

(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  
27. August 2009 (27.08.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/103701 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
F04D 19/04 (2006.01) F04D 29/056 (2006.01)  
F04C 23/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/051854
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Februar 2009 (17.02.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 009715.2  
19. Februar 2008 (19.02.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OERLIKON LEYBOLD VACUUM GBMH [DE/DE]; Bonner Strasse 498, 50968 Köln (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEYER, Christian [DE/DE]; Langenbergstrasse 205, 50675 Köln (DE). HENRY, Markus [DE/DE]; Heinrich-Lersch-Strasse 1a, 51109 Köln (DE). KLINGNER, Peter [DE/DE]; Stürther Strasse 95, 50996 Köln (DE).
- (74) Anwalt: VON KIRSCHBAUM, Alexander; Bahnhofsvorplatz 1, Deichmannhaus am Dom, 50667 Köln (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VACUUM PUMP SYSTEM AND USE OF A MULTI-STAGE VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung: VAKUUMPUMP-SYSTEM UND VERWENDUNG EINER MEHRSTUFEN-VAKUUMPUMPE

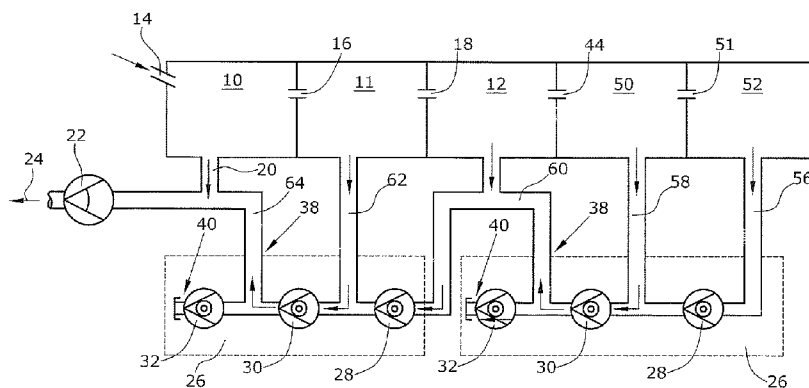
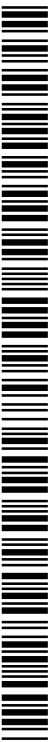


Fig.2

(57) Abstract: A vacuum pump is connected to two multi-staged vacuum pumps (26) and one pre-vacuum pump (22) for producing very low pressures, in particular in the range of  $10^{-10}$  mbar. A pressure is produced in the individually series-arranged vacuum chambers (10, 11, 12, 50, 52) which drops lower and lower in successive stages. According to the invention, the last vacuum stage, which is comprised of the pump (32) of the multiple vacuum pump (26), is closed. According to the invention, through the closing of the connection, which normally acts as an outlet (40), it is ensured that the bearing located in the area of the pump (32) is not damaged.

(57) Zusammenfassung: Ein Vakuumpump-System wird zur Erzeugung von sehr niedrigen Drücken, insbesondere im Bereich von  $10^{-10}$  mbar mit zwei Mehrstufen-Vakuumpumpen (26) und einer Vorvakuumpumpe (22) verbunden. In den einzelnen seriell angeordneten Vakuumkammern (10, 11, 12, 50, 52) wird ein sich stufenweise erniedrigender Druck erzeugt. Erfindungsgemäß ist die letzte Vakuumstufe, die durch die Pumpe (32) der Mehrfach-Vakuumpumpe (26) gebildet ist, verschlossen. Durch das erfindungsgemäße Verschließen des üblicherweise als Auslass (40) dienenden Anschlusses ist sichergestellt, dass die sich im Bereich der Pumpe (32) befindenden Lager nicht beschädigt werden.



WO 2009/103701 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

### **Vakuumpump-System und Verwendung einer Mehrstufen-Vakuumpumpe**

Die Erfindung betrifft ein Vakuumpump-System. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer Mehrstufen-Vakuumpumpe, insbesondere zur Erzeugung niedriger Drücke im Bereich von insbesondere  $10^{-10}$  mbar.

Beispielsweise zur Stoffanalyse mit Hilfe von Massen-Spektrometrie werden Vakuumpump-Systeme mit mehreren seriell hintereinander angeordneten Vakuumkantern genutzt. In den Vakuumkantern nimmt das Vakuum stufenweise ab. Hierzu ist jede Vakuumkanter über eine Saugleitung mit einer Vakuumpumpe verbunden. Zur hochauflösenden Analyse mittels Massen-Spektrometrie oder anderen Analyseverfahren ist es beispielsweise bekannt, Flüssigkeit zu zerstäuben. Diese wird sodann in einer ersten Vakuumkanter, die mit etwa 2 bis 4 mbar betrieben wird, ionisiert. Hierbei erfolgt eine Ionisierung von etwa 10 bis 15% des Stoffes. Durch das Vorsehen eines elektrischen Feldes kann ein Abscheiden und somit ein Erzeugen eines Ionenstrahls erfolgen. Die nicht im Ionenstrahl gebundenen Partikel werden aus der ersten Vakuumkanter abgesaugt. An die erste Vakuumkanter schließen sich mehrere weitere Vakuumkantern an, in denen die Ionen beispielsweise durch elektrische Felder weiter voneinander getrennt werden und stets die nicht im Ionenstrahl verbleibenden Partikel abgesaugt werden. In den einzelnen Kammern finden bei unterschiedlichen Drücken

- 2 -

massenspektrometrische Messungen, Zentrifugalanalysen oder TOF-Analysen (Time of Flight-Analysen) statt. In der letzten Kammer mit dem niedrigsten Druck kann beispielsweise eine Detektorplatte angeordnet sein, auf der die verbleibenden Ionen auftreffen. In den einzelnen Kammern herrschen beispielsweise stufenweise Drücke von 2 bis 4 mbar,  $10^{-3}$  mbar,  $10^{-5}$  mbar,  $10^{-8}$  mbar und in der Kammer mit dem niedrigsten Druck  $10^{-10}$  mbar. Derart geringe Drücke können nur dadurch erzielt werden, dass die einzelnen Kammern jeweils mit Turbomolekularpumpen verbunden sind. Zur Erzeugung extrem niedriger Drücke von  $10^{-8}$  mbar oder  $10^{-10}$  mbar ist das Hintereinanderschalten mehrerer Turbomolekularpumpen je Kammerabsaugung erforderlich.

Das Vorsehