

(19)



(11)

EP 2 775 149 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.09.2014 Patentblatt 2014/37

(51) Int Cl.:
F04D 19/04^(2006.01) F04D 29/32^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14171260.4**

(22) Anmeldetag: **14.09.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **07.11.2008 DE 102008056352**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
09782947.7 / 2 344 769

(71) Anmelder: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH
50968 Köln (DE)**

(72) Erfinder: **Hölzer, Rainer
50354 Hürth (DE)**

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner -
Partnerschaft
von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)**

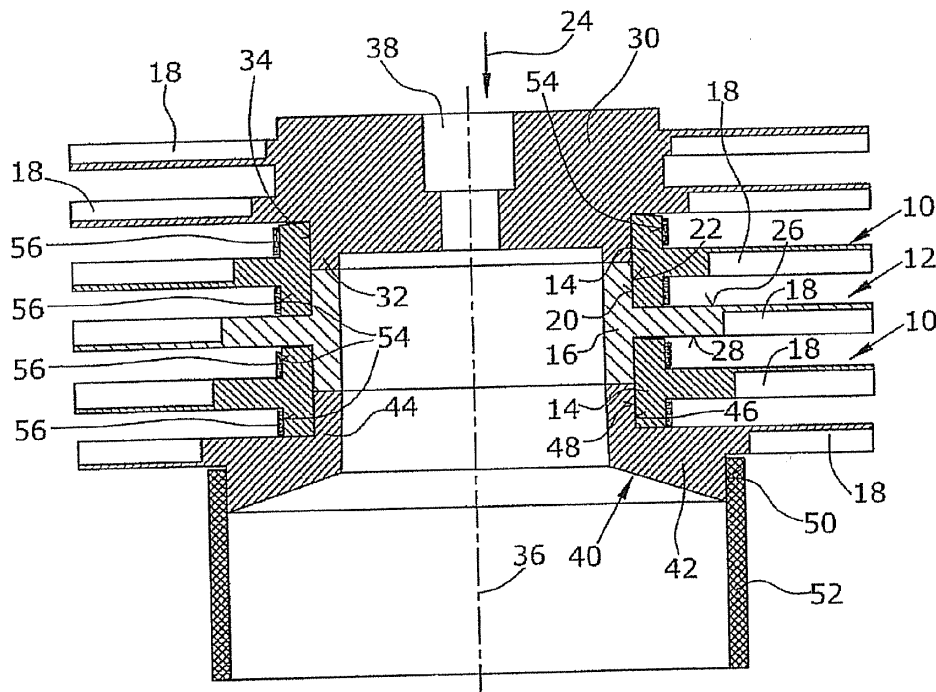
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 05-06-2014 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Vakuumpumpenrotor**

(57) Ein Vakuumpumpenrotor, insbesondere ein Turbomolekularpumpenrotor weist mehrere gesonderte Rotorelemente (10) auf. Jedes Rotorelement (10) weist mindestens eine Rotorscheibe (18) auf. Die Rotorscheibe (18) ist mit einem zylindrischen Ansatz (12, 14) ver-

bunden, der einen Wellenabschnitt des Rotors bildet. Die Ansätze (12, 14) der Rotorelemente (10, 12) sind derart miteinander verbunden, dass die Ansätze (12, 14) eine Rotorwelle ausbilden.

**Fig.1****EP 2 775 149 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vakuumpumpenrotor, insbesondere einen Turbomolekularpumpenrotor.

[0002] Vakuumpumpenrotoren, wie sie insbesondere bei Turbomolekularpumpen eingesetzt werden, weisen mehrere parallel zueinander angeordnete Rotorscheiben auf, die mit einer Rotorwelle verbunden sind. Da es sich hierbei um äußerst exakt in engen Toleranzen herzustellendes Bauteil handelt, sind derartige Pumpenrotoren häufig einstückig ausgebildet. Die Herstellung der Rotorscheiben einschließlich der eine komplexe Geometrie aufweisenden Rotorflügel erfolgt hierbei aus dem Vollen. Eine derartige Herstellung von Vakuumpumpenrotoren ist äußerst komplex und zeitaufwendig. Ferner erfolgt ein hoher Materialabtrag, so dass hohe Material- und Werkzeugkosten entstehen.

