

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. Januar 2014 (03.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/001090 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04C 18/16 (2006.01) F04C 28/02 (2006.01)
F04C 23/00 (2006.01) F04C 28/06 (2006.01)
F04C 25/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/062179

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2013 (12.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12174031.0 28. Juni 2012 (28.06.2012) EP

(71) Anmelder: STERLING INDUSTRY CONSULT GMBH
[DE/DE]; Lindenstraße 170, 25509 Itzehoe (DE).

(72) Erfinder: KÖSTERS, Heiner; Buschweg 3, 25524
Itzehoe (DE). TEMMING, Jörg; Im Köllner Feld 51,
25337 Kölln-Reisiek (DE). KÜHLEIN, Daniel;
Bahnhofstr. 43, 25451 Quickborn (DE).

(74) Anwalt: GLAWE DELFS MOLL; Postfach 13 03 91,
20103 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GU, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND PUMP ARRANGEMENT FOR EVACUATING A CHAMBER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND PUMPENANORDNUNG ZUM EVAKUIEREN EINER KAMMER

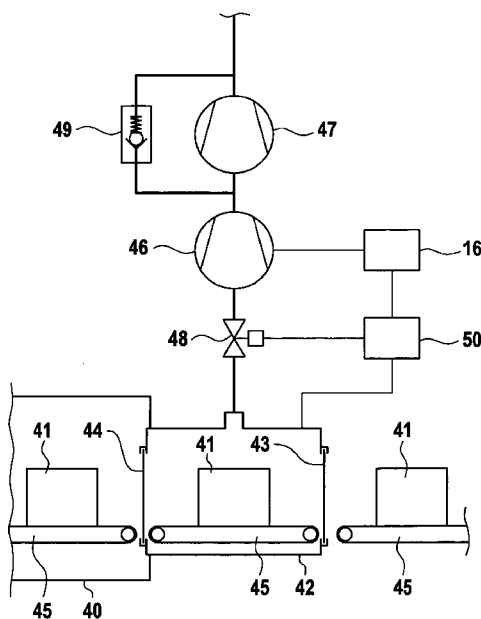


Fig. 1

(57) Abstract: Method for evacuating a chamber (42), according to which a pump arrangement comprising a booster pump (46) and a downstream forepump (47) are connected to said chamber (42). The booster pump (46) is accelerated and gas from the chamber (42) is admitted into said booster pump (46) such that an excess power is temporarily drawn from the booster pump (46), which power goes beyond that provided by the drive (17) to the booster pump (46). The gas is conveyed to the outlet of the booster pump (46) and discharged through a bypass valve (49) as long as the outlet pressure of the booster pump (46) lies above a specified threshold value. The gas is passed to the forepump (47) when the outlet pressure of the booster pump (46) has fallen below the threshold value. The invention further relates to a pump arrangement for carrying out the method.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Evakuieren einer Kammer (42), bei dem eine Pumpenanordnung aus einer Boosterpumpe (46) und einer nachfolgenden Vorpumpe (47) an die Kammer (42) angeschlossen sind. Die Boosterpumpe (46) beschleunigt und Gas aus der Kammer (42) in die Boosterpumpe (46) eingelassen, so dass der Boosterpumpe (46) vorübergehend eine Übermaßeistung entnommen wird, die über die von dem Antrieb (17) der Boosterpumpe (46) bereitgestellte Leistung hinausgeht. Das Gas wird zum Ausgang der Boosterpumpe (46) gefördert und durch ein Bypass-Ventil (49) abgegeben, solange der Ausgangsdruck der Boosterpumpe (46) oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegt. Das Gas wird an die Vorpumpe (47) weitergeleitet, wenn der Ausgangsdruck der Boosterpumpe (46) unterhalb den Schwellwert abgesunken ist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Pumpenanordnung zum Durchführen des Verfahrens.

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5

Verfahren und Pumpenanordnung zum Evakuieren einer Kammer

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Pumpenanordnung zum Evakuieren einer Kammer. Die Pumpenanordnung, die an die Kammer angeschlossen ist, umfasst eine Boosterpumpe und eine nachfolgende Vorpumpe.

15

In vielen technischen Anwendungen ist es heute gefordert, dass eine Kammer innerhalb kurzer Zeit auf ein vorgegebenes Vakuum evakuiert wird. Ein Beispiel sind Schleusenammern, durch die Produkte in einen Vakuumraum eingeschleust werden. Bei den Produkten kann es sich beispielsweise um Massengüter wie Solarzellen, Displays usw. handeln, bei denen einzelne Fertigungsschritte in dem Vakuumraum durchgeführt werden. Solche Produkte sollen mit immer kürzeren Taktzeiten in den Vakuumraum eingeschleust werden. Es nicht ungewöhnlich, dass Schleusenammern mit einem Volumen von einigen 100 l in deutlich unter 10 s auf einen Druck von weniger als 10^{-2} mbar evakuiert werden müssen.

20

25

30

35

Man verwendet zum Evakuieren solcher Schleusenammern meist Pumpenanordnungen aus zwei hintereinander geschalteten Pumpen, wobei die erste Pumpe üblicherweise als Boosterpumpe und die nachfolgende Pumpe als Vorpumpe bezeichnet wird. Die Hintereinanderschaltung zweier Pumpen ist deswegen zweckmäßig, weil nach dem Gasgesetz (Druck * Volumen = konstant; unter der Annahme konstanter Temperatur) die Vorpum-

pe für einen wesentlich kleineren Volumenstrom ausgelegt sein kann als die Boosterpumpe.

Soll allerdings eine Schleusenkammer innerhalb sehr kurzer
5 Zeit ausgehend von Atmosphärendruck evakuiert werden, so fördert die Boosterpumpe anfangs einen großen Volumenstrom bei hohem Druck, was zur Folge hat, dass auch am Ausgang der Boosterpumpe ein großer Volumenstrom ankommt. Vorpumpen, die einen derart großen Volumenstrom verarbeiten können,
10 nen, sind aufwändig und teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Pumpenanordnung vorzustellen, die das schnelle Evakuieren einer Kammer bei vermindertem apparativem Aufwand
15 ermöglichen. Ausgehend vom eingangs genannten Stand der Technik wird die Aufgabe gelöst mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den Unteransprüchen.

20 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst die Boosterpumpe beschleunigt. Gas aus der zu evakuierenden Kammer wird dann in die Boosterpumpe eingelassen, so dass der Boosterpumpe vorübergehend eine Übermaßeistung entnommen wird, die über die vom Antrieb der Boosterpumpe bereitgestellte Leistung hinausgeht. Das zum Ausgang der Boosterpumpe beförderte Gas wird durch ein Bypass-Ventil abgegeben, solange der Ausgangsdruck der Boosterpumpe oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegt. Das Gas wird an die Vorpumpe weitergeleitet, wenn der Ausgangsdruck der Boos-
25 terpumpe unterhalb des Schwellwerts abgesunken ist. Das von der Boosterpumpe zugeführte Gas wird mit der Vorpumpe komprimiert.
30

Zunächst werden einige Begriffe erläutert. Mit den Begriffen Boosterpumpe und Vorpumpe wird die Reihenfolge der Pumpe in der Pumpenanordnung verdeutlicht. Eine Einschränkung im Hinblick auf die Ausgestaltung der Pumpe ist mit diesen
5 Begriffen nicht verbunden.

Die Erfindung hat erkannt, dass es durch das Beschleunigen der Boosterpumpe und die anschließende Entnahme der Übermaßleistung möglich wird, das Gas aus der Kammer unter so
10 hohem Druck zum Ausgang der Boosterpumpe zu fördern, dass das Gas unter Umgehung der Vorpumpe direkt abgegeben werden kann. Erst wenn der Evakuierungsvorgang so weit fortgeschritten ist, dass die Boosterpumpe nicht mehr in der Lage ist, das Gas auf den entsprechenden Druck zu komprimieren,
15 wird die Vorpumpe für die weitere Kompression hinzugenommen. Durch die Erfindung wird es möglich, die Vorpumpe nicht nur für einen kleineren Volumenstrom, sondern auch für einen kleineren Massestrom auszulegen als die Boosterpumpe.

