221203 A1	04-05-2016
			EP 3209887 A1	30-08-2017
			WO 2016062610 A1	28-04-2016

JP H07190443	A	28-07-1995	KEINE	

US 8006961	B1	30-08-2011	KEINE	

EPO FORM P0461

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