[0003] Ferner sind Pumpenrotoren bekannt, bei denen Rotorscheiben auf eine als Hohl- oder Vollwelle ausgebildete Rotorwelle aufgeschraubt sind. Dies hat den Vorteil, dass die einzelnen Rotorscheiben, insbesondere die Rotorflügel der Rotorscheiben einfach hergestellt werden können. Allerdings bauen derartige Rotoren relativ groß, da zur Realisierung der erforderlichen Stabilität des Rotors der Durchmesser der Welle relativ groß gewählt werden muss. Ferner ist eine glockenförmige Form des Rotors im beschauften Bereich nicht möglich.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen mehrteiligen Vakuumpumpenrotor mit verbessertem Aufbau zu schaffen.

[0005] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0006] Der erfindungsgemäße Vakuumpumpenrotor, bei dem es sich insbesondere um einen Rotor für eine Turbomolekularpumpe handelt, weist mehrere gesonderte Rotorelemente auf, so dass die Rotorscheiben und die Rotorwelle nicht einstückig ausgebildet sind. Jedes der Rotorelemente weist mehrere, vorzugsweise eine einzige Rotorscheibe auf. Die Rotorscheibe ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet und weist an ihrer Innenseite einen zylindrischen Ansatz auf. Der Ansatz bildet einen Wellenabschnitt des Rotors. Zur Ausbildung des Rotors werden die die Wellenabschnitte bildenden Ansätze insbesondere durch Schrupfverfahren miteinander verbunden, so dass die Ansätze eine Rotorwelle ausbilden. Die Rotorwelle ist sodann jeweils von mit den einzelnen Ansätzen verbundenen Rotorscheiben umgeben. Da die Rotorwelle durch die Ansätze der Rotorelemente ausgebildet ist, kann eine gesonderte Rotorwelle entfallen. Hierdurch kann der Bauraum des Pumpenrotors gering gehalten werden.

[0007] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegt eine innere Fügefläche eines Ansatzes eines ersten Rotorelements an einer äußeren Fügefläche eines Ansatzes eines benachbarten Rotorelements an. Besonders bevorzugt ist es, dass das nächste Rotorelement sodann zumindest bezogen auf den Ansatz entsprechend dem ersten Rotorelement ausgebildet ist, so

dass dieses mit seiner inneren Fügefläche an einer äußeren Fügefläche des vorhergehenden zwischen den beiden Rotorelementen angeordneten Rotorelement anliegt. Insbesondere jeweils identische Rotorelemente können abwechselnd angeordnet sein, so dass abwechselnd Rotorelemente mit einem innenliegenden und einem außenliegenden Ansatz vorgesehen sind. Das Vorsehen von insbesondere identischen Rotorelementen hat den Vorteil, dass die Herstellungskosten erheblich reduziert werden können.

[0008] Die Ansätze der Rotorelemente sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie ausgehend von der Rotorscheibe in beide Richtungen vorstehen, wobei sich Ansätze benachbarter Rotorelemente jeweils zumindest teilweise überlappen. Selbstverständlich müssen die Rotorelemente an den Enden des Rotors keine nach außen weisenden Ansätze aufweisen, wobei dies gegebenenfalls aus Symmetriegründen des einzelnen Rotorelements zweckmäßig ist, um beim Aufschrupfen ein Verformen der Rotorscheibe in axialer Richtung des Rotors bzw. Tordieren der Rotorscheibe zu vermeiden. Gegebenenfalls können die Endelemente des Rotors auch einen anderen Aufbau aufweisen.

[0009] Die Rotorelemente sind im Bereich der Ansätze vorzugsweise zu einer Mittelebene spiegelsymmetrisch. Die Mittelebene ist die durch die Rotormitte verlaufende senkrecht zur Rotorlängsrichtung angeordnete Ebene. Hierdurch kann ein Verziehen bzw. Verformen des Rotorelements während des Aufschrupfens vermieden werden. Insbesondere eine Formveränderung in axialer Richtung der Rotorscheiben ist hierdurch vermieden.