20 In aller Regel liegt am Ausgang des Bypass-Ventils Atmosphärendruck an. Der Schwellwert entspricht in diesem Fall dem Atmosphärendruck. Das Gas tritt also durch das Bypass-Ventil aus, solange der Ausgangsdruck der Boosterpumpe oberhalb des Atmosphärendrucks liegt. In der Spitze kann der
25 Ausgangsdruck der Boosterpumpe um mindestens 1 bar, vorzugsweise mindestens 2 bar, weiter vorzugsweise mindestens 3 bar über Atmosphärendruck liegen. Das mit der Vorpumpe komprimierte Gas kann ebenfalls bei Atmosphärendruck an die
30 Umgebung abgegeben werden.

Zu Beginn des Evakuierungsvorgangs liegt in der Kammer regelmäßig Atmosphärendruck an, so dass der Evakuierungsvor-

gang bei Atmosphärendruck beginnt. Vor Beginn des Evakuierungsvorgangs kann der Eingang der Boosterpumpe geschlossen sein, so dass kein Gas aus der Kammer in die Boosterpumpe eintreten kann. Der Evakuierungsvorgang beginnt dann mit
5 dem Zeitpunkt, zu dem Gas in die Boosterpumpe eingelassen wird.

Um zu Beginn des Evakuierungsvorgangs einen großen Volumenstrom bei hohem Druck (z.B. Atmosphärendruck) fördern zu
10 können, muss die Boosterpumpe eine große Verdichtungsleistung bereitstellen. Die große Verdichtungsleistung wird dadurch bereitgestellt, dass der Boosterpumpe während des Evakuierungsvorgangs vorübergehend mehr Verdichtungsleistung entnommen wird als der Antrieb der Boosterpumpe zur
15 Verfügung stellt. Die über die Antriebsleistung hinausgehende Übermaßeistung wird der kinetischen Energie der Boosterpumpe entnommen. Die Boosterpumpe wird also abgebremst und die Drehzahl der Pumpe vermindert sich.

20 Im Rahmen der Erfindung kann die in der Boosterpumpe entnommene Leistung sehr deutlich oberhalb der Antriebsleistung liegen. Möglich ist es beispielsweise, dass die Übermaßeistung in der Spitze mehr als 50 %, vorzugsweise mehr als 100 %, weiter vorzugsweise mehr als 200 % der Antriebsleistung beträgt. Bei einer Übermaßeistung von 100 % ist
25 die Verdichtungsleistung doppelt so groß wie die Antriebsleistung.

Es kann ferner vorgesehen sein, dass die Übermaßeistung
30 nicht nur momentan, sondern über einen gewissen Zeitraum entnommen wird. Wenn der Evakuierungsvorgang zu dem Zeitpunkt beginnt, zu dem der Druck in der Kammer unter den Ausgangsdruck absinkt, und zu dem Zeitpunkt endet, zu dem

der Enddruck in der Kammer erreicht ist, kann der Zeitraum, während dessen Übermaßeistung entnommen wird, beispielsweise über 10 %, vorzugsweise über 20 %, weiter vorzugsweise über 50 % des Evakuierungsvorgangs erstrecken. Die Drehzahl der Boosterpumpe kann sich durch die Entnahme der Übermaßeistung um mindestens 5 %, vorzugsweise mindestens 10 %, weiter vorzugsweise mindestens 25 % Prozent reduzieren.

Damit es möglich wird, der Pumpe Übermaßeistung in einem derartigen Umfang zu entnehmen, muss die Pumpe vor Beginn des Evakuierungsvorgangs in einen Zustand versetzt werden, in dem entsprechend viel kinetische Energie zur Verfügung steht. Die Pumpe wird deswegen vor Beginn des Evakuierungsvorgangs beschleunigt.

Um genügend kinetische Energie zur Verfügung stellen zu können, ist die Drehzahl der Boosterpumpe zu Beginn des Evakuierungsvorgangs vorzugsweise höher als 8000 U/min, weiter vorzugsweise höher als 10.000 U/min, weiter vorzugsweise höher als 12.000 U/min. Der Durchmesser der in Drehung befindlichen Teile ist vorzugsweise größer als 5 cm, weiter vorzugsweise größer als 10 cm, weiter vorzugsweise größer als 20 cm.

Wenn das Gas aus der Kammer bei im Wesentlichen Atmosphärendruck in die Boosterpumpe eingelassen wird, ist die Boosterpumpe einer schlagartigen Belastung ausgesetzt. Einige Pumpentypen, die bislang als Boosterpumpen verwendet werden, wie etwa Wälzkolbenpumpen, sind für die Aufnahme solcher schlagartigen Belastungen im Allgemeinen weniger geeignet. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird als Boosterpumpe eine Schraubenpumpe verwendet, deren bevorzugte Gestaltung unten näher erläutert ist. Die Vorpumpe kann

beispielsweise eine konventionelle Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe sein.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, eine
5 Kammer mit einem Volumen von mehr als 100 l in weniger als
5 s von Atmosphärendruck auf einen Druck von weniger als
 10^{-2} mbar zu evakuieren. Diese Möglichkeit ist von besonde-
rem Interesse im Rahmen von Schleusen Anwendungen, wo eine
Schleusenkammer dieser Größenordnung mit kurzer Taktzeit
10 immer wieder evakuiert werden muss. Am Eingang der Schleu-
senkammer liegt Atmosphärendruck an, was bedeutet, dass
sich auch in der Schleusenkammer Atmosphärendruck ein-
stellt, wenn der Eingang geöffnet wird, um ein Bauteil in
die Schleusenkammer einzubringen. An den Ausgang der
15 Schleusenkammer schließt sich ein Vakuumraum an, in dem der
Druck beispielsweise bei 10^{-2} mbar liegt. Die Schleusenkam-
mer muss also auf diesen Druck evakuiert werden, bevor der
Ausgang geöffnet werden kann, um das Bauteil in den Vakuum-
raum zu übergeben.

20 Beträgt beispielsweise die Taktzeit der Schleuse 10 s, so
kann der Zeitraum, in dem der Boosterpumpe Übermaßeistung
entnommen wird, beispielsweise 1 s betragen, während der
Rest der Taktzeit genutzt wird, um die Boosterpumpe wieder
25 auf die Ausgangsdrehzahl zu beschleunigen. Allgemeiner ge-
sagt beträgt der Zeitraum der Entnahme von Übermaßeistung
vorzugsweise mindestens 5 %, weiter vorzugsweise mindestens
10 % der Taktzeit. Während mindestens 30 %, vorzugsweise
mindestens 50 %, weiter vorzugsweise mindestens 70 % der
30 Taktzeit ist die der Boosterpumpe entnommene Leistung ge-
ringer als die Antriebsleistung, so dass die Boosterpumpe
beschleunigt wird.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Pumpenanordnung. Die Pumpenanordnung umfasst eine Boosterpumpe und eine Vorpumpe, wobei der Ausgang der Boosterpumpe mit dem Eingang der Vorpumpe verbunden ist. Zwischen der Boosterpumpe und der Vorpumpe ist ein Bypass-Ventil angeordnet, durch das das mit der Boosterpumpe geförderte Gas unter Umgehung der Vorpumpe abgegeben werden kann. Die Pumpenanordnung umfasst außerdem eine Steuereinheit, die dazu ausgelegt ist, ein Steuersignal zu geben, wenn die Drehzahl der Boosterpumpe oberhalb eines vorgegebenen Drehzahlschwellwerts liegt. Der Drehzahlschwellwert ist so bemessen, dass die Boosterpumpe nach dem Überschreiten der betreffenden Drehzahl bereit ist für die Entnahme einer Übermaßeistung. Eine solche Pumpenanordnung ist geeignet, um eine Kammer gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren in kurzer Zeit zu evakuieren.

Das Steuersignal kann übermittelt werden an eine Steuerung der zu evakuierenden Kammer, um mitzuteilen, dass die Boosterpumpe bereit ist für den nächsten Evakuierungsvorgang. Die Steuerung der Kammer kann daraufhin den Eingang der Boosterpumpe öffnen, über den die Boosterpumpe an die Kammer angeschlossen ist. Das Gas aus der Kammer tritt dann in die Boosterpumpe ein und die Kammer wird schnell evakuiert. Mit dem Eintritt des Gases in die Boosterpumpe erhöht sich die Last schlagartig, so dass die Drehzahl der Boosterpumpe sich vermindert.