[0010] Mit dem ersten Rotorelement kann zusätzlich ein beispielsweise glockenförmiger Rotorträger verbunden sein. Der Rotorträger ist mit dem Rotorelement vorzugsweise ebenfalls durch Aufschrupfen verbunden. Der Rotorträger kann entsprechend eines Rotorelements ausgebildet sein, weist in bevorzugter Ausführungsform jedoch eine spezielle Ausgestaltung auf. Diese kann beispielsweise darin bestehen, dass der Rotorträger eine geeignete Führung oder Aufnahme für eine Verbindung mit der Antriebswelle aufweist. Vorzugsweise ist der Rotorträger mit mindestens einer Rotorscheibe verbunden, insbesondere einstückig mit dieser ausgebildet. Der Rotorträger ist insbesondere, wenn es sich um einen Turbomolekularpumpenrotor handelt vorzugsweise an der Einlassseite des Rotors angeordnet. Mit dem letzten, d.h. in Richtung der Auslassseite als letztes angeordneten Rotorelementen kann ein weiteres Pumpelement, wie eine Drag-Stufe verbunden sein. Auch diese Verbindung kann durch Schrupfverfahren erfolgen.

[0011] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind zumindest mit einem Teil der Rotorelemente Versteifungselemente wie Armierungen verbunden, die insbesondere aus CFK hergestellt sein können. Die Versteifungselemente sind vorzugsweise mit einer freien Außenfläche des Ansatzes, d.h. einer Fläche, die nicht an einem Ansatz eines benachbarten Rotorelements anliegt, verbunden. Vorzugsweise sind die Versteifungse-

lemente ringförmig ausgebildet und umgeben den gesamten Ansatz. Zur Versteifung der Ansätze des Rotorelements ist auch eine besondere geometrische Ausgestaltung der Ansätze möglich. Hierbei ist es bevorzugt, dass ein innerer Durchmesser der Ansätze der nahe der Rotorscheibe angeordnet ist, einen geringeren Durchmesser als ein auf die Rotorscheibe bezogen entfernterer Bereich des Ansatzes aufweist. Ausgehend von der Rotorscheibe ist der Ansatz somit vorzugsweise nach außen schräg oder konisch ausgebildet.

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines Turbomolekularpumpenrotors und

Figuren 2 und 3 Ausschnitte weiterer Ausführungsformen eines Rotorelements im Bereich des Ansatzes.

[0014] Der in Figur 1 dargestellte Vakuumpumpenrotor weist drei Rotorelemente 10, 12, 10 auf. Hierbei sind die beiden Rotorelemente 10 identisch ausgebildet. Jedes Rotorelement 10, 12 weist einen kreisringförmigen, zylindrischen Ansatz 14, 16 auf. Die Ansätze 14, 16 sind jeweils mit einer Rotorscheibe 18 verbunden, die Flügel mit unterschiedlichen Innendurchmessern aufweisen. Die drei Rotorelemente 10, 12 sind über ein Schrumpfverfahren miteinander verbunden. Hierzu ist eine innere Fügefläche 20 des Ansatzes 14 des ersten Rotorelements 10 mit einer äußeren Fügefläche 22 des Ansatzes 16 des zweiten Rotorelements 12 verbunden. Die beiden Ansätze 16, 14 überlappen hierbei in axialer Richtung 24 derart, dass der Ansatz 14 an einer Außenseite 26 der Rotorscheibe 18 des zweiten Rotorelements 12 anliegt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Rotorscheibe 18 des Rotorelements 12 ist ein weiteres Rotorelement 10, dessen Außenabmessung im wesentlichen dem ersten Rotorelement 10 entspricht, angeordnet. Der entsprechende Ansatz 14 überlappt den Ansatz 16 wiederum derart, dass er an einer Außenseite 28 der Rotorscheibe 18 des zweiten Rotorelements 12 anliegt.

[0015] In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist mit dem ersten Rotorelement 10 ein Rotorträger 30 verbunden. Dieser weist ebenfalls einen zylindrischen, ringförmigen Ansatz 32 auf, dessen äußere Fügefläche 34 an der inneren Fügefläche 20 des ersten Rotorelements 10 anliegt, so dass eine Verbindung durch Schrumpfverfahren erfolgt. Der Rotorträger 30 ist einstückig ausgebildet und weist zwei Rotorscheiben 18 auf. Ferner weist der Rotorträger eine zentrale zur Längsachse 36 des Rotors symmetrische Ausnehmung 38 auf. Durch die Ausnehmung 38 kann der Rotorträger 32 mit einer Antriebswelle verbunden werden.

[0016] Auf der gegenüberliegenden Seite des Rotors

ist das in Figur 1 untere Rotorelement 10 mit einem weiteren in der Geometrie etwas anders ausgebildeten Rotorelement 40 verbunden. Das Rotorelement 40 weist einen sich radial nach außen erstreckenden Körper 42 auf, der an der Innenseite wiederum mit einem Ansatz 44 verbunden ist. Eine äußere Fügefläche 46 des Ansatzes 44 ist mit einer inneren Fügefläche 28 des Ansatzes 14 durch Aufschrumpfen verbunden. Das Rotorelement 40 weist ebenfalls eine einstückig mit dem Körper 42 verbundene Rotorscheibe 18 auf. Der Körper 42 weist eine ringförmige symmetrisch zur Längsachse angeordnete Aufnahme­fläche 50 auf. Über die Aufnahme­fläche 50 kann ein weiteres Pumpelement 52, wie eine Drag-Stufe ebenfalls durch Aufschrumpfen verbunden werden.

[0017] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, bilden die Ansätze 14, 16, 44 jeweils Wellenabschnitte, die in verbund­nem Zustand eine Rotorwelle ausbilden. Eine gesonder­te Rotorwelle, auf die die Rotorelemente aufgeschumpft werden, ist erfindungsgemäß nicht erforderlich.

[0018] An freien Außenflächen 54 der Ansätze 14 der Rotorelemente 10 sind bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildete Versteifungselemente 56 angeordnet. Hierbei kann es sich um ringförmige Armierungen aus CFK handeln.

[0019] Weitere Möglichkeiten, um ein Versteifen der Ansätze 14 zu realisieren, sind in den Figuren 2 und 3 dargestellt. Diese dienen insbesondere dazu, dass beim Aufschrumpfen ein Verformen, wie Tordieren der Rotorscheiben 18 vermieden ist.

[0020] Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform sind die freien Außenflächen 54 der Ansätze 14 derart ausgebildet, dass die Durchmesser, bezogen auf die Rotorscheibe, im nahen Bereich 58 kleiner sind als in einem, bezogen auf die Rotorscheibe, entfernten Bereich 60. Bei dem in Figur 2 dargestellten kontinuierlichen Übergang zwischen dem unterschiedlichen Durchmesser entsteht somit eine sich konisch erweiternde freie Außenfläche 54. Bei der in Figur 3 dargestellten alternativen Ausführungsform ist in dem auf die Rotorscheibe 18 bezogenen fernen Bereich 60 eine zylindrische Stufe vorgesehen, um eine definierte Kante in dem Bereich 60 zu gewährleisten.

[0021] In bevorzugter Ausführungsform sind die in den Figuren 2, 3 dargestellten Rotorelemente 10 zu einer Mittelebene 62 symmetrisch ausgebildet. Dies gilt in bevorzugter Ausführungsform auch für die Rotorelemente 10, 12 gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpenrotor, insbesondere Turbomolekularpumpenrotor, mit mehreren gesonderten Rotorelementen (10, 12), wobei jedes Rotorelement (10, 12) mindestens eine Rotorscheibe (18) aufweist, die mit einem zylindrischen Ansatz (14, 16) verbunden ist, der einen Wel-

lenabschnitt des Rotors ausbildet und wobei die Rotorelemente (10, 12) derart miteinander verbunden sind, dass die Ansätze (14, 16) eine Rotorwelle ausbilden.