Die Steuereinheit der Boosterpumpe kann außerdem dazu ausgelegt sein, die Boosterpumpe vor Beginn des Evakuierungsvorgangs so zu beschleunigen, dass der Drehzahlschwellwert überschritten wird. Um eine hinreichende Menge von kinetischer Energie für die Entnahme der Übermaßeistung bereitzustellen, liegt der Drehzahlschwellwert vorzugsweise ober-

halb der Förderdrehzahl der Boosterpumpe. Förderdrehzahl bezeichnet die Drehzahl, die sich als stationärer Zustand einstellt, wenn der Ansaugsdruck bei 100 mbar liegt. Die Antriebsleistung entspricht bei Förderdrehzahl der Pump-
leistung, was bedeutet, dass die Drehzahl der Boosterpumpe konstant bleibt. Der Drehzahlschwellwert kann um 10 %, vorzugsweise um 30 %, weiter vorzugsweise um 50 % höher liegen als die Förderdrehzahl. In absoluten Zahlen kann der Drehzahlschwellwert beispielsweise mindestens 8000 U/min, vorzugsweise mindestens 10.000 U/min, weiter vorzugsweise mindestens 12.000 U/min betragen. Üblicherweise werden Boosterpumpen, die für eine Anwendung im Rahmen der Erfindung in Betracht kommen, mit wesentlich niedrigeren Drehzahlen betrieben. Eine Drehzahl von 6.000 U/min wird beim Betrieb solcher Boosterpumpen regelmäßig nicht überschritten. Auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Boosterpumpe über die Förderdrehzahl hinaus beschleunigt werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann außerdem die zu evakuierende Kammer umfassen. Die Steuereinheit der Anordnung kann dann dazu ausgelegt sein, den Eingang der Pumpe, über den die Boosterpumpe an die Kammer angeschlossen ist, zu öffnen, nachdem der Drehzahlschwellwert überschritten wurde. Ferner kann die Steuereinheit dazu ausgelegt sein, den Eingang geschlossen zu halten, während die Boosterpumpe beschleunigt wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird als Boosterpumpe eine Schraubenpumpe verwendet, bei der die Schrauben zweier Gewinde so miteinander in Eingriff stehen, dass das Gas zwischen den Gewindegängen von einer Saugseite zu einer Druckseite gefördert wird. Um den angegebenen hohen Drehzahlen standhalten zu können, haben die Schrauben vorzugs-

weise jeweils zwei Gewinde, so dass die in Längsrichtung der Schrauben auftretenden Kräfte sich gegenseitig aufheben. Die Gewinde der Schraube sind vorzugsweise zweigängig ausgebildet. Dabei kann in Radialrichtung eine Punktsymmetrie der Schrauben derart bestehen, dass die Schrauben durch eine Drehung um die Längsachse um 180° in sich selbst abgebildet werden. Der Durchmesser der Schrauben ist vorzugsweise größer als 10 cm, weiter vorzugsweise größer als 15 cm, weiter vorzugsweise größer als 20 cm, so dass die Schrauben in Summe etwa die oben angegebene Masse haben.

Damit die Schraubenpumpe den bei Boosterpumpen geforderten großen Volumenstrom aufnehmen kann, ist die Einlassöffnung vorzugsweise größer als 60 %, weiter vorzugsweise größer als 80 %, weiter vorzugsweise größer als 100 % der Querschnittsfläche einer Schraube. Um Leckverluste gering zu halten, ist nahe der Druckseite der radiale Abstand zwischen dem Gehäuse der Pumpe und dem Gewinde der Schraube möglichst klein (radialer Minimalabstand), beispielsweise kleiner als 0,2 mm, vorzugsweise kleiner als 0,1 mm.

Im Einlassbereich, also insbesondere in dem Gehäuseabschnitt, in dem die Einlassöffnung ausgebildet ist, kann ein Saugspalt zwischen dem Gewinde der Schraube und dem Gehäuse bestehen, um einen hohen Volumenstrom in die Arbeitskammern der Pumpen hinein zu ermöglichen. Der radiale Durchmesser des Saugspalts ist vorzugsweise um den Faktor 50, weiter vorzugsweise den Faktor 100, weiter vorzugsweise den Faktor 200 größer als der radiale Minimalabstand. Der Saugspalt kann sich beispielsweise über einen Umfangswinkel von mindestens 15° , vorzugsweise mindestens 30° des Gehäuses erstrecken. In Längsrichtung kann der Saugspalt sich über mindestens 20 %, vorzugsweise mindestens 30 %, weiter

vorzugsweise mindestens 40 % der Länge eines Gewindes der Schraube erstrecken. Vorzugsweise entspricht die Länge des Saugspalts der Länge einer 360°-Windung des Gewindes in diesem Bereich. Das Gewinde hat im Einlassbereich also eine
5 sehr große Steigung. Die erste 360°-Windung kann sich beispielsweise über mindestens 20%, vorzugsweise mindestens 30%, weiter vorzugsweise mindestens 40% der Länge des Gewindes erstrecken. Insgesamt umfasst jeder Gewindegang des zweigängigen Gewindes vorzugsweise mindestens drei, weiter
10 vorzugsweise mindestens vier vollständige 360°-Windungen.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand vorteilhafter Ausführungsform beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

15

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Pumpenanordnung, die an eine Schleusenkammer angeschlossen ist.

Fig. 2: eine perspektivische, teilweise weggebrochene Darstellung einer für die erfindungsgemäße Anordnung geeigneten Schraubenpumpe;
20

Fig. 3: einen Ausschnitt der Pumpe aus Fig. 1 in vergrößerter Darstellung;

Fig. 4: die Ansicht aus Fig. 3 in einem anderen Zustand der Pumpe;

25 Fig. 5: eine schematische Querschnittsansicht einer für die erfindungsgemäße Anordnung geeigneten Schraubenpumpe entlang der Achse einer Schraube; und

Fig. 6A/B: Schnitte entlang den Linien A-A und B-B in Fig. 5.

30

In einem in Fig. 1 gezeigten Vakuumraum 40 werden bestimmte Verfahrensschritte an einem Produkt 41 vorgenommen. Bei dem vereinfacht in Blockform dargestellten Produkt 41 kann es

sich beispielsweise um eine Vielzahl von Halbleiterbauelementen, wie etwa Solarzellen oder Displays handeln. Der Verfahrensschritt kann ein Beschichtungsvorgang sein. Für den Verfahrensschritt ist es erforderlich, dass der Druck in dem Vakuumraum 40 unterhalb von 0,5 mbar liegt. Um den Vakuumraum auf diesem Druck zu halten, ist eine in Fig. 1 nicht dargestellte Vakuumpumpe an den Vakuumraum 40 angeschlossen.

10 An den Vakuumraum 40 schließt sich eine Schleuse mit einer Schleusenkammer 42 an, durch die das Produkt 41 in die Vakuumkammer eingebracht wird. Die Schleusenkammer 42 hat eine Eingangsöffnung und eine Ausgangsöffnung, die mit Schiebetüren 43, 44 versehen sind. Die Schiebetüren 43, 44 sind
15 durch eine Steuerung 50 so gesteuert, dass zu keinem Zeitpunkt beide zugleich geöffnet sind. Wenn die Schiebetür 43 geöffnet ist, liegt in der Schleusenkammer 42 Atmosphärendruck an. Die Schleuse hat ein Volumen von beispielsweise 200 l.

20 Bei geöffneter Schiebetür 43 kann mithilfe von Laufbändern 45 das Produkt 41 in die Schleusenkammer 42 eingefahren werden. Nachdem die Schiebetür 43 anschließend wieder verschlossen ist, wird die Schleusenkammer 42 durch eine an
25 die Schleusenkammer 42 angeschlossenen Pumpenanordnung evakuiert, so dass der Druck in der Schleusenkammer 42 dem in dem Vakuumraum 40 anliegenden Druck von weniger als 0,5 mbar entspricht. Nach Abschluss des Evakuierungsvorgangs wird die Schiebetür 44 geöffnet und das Produkt 41 mit den
30 Laufbändern 45 in den Vakuumraum 40 eingefahren. Anschließend wird die Schiebetür 44 wieder verschlossen, die Schleusenkammer 42 auf Atmosphärendruck gebracht und die Schiebetür 43 geöffnet. Damit ist ein Zyklus in der Schleu-

se abgeschlossen. Die Taktzeit des Zyklus liegt bei etwa 10 s.