5

2. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Außenfläche (54) des Ansatzes (14) bei zumindest einem Teil der Rotorelemente (10) mit einem insbesondere ringförmigen den Ansatz (14) vorzugsweise umgebenden Versteifungselement (56) verbunden ist. 10

3. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine freie Außenfläche (54) des Ansatzes (14) bei zumindest einem Teil der Rotorelemente (10) in einem zur Rotorscheibe (18) nahen Bereich (58) einen geringeren Durchmesser als in einem zur Rotorscheibe (18) fernen Bereich (60) aufweist. 15

4. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem ersten Rotorelement (10) ein Rotorträger (30) insbesondere durch Aufschrupfen verbunden ist. 20

5. Vakuumpumpenrotor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorträger (30) mit mindestens einer Rotorscheibe (18) insbesondere einstückig verbunden ist. 25

6. Vakuumpumpenrotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit einem letzten Rotorelement (40) ein weiteres Pumpelement (52) verbunden ist. 30

35

40

45

50

55

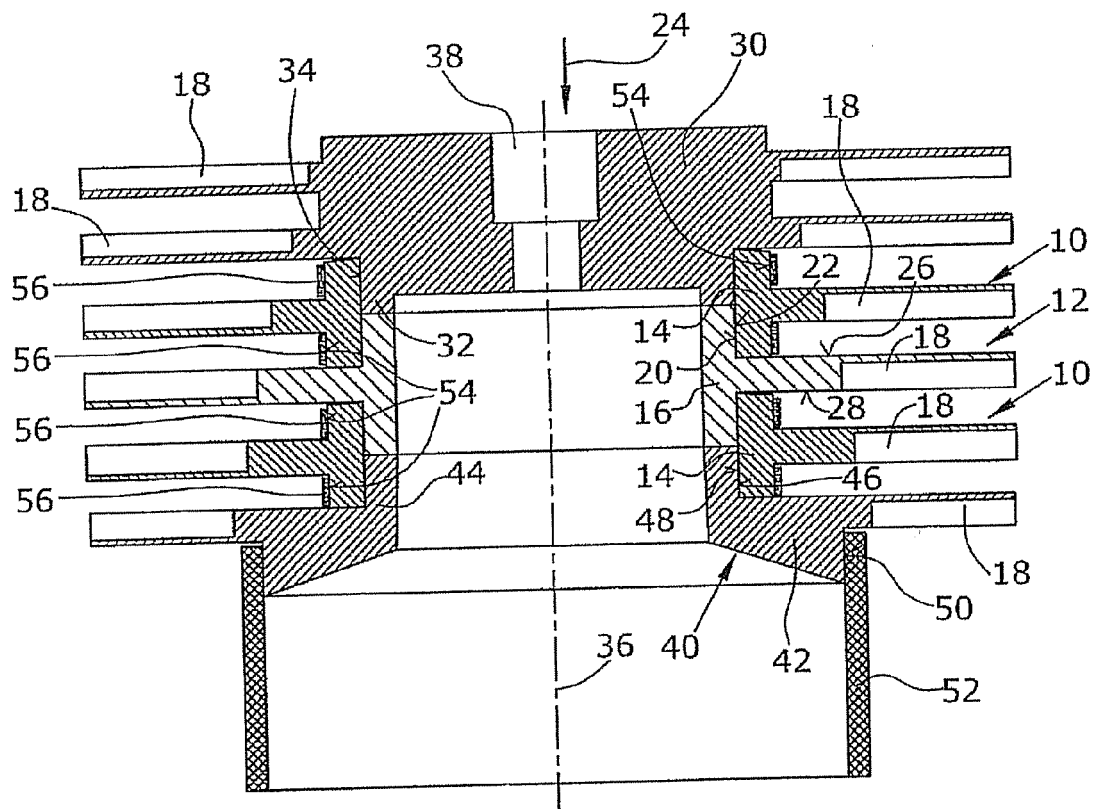


Fig.1

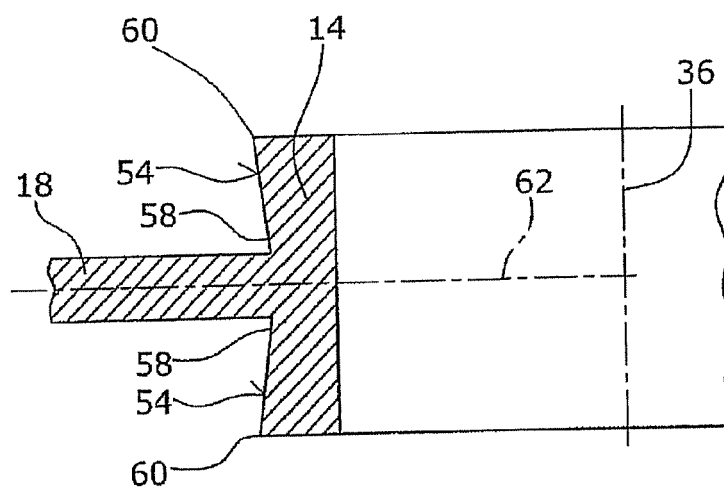


Fig.2

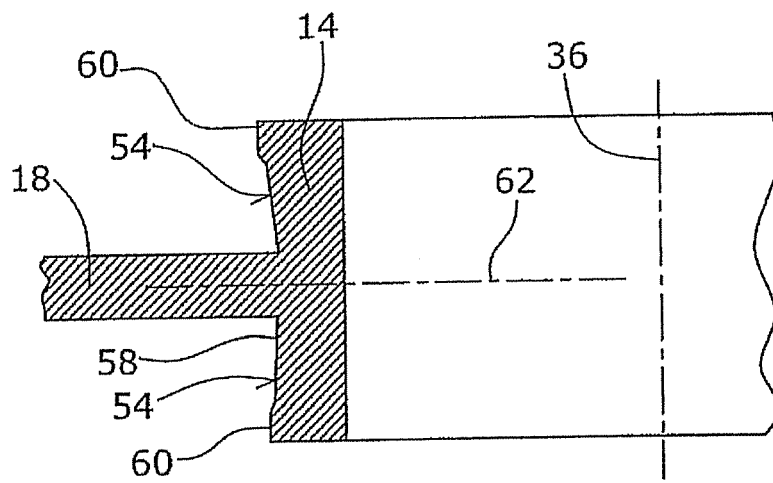


Fig.3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 1260

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CH 529 927 A (PFEIFFER VAKUUMTECHNIK [DE]) 31. Oktober 1972 (1972-10-31)	1	INV. F04D19/04 F04D29/32
A	* Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 16; Abbildung 5 *	2-6	

X	JP 60 203375 A (HITACHI LTD) 14. Oktober 1985 (1985-10-14)	1	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,4 *	2-6	

A	DE 25 54 995 A1 (PFEIFFER VAKUUMTECHNIK; TELDIX GMBH) 16. Juni 1977 (1977-06-16)	1	
	* Seite 7, letzte Zeile - Seite 8, Absatz 1; Abbildung 1 *		

A	EP 1 496 263 A2 (EBARA CORP [JP]) 12. Januar 2005 (2005-01-12)	1,2	
	* Absatz [0041]; Abbildung 1 *		

A	DE 101 24 339 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 21. November 2002 (2002-11-21)	1	
	* Absatz [0013]; Anspruch 1; Abbildung 1 *		
-----			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juni 2014	Prüfer Di Giorgio, F
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

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

EP 14 17 1260

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.

30-06-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 529927 A	31-10-1972	BE 769932 A2	16-11-1971
		CA 950872 A1	09-07-1974
		CH 529927 A	31-10-1972
		DE 2035063 A1	20-01-1972
		FR 2097945 A5	03-03-1972
		GB 1308263 A	21-02-1973
		JP S5224683 B1	02-07-1977
		NL 7109533 A	18-01-1972
		SE 371867 B	02-12-1974
		US 3748055 A	24-07-1973

JP 60203375 A	14-10-1985		
DE 2554995 A1	16-06-1977	DE 2554995 A1	16-06-1977
		FR 2333981 A1	01-07-1977
		GB 1521798 A	16-08-1978
		JP S5270409 A	11-06-1977
		JP S6147995 B2	22-10-1986
		US 4111595 A	05-09-1978

EP 1496263 A2	12-01-2005	EP 1496263 A2	12-01-2005
		JP 2005042709 A	17-02-2005
		US 2005025640 A1	03-02-2005

DE 10124339 A1	21-11-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

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