Für den eigentlichen Evakuierungsvorgang, durch den der
5 Druck in der Schleusenkammer ausgehend von Atmosphärendruck auf einen Enddruck von weniger als 0,5 mbar reduziert wird, steht eine Zeitspanne zur Verfügung, die deutlich unterhalb der Taktzeit liegt. Beispielsweise kann der Evakuierungsvorgang sich über einen Zeitraum von 5 s erstrecken.

10

Um eine Schleuse dieses Volumens in derart kurzer Zeit evakuieren zu können, ist eine leistungsfähige Pumpenanordnung erforderlich, die insbesondere in dem gesamten Druckbereich zwischen Atmosphärendruck und Enddruck ein hohes Saugvermögen aufweist. Dies leistet die erfindungsgemäße Pumpenanordnung, in der gemäß Fig. 1 eine Schraubenpumpe als Boosterpumpe 46 und eine Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe als Vorpumpe 47 hintereinander geschaltet sind. Die Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe ist konventionell gestaltet, so dass eine
15 detaillierte Beschreibung nicht erforderlich ist.

20

Um den Evakuierungsvorgang zu starten, wird die Boosterpumpe 46 zunächst auf eine Drehzahl beschleunigt, die deutlich oberhalb der Förderdrehzahl liegt. Ein zwischen der Boosterpumpe 46 und der Schleusenkammer 42 angeordnetes Ventil 48 ist geschlossen, so dass kein Gas aus der Schleusenkammer 42 in den Eingang der Boosterpumpe 46 eintreten kann. Die Boosterpumpe 46 steht also nicht unter Last, so dass eine vergleichsweise geringe Antriebsleistung ausreicht, um
25 die Boosterpumpe 46 zu beschleunigen.

30

Ist die Boosterpumpe 46 so weit beschleunigt, dass ein vorgegebener Drehzahlschwellwert überschritten wird, sendet

eine Steuereinheit 16 der Boosterpumpe 46 ein Steuersignal an die Steuerung 50 der Schleusenkammer. Die Steuerung 50 erhält damit die Information, dass die Boosterpumpe 46 bereit ist für den nächsten Evakuierungsvorgang. Sobald auch
5 die Schleusenkammer 42 für den nächsten Evakuierungsvorgang bereit ist, kann die Steuerung 50 das Ventil 48 öffnen, so dass die Boosterpumpe 46 Luft aus der Schleusenkammer 42 ansaugen kann. Die Luft wird durch die Boosterpumpe 46 gefördert und dabei komprimiert, so dass am Ausgang der Boos-
10 terpumpe 46 ein Druck anliegt, der deutlich oberhalb des Atmosphärendrucks liegt. In der Spitze kann am Ausgang der Boosterpumpe 46 beispielsweise ein Druck von 3 bar oberhalb des Atmosphärendrucks anliegen.

15 Zwischen der Vorpumpe 47 und der Boosterpumpe 46 ist ein Bypass-Ventil 49 angeordnet, an dessen Ausgang Atmosphärendruck anliegt. Das Bypass-Ventil 49 ist als Überdruckventil ausgestaltet, so dass das komprimierte Gas vom Ausgang der
20 Boosterpumpe 46 automatisch über das Bypass-Ventil 49 austritt, solange der Druck am Ausgang der Boosterpumpe 46 oberhalb von Atmosphärendruck liegt. Sinkt der Druck am Ausgang der Boosterpumpe 46 unter Atmosphärendruck, schließt das Bypass-Ventil 49. Das Gas wird dann von der Vorpumpe 47 übernommen und so weiter komprimiert, dass es bei Atmosphä-
25 rendruck an die Umgebung abgegeben werden kann.

Je weiter der Druck in der Schleusenkammer 42 sich dem Enddruck annähert, desto niedriger wird auch der Druck zwischen der Boosterpumpe 46 und der Vorpumpe 47. Die Vorpumpe
30 47 ist so ausgelegt, dass sie das Gas ausgehend von diesem Druck auf Atmosphärendruck komprimieren kann.

Besonderen Belastungen ist bei einem solchen Evakuierungsvorgang die Boosterpumpe 46 ausgesetzt. Wenn das Ventil 48 geöffnet wird, verursacht der in die Boosterpumpe 46 eintretende Luftstrom eine schlagartige Belastung. Außerdem
5 wird der Boosterpumpe 46 durch das Eintreten eines großen Volumenstroms bei Atmosphärendruck eine hohe Verdichtungsleistung abgefordert. Diese Verdichtungsleistung übersteigt die Antriebsleistung der Boosterpumpe 46, was bedeutet, dass der Boosterpumpe 46 eine Übermaßeistung entnommen
10 wird. Die Übermaßeistung wird aus der kinetischen Rotationsenergie der Boosterpumpe 46 gewonnen, was gleichbedeutend damit ist, dass die Drehzahl der Boosterpumpe 46 sich in dieser Phase vermindert.

15 Um genügend kinetische Rotationsenergie bereitstellen zu können, wird die Boosterpumpe 46 vor Beginn des Evakuierungsvorgangs auf eine hohe Drehzahl von mehr als 10.000 U/min beschleunigt. Durch die Entnahme der Übermaßeistung vermindert sich die Drehzahl innerhalb von 1 s auf 9000
20 U/min. Die verbleibende Taktzeit wird genutzt, um die Boosterpumpe 46 wieder auf die ursprüngliche Drehzahl zu beschleunigen. Die Antriebsleistung liegt in dieser Phase folglich höher als die der Boosterpumpe 46 entnommene Verdichtungsleistung.

25 Eine Boosterpumpe 46, die einerseits den Belastungen zu Beginn des Evakuierungsvorgangs standhält und andererseits über den gesamten Druckbereich das erforderliche Saugvermögen aufweist, ist nachfolgend beschrieben.

30 Die als Boosterpumpe geeignete Schraubenpumpe umfasst gemäß Fig. 2 zwei Schrauben 14, die in einem Pumpengehäuse 15 aufgenommen sind. Eine der Schrauben 14 ist aufgrund des

nicht vollständig dargestellten Pumpengehäuses 15 über die gesamte Länge sichtbar, während die andere Schraube 14 zu wesentlichen Teilen von dem Pumpengehäuse 15 verdeckt ist. Die beiden Schrauben 14 stehen in Eingriff miteinander, was
5 bedeutet, dass die Gewindevorsprünge der einen Schraube 14 in die Vertiefung zwischen zwei Gewindevorsprüngen der anderen Schraube 14 eingreifen.

Die Pumpe umfasst eine Steuer- und Antriebseinheit 16, in
10 der für jede der Schrauben 14 ein elektronisch gesteuerter Antriebsmotor 17 angeordnet ist. Die elektronische Steuerung der Antriebsmotoren 17 ist so eingerichtet, dass die beiden Schrauben 14 vollständig synchron zueinander laufen, ohne dass die Gewindevorsprünge der Schrauben 14 sich be-
15 rühren. Als zusätzliche Sicherheit gegen Schäden an den Schrauben 14 sind die beiden Schrauben 14 jeweils mit einem Zahnrad 18 ausgestattet. Die Zahnräder 18 stehen in Eingriff miteinander und bewirken eine Zwangskopplung der beiden Schrauben 14 für den Fall, dass die elektronische Syn-
20 chronisation der Schrauben 14 ausfällt.

Jede Schraube 14 ist mit zwei Gewinden 19 ausgestattet, so dass die Pumpe insgesamt vier Gewinde 19 aufweist. Die Gewinde 19 erstrecken sich jeweils von einer Saugseite 20 im
25 Zentrum der Schraube 14 zu einer Druckseite 21 an den äußeren Enden der Schraube 14. Die beiden Gewinde einer Schraube 14 sind gegenläufig ausgerichtet, so dass sie von der Saugseite 20 zu der Druckseite 21 hin arbeiten.

30 Jedes der Gewinde 19 umfasst einen ersten Gewindegang 22 und einen zweiten Gewindegang 23. Die Gewinde 19 sind also zweigängig in dem Sinne, dass die Gewindegänge 22, 23 miteinander verschränkt sind, so dass sie zusammen eine dop-

pelhelixartige Form bilden. Die beiden Gewindegänge 22, 23 sind so geformt, dass die Gewinde 19 in Radialrichtung symmetrisch sind. Betrachtet man die Schraube 14 von der Druckseite des ersten Gewindes 19 bis zur Druckseite des zweiten Gewindes 19, so hat die Schraube 14 außerdem eine Symmetrie in Längsrichtung.

Die Gewinde 19 sind so gestaltet, dass im Bereich der Saugseite 20 ein größeres Volumen zwischen zwei benachbarten Gewindevorsprüngen eingeschlossen ist als im Bereich der Druckseite 21. Das Volumen der Arbeitskammern, das dem zwischen den Gewindevorsprüngen eingeschlossenen Volumen entspricht, reduziert sich also von der Saugseite zur Druckseite, so dass in der Arbeitskammer enthaltenes Gas auf dem Weg von der Saugseite zur Druckseite komprimiert wird.

Das Gehäuse 15 der Pumpe ist mit einer Eingangsöffnung 24 versehen, die so angeordnet ist, dass sie Zugang zu den Saugseiten 20 aller vier Gewinde 19 bietet. Um einen großen Volumenfluss in die Pumpe hinein zu ermöglichen, hat die Eingangsöffnung 24 einen großen Querschnitt. Im Ausführungsbeispiel ist die Querschnittsfläche der Eintrittsöffnung 24 größer als die von einer Schraube 14 aufgespannte kreisförmige Kontur.

25

Um den Volumenfluss in die Arbeitskammern hinein weiter zu verbessern, ist am Gehäuse 15 der Pumpe ein Saugspalt 25 ausgebildet, der sich an die Eingangsöffnung 24 anschließt und der Kontur der Schraube 14 in Umfangsrichtung folgt. In Längsrichtung erstreckt sich der Saugspalt 25 etwa über die Hälfte der Länge des Gewindes 19 zwischen der Saugseite 20 und der Druckseite 21. In Umfangsrichtung variiert die Abmessung des Saugspalts 25 mit der Eingangsöffnung, je wei-

ter sich die Eingangsöffnung 24 an der betreffenden Stelle zur Seite erstreckt, desto kürzer ist die Erstreckung des Saugspalts 25 in Umfangsrichtung an dieser Stelle. An der breitesten Stelle der Eingangsöffnung 24 erstreckt der

5 Saugspalt 25 sich über einen Umfangswinkel von etwa 45° . In dem Bereich, in dem die Eingangsöffnung 24 den Saugspalt 25 nicht mehr überdeckt, erstreckt der Saugspalt 24 sich über einen Umfangswinkel von etwa 120° . Die Abmessung des Saugspalts 25 in Radialrichtung entspricht dem Abstand zwischen

10 dem Pumpengehäuse 15 und der Kontur der Schraube 14 in diesem Bereich. Dieser Abstand liegt in der Größenordnung von etwa 10 mm.

Durch den Saugspalt ist das Gas nicht darauf beschränkt, in

15 Radialrichtung in die Arbeitskammern einzutreten, sondern das Gas kann sich auch über einen Gewindevorsprung hinweg durch den Saugspalt hindurch in die Arbeitskammer hinein bewegen. Der Volumenstrom in die Arbeitskammer hinein wird dadurch weiter vergrößert.

20

Ein weiterer Beitrag zur Vergrößerung des Volumenstroms in die Arbeitskammer hinein wird dadurch erreicht, dass zwischen der Saugseite 20 des ersten Gewindes 19 einer Schraube 14 und der Saugseite 20 des zweiten Gewindes 19 der

25 Schraube 14 ein Abstand besteht. Dadurch bleibt im Zentrum der Schraube 14 Platz frei, durch den das Gas auch in radialer Richtung in die Arbeitskammer eintreten kann.

Der Bereich, in dem sich der Saugspalt 25 erstreckt (= erster Gehäuseabschnitt 26), dient der Befüllung der Arbeitskammern. In dem sich daran anschließenden zweiten Gehäuseabschnitt 27 ist der Abstand zwischen dem Gehäuse und der

30 Kontur der Schraube 14 so klein wie es technisch möglich

ist (radialer Minimalabstand). Im zweiten Gehäuseabschnitt findet die Kompression statt und ein Leckfluss von einer Arbeitskammer in die nächste Arbeitskammer ist unerwünscht.

5 Am Übergang vom ersten Gehäuseabschnitt 26 zum zweiten Gehäuseabschnitt 27 ist eine Übergangskante 28 ausgebildet. Die Übergangskante 28 erstreckt sich in Umfangsrichtung über den gesamten Saugspalt 25 und definiert den Übergang vom Saugspalt 25 zu dem zweiten Gehäuseabschnitt 27, in dem
10 der radiale Minimalabstand zwischen dem Gehäuse 15 und der Schraube 14 besteht.

Die Kompression beginnt, sobald die Arbeitskammer in den zweiten Gehäuseabschnitt übergegangen ist, sobald also der
15 Gewindevorsprung, der die Arbeitskammer zur Saugseite hin begrenzt, mit der Übergangskante 28 abgeschlossen hat. Die Übergangskante 28 ist so angeordnet, dass der Abschluss zwischen dem Gewindevorsprung und der Übergangskante 28 zu einem Zeitpunkt stattfindet, zu dem die Arbeitskammer noch
20 ihr maximales Volumen hat.

In Umfangsrichtung betrachtet schließt die Übergangskante 28 einen Winkel mit der Querrichtung ein, der kleiner ist als die Steigung des Gewindevorsprungs, der mit der Übergangskante 28 abschließt. Dadurch wird erreicht, dass der
25 Abschluss zwischen dem Gewindevorsprung und der Übergangskante 28 nicht schlagartig erfolgt, sondern sich über eine kurze Zeitspanne erstreckt. Dadurch reduziert sich das Betriebsgeräusch der Pumpe.

30

Die eigentliche Volumenkompression findet in einem kurzen Abschnitt des Gewindes unmittelbar nach dem Abschluss der Arbeitskammer statt. Die sich daran anschließenden weiteren

Windungen des Gewindes dienen der Abdichtung und bewirken noch eine thermodynamische Kompression.

Auf der Druckseite 21 des Gewindes 19 wird das Gas aus der
5 Arbeitskammer abgegeben. Durch eine Bohrung 29 in dem Pumpengehäuse 15 wird das komprimierte Gas von den außen liegenden Druckseiten 21 zu einer zentralen Auslassöffnung zusammengeführt. Die Auslassöffnung, die in den Figuren nicht
10 sichtbar ist, ist der Einlassöffnung 24 gegenüber angeordnet. Die Bohrung 29 ist, wie die Figuren 2, 3 und 5 zeigen, in das Pumpengehäuse 15 integriert und erstreckt sich zwischen den beiden Schrauben 14, wobei die Leitung 29 teilweise innerhalb einer auf beiden Schrauben 14 aufliegenden Tangentialfläche 35 angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Evakuieren einer Kammer (42), wobei eine Pumpenanordnung aus einer Boosterpumpe (46) und einer
5 nachfolgenden Vorpumpe (47) an die Kammer (42) angeschlossen ist, mit folgenden Schritten
 - a. Beschleunigen der Boosterpumpe (46);
 - b. Einlassen des Gases aus der Kammer (42) in die
10 Boosterpumpe (46), so dass der Boosterpumpe (46) vorübergehend eine Übermaßeistung entnommen wird, die über die von dem Antrieb (17) der Boosterpumpe (46) bereitgestellte Leistung hinausgeht; und
 - c. Fördern des Gases zum Ausgang der Boosterpumpe
15 (46), wobei
 - i. das Gas durch ein Bypass-Ventil (49) abgegeben wird, solange der Ausgangsdruck der Boosterpumpe (46) oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegt;
 - 20 ii. das Gas an die Vorpumpe (47) weitergeleitet wird, wenn der Ausgangsdruck der Boosterpumpe (46) unterhalb den Schwellwert abgesunken ist;
 - d. Komprimieren des von der Boosterpumpe (46) zugeführten Gases mit der Vorpumpe (47).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Boosterpumpe (46) in Schritt a. bei geschlossenem Eingang der Boosterpumpe (46) beschleunigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übermaßeistung in der Spitze mindestens

50 %, vorzugsweise mindestens 100 %, weiter vorzugsweise mindestens 200 % der Antriebsleistung beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Übermaßeistung während mindestens 10 %, vorzugsweise mindestens 20 %, weiter vorzugsweise mindestens 50 % des Evakuierungsvorgangs entnommen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl der Boosterpumpe (46) zu Beginn des Evakuierungsvorgangs größer als 8000 U/min, vorzugsweise größer als 10.000 U/min, weiter vorzugsweise größer als 12.000 U/min ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangsdruck der Boosterpumpe (46) in der Spitze um mindestens 1 bar, vorzugsweise mindestens 2 bar, weiter vorzugsweise mindestens 3 bar über Atmosphärendruck liegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer eine Schleusenkammer (42) ist, die mit einer Taktzeit von weniger als 15 s, vorzugsweise weniger als 10 s betrieben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Boosterpumpe während mindestens 5 %, vorzugsweise mindestens 10 % der Taktzeit der Schleusenkammer (42) Übermaßeistung entnommen wird.
9. Pumpenanordnung mit einer Boosterpumpe (46) und einer Vorpumpe (47), wobei der Ausgang der Boosterpumpe (46)

mit dem Eingang der Vorpumpe (47) verbunden ist, wobei zwischen der Boosterpumpe (46) und der Vorpumpe (47) ein Bypass-Ventil (49) angeordnet ist, durch das mit der Boosterpumpe (46) gefördertes Gas unter Umgehung der Vorpumpe (47) abgegeben werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (16) dazu ausgelegt ist, ein Steuersignal zu geben, wenn die Drehzahl der Boosterpumpe (46) oberhalb eines vorgegebenen Drehzahlschwellwerts liegt, so dass die Boosterpumpe (46) für die Entnahme einer Übermaßeistung bereit ist.

10. Pumpenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlschwellwert höher ist als die Förderdrehzahl der Pumpe, vorzugsweise um wenigstens 30% höher, weiter vorzugsweise um wenigstens 50% höher.

11. Pumpenanordnung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlschwellwert höher ist als 8000 U/min, vorzugsweise höher ist als 10.000 U/min, weiter vorzugsweise höher ist als 12.000 U/min.

12. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Boosterpumpe (46) eine Schraubenpumpe ist.

13. Pumpenanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrauben (14) der Schraubenpumpe jeweils zwei Gewinde aufweisen.

14. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gehäuse (15) vorgesehen

ist, in dem die Schrauben (14) aufgenommen sind, und dass das Gehäuse (15) so gestaltet ist, dass es im Bereich eines Gewindes (19) einen ersten Gehäuseabschnitt (26) und einen zweiten Gehäuseabschnitt (27) aufweist, wobei in dem ersten Gehäuseabschnitt (26) ein Saugspalt (25) zwischen dem Gehäuse (15) und dem Gewinde (19) besteht und wobei in dem zweiten Gehäuseabschnitt (27) ein radialer Minimalabstand zwischen dem Gehäuse (15) und dem Gewinde (19) besteht.

10

15. Pumpenanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (15) mit einer Eingangsöffnung (24) versehen ist und dass die Eingangsöffnung (24) größer ist als 60 %, vorzugsweise 80 %, weiter vorzugsweise 100 % der Querschnittsfläche des Gewindes (19).

15

1 / 4

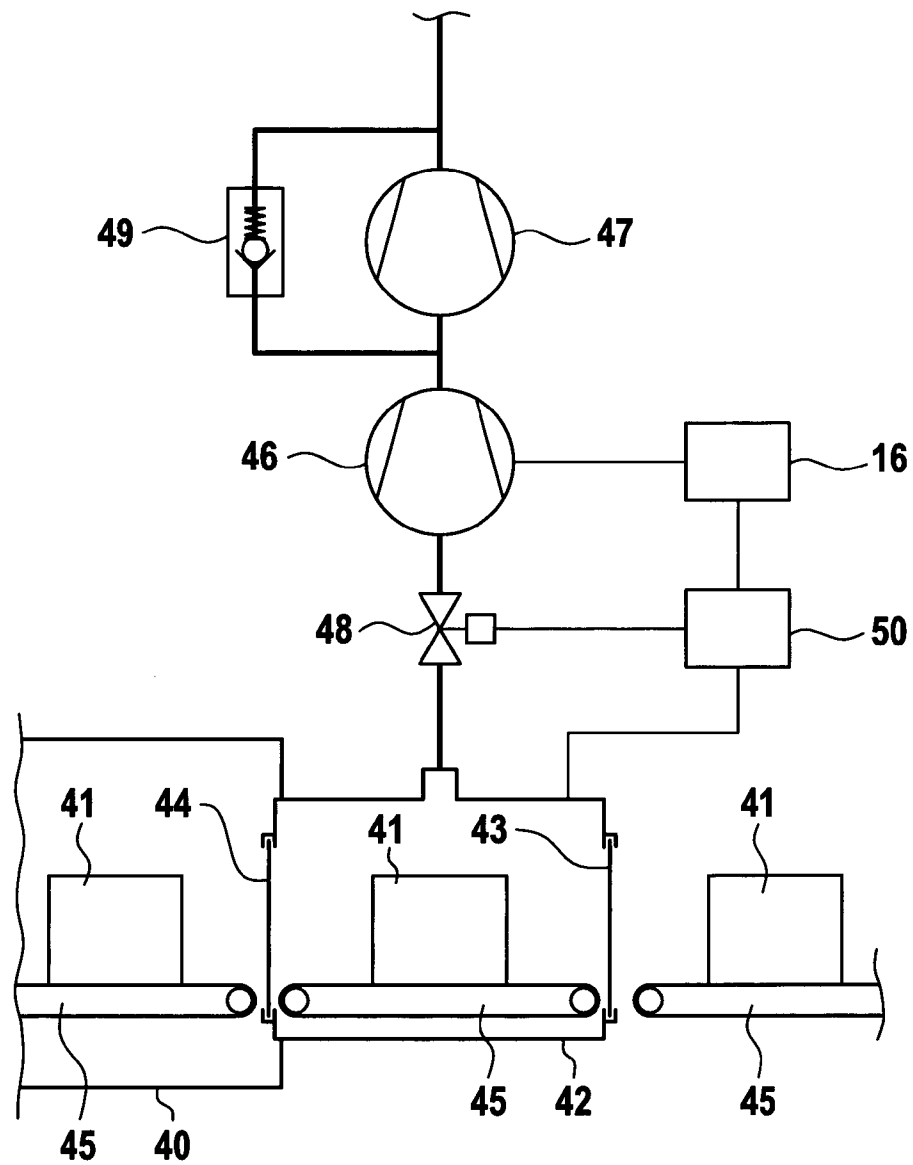


Fig. 1

2 / 4

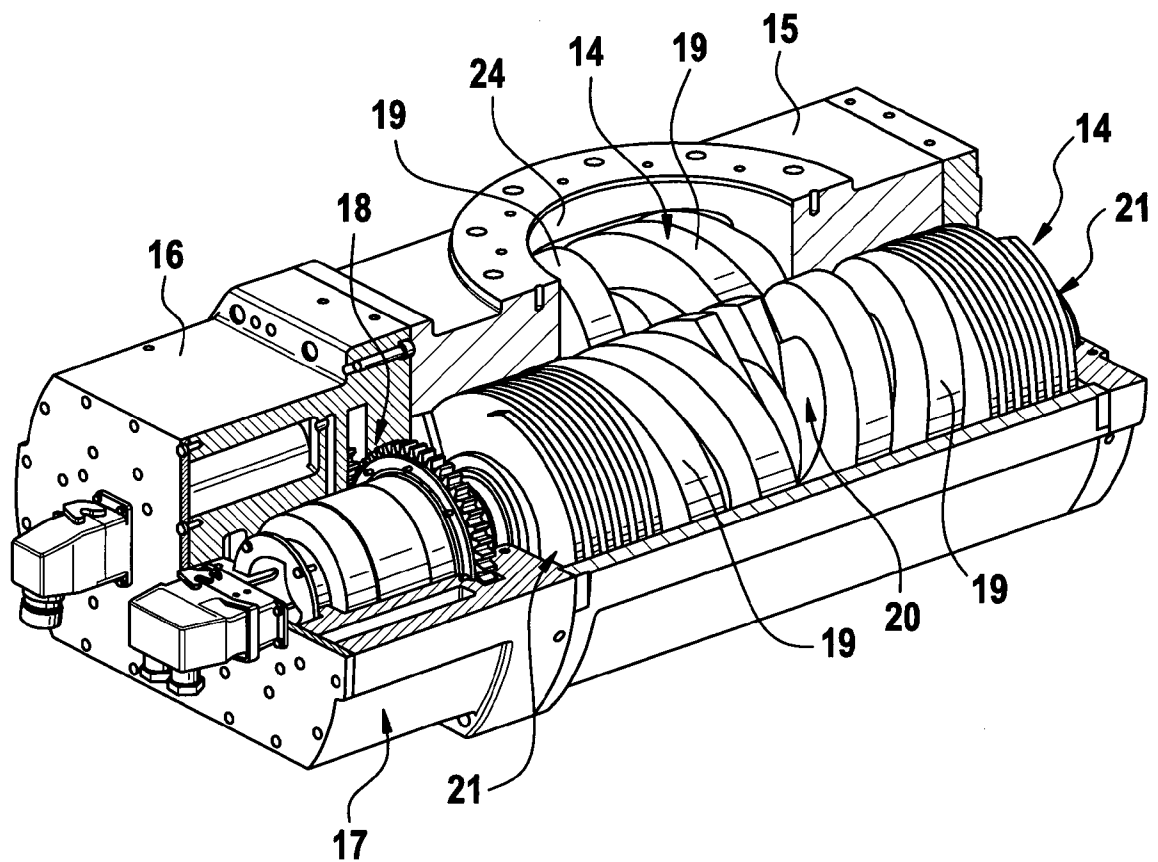
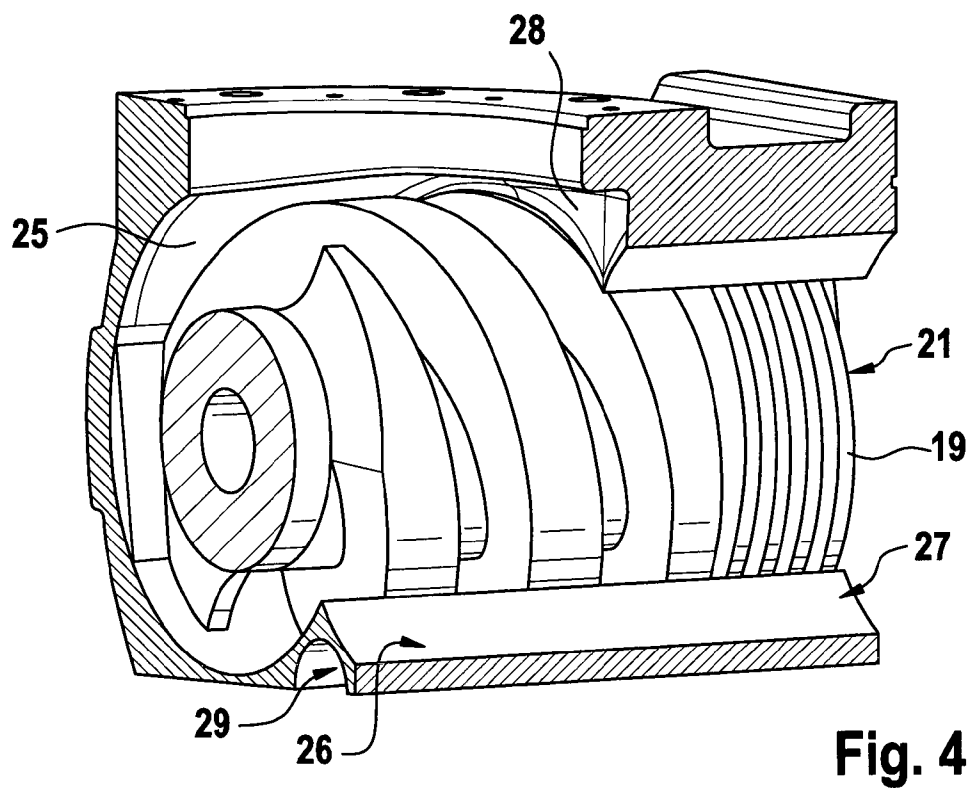
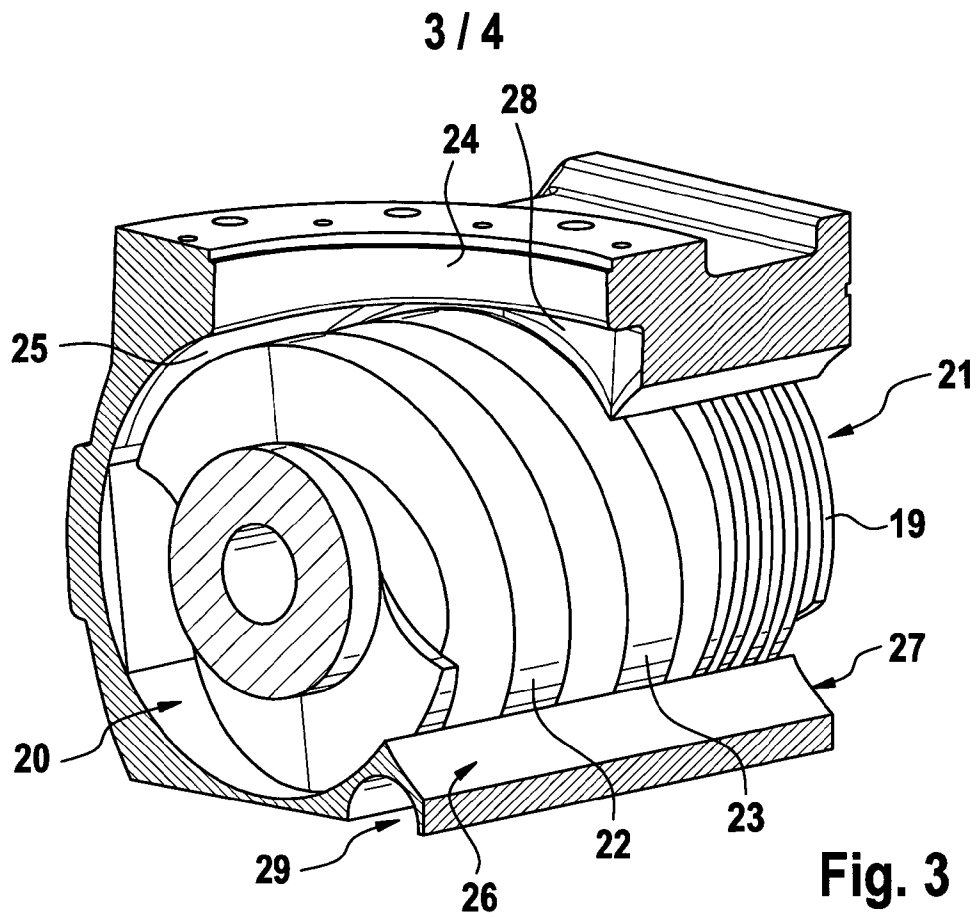


Fig. 2



4 / 4

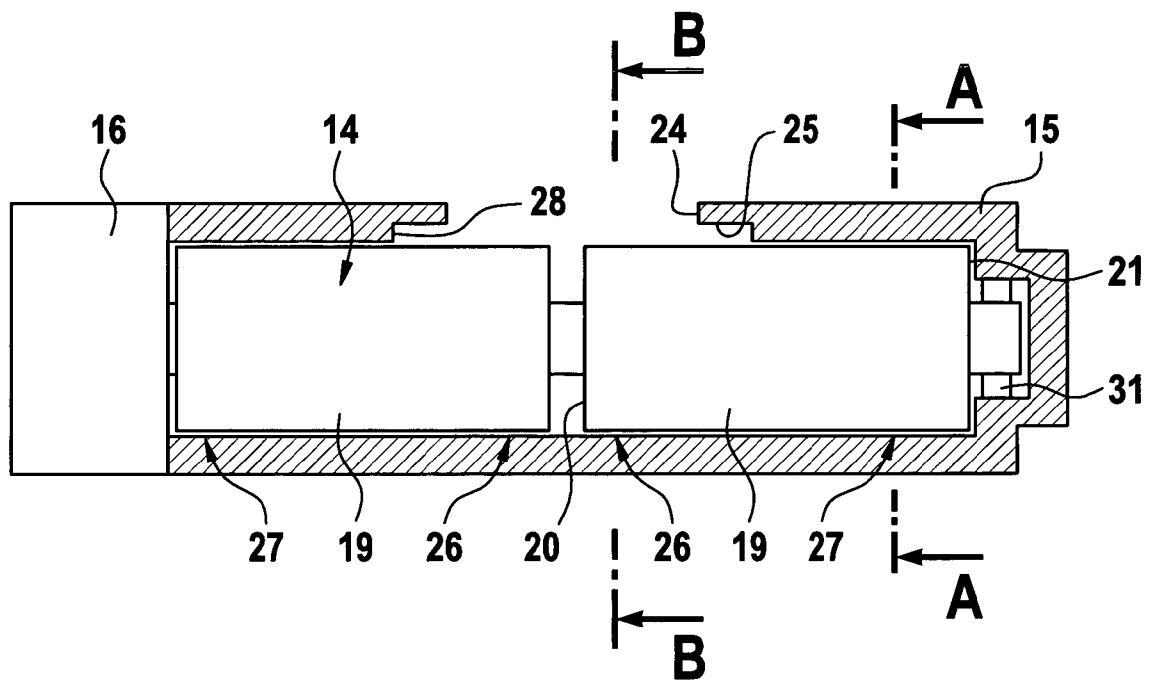


Fig. 5

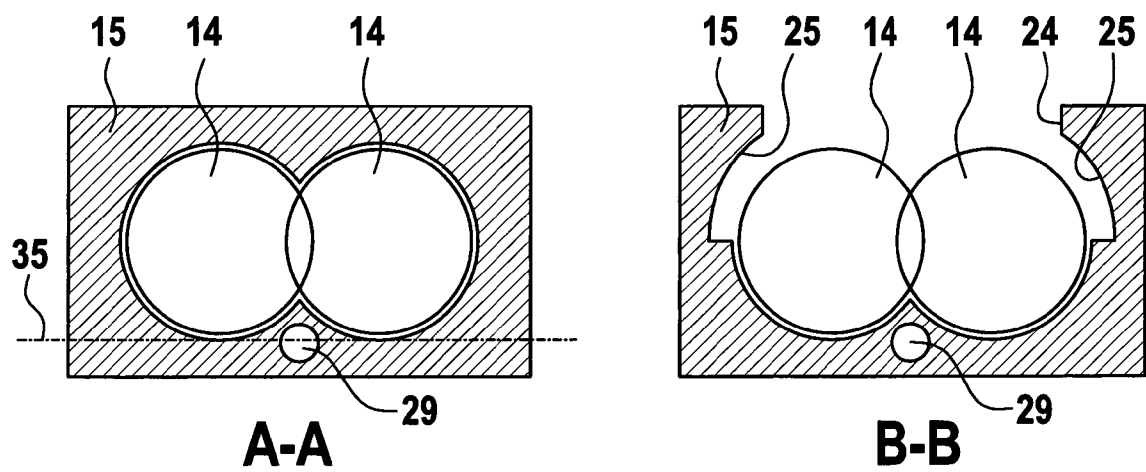


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/062179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04C18/16 F04C23/00 F04C25/02 F04C28/02 F04C28/06 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/082366 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; BRUCE SIOMN HAROLD [GB] EDWARDS LTD [GB]; BRUCE SI) 10 August 2006 (2006-08-10) page 7, line 21 - page 13, line 21; figures 1,2	1,3-9, 11,12, 14,15 13
Y	----- DE 197 48 385 A1 (FRIEDEN PETER [DE]) 6 May 1999 (1999-05-06) abstract; figure 5	13
A	----- EP 0 401 741 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 12 December 1990 (1990-12-12) the whole document	1-15
A	----- FR 2 952 683 A1 (ALCATEL LUCENT [FR]) 20 May 2011 (2011-05-20) page 1, line 2 - line 15; claim 1; figure 1 -----	1-15
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 October 2013		Date of mailing of the international search report 30/10/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Descoubes, Pierre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/062179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006082366	A1	10-08-2006	CN 101184921 A 21-05-2008
		EP 1844237 A1 17-10-2007	
		JP 5189842 B2 24-04-2013	
		JP 2008529472 A 31-07-2008	
		KR 20070099635 A 09-10-2007	
		US 2010047080 A1 25-02-2010	
		WO 2006082366 A1 10-08-2006	

DE 19748385	A1	06-05-1999	NONE

EP 0401741	A1	12-12-1990	DE 69000990 D1 08-04-1993
		DE 69000990 T2 09-06-1993	
		EP 0401741 A1 12-12-1990	
		ES 2039997 T3 01-10-1993	
		FR 2647853 A1 07-12-1990	
		JP H0333492 A 13-02-1991	
		US 5040949 A 20-08-1991	

FR 2952683	A1	20-05-2011	CN 102713299 A 03-10-2012
		EP 2501936 A2 26-09-2012	
		FR 2952683 A1 20-05-2011	
		JP 2013511644 A 04-04-2013	
		KR 20120101000 A 12-09-2012	
		TW 201139850 A 16-11-2011	
		US 2012219443 A1 30-08-2012	
		WO 2011061429 A2 26-05-2011	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04C18/16 F04C23/00 F04C25/02 F04C28/02 F04C28/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2006/082366 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; BRUCE SIOMN HAROLD [GB] EDWARDS LTD [GB]; BRUCE SI) 10. August 2006 (2006-08-10)	1,3-9, 11,12, 14,15
Y	Seite 7, Zeile 21 - Seite 13, Zeile 21; Abbildungen 1,2	13
Y	----- DE 197 48 385 A1 (FRIEDEN PETER [DE]) 6. Mai 1999 (1999-05-06) Zusammenfassung; Abbildung 5	13
A	----- EP 0 401 741 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 12. Dezember 1990 (1990-12-12) das ganze Dokument	1-15
A	----- FR 2 952 683 A1 (ALCATEL LUCENT [FR]) 20. Mai 2011 (2011-05-20) Seite 1, Zeile 2 - Zeile 15; Anspruch 1; Abbildung 1	1-15
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. Oktober 2013		30/10/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Descoubes, Pierre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/062179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006082366 A1	10-08-2006	CN 101184921 A	21-05-2008
		EP 1844237 A1	17-10-2007
		JP 5189842 B2	24-04-2013
		JP 2008529472 A	31-07-2008
		KR 20070099635 A	09-10-2007
		US 2010047080 A1	25-02-2010
		WO 2006082366 A1	10-08-2006

DE 19748385 A1	06-05-1999	KEINE	

EP 0401741 A1	12-12-1990	DE 69000990 D1	08-04-1993
		DE 69000990 T2	09-06-1993
		EP 0401741 A1	12-12-1990
		ES 2039997 T3	01-10-1993
		FR 2647853 A1	07-12-1990
		JP H0333492 A	13-02-1991
		US 5040949 A	20-08-1991

FR 2952683 A1	20-05-2011	CN 102713299 A	03-10-2012
		EP 2501936 A2	26-09-2012
		FR 2952683 A1	20-05-2011
		JP 2013511644 A	04-04-2013
		KR 20120101000 A	12-09-2012
		TW 201139850 A	16-11-2011
		US 2012219443 A1	30-08-2012
		WO 2011061429 A2	26-05-2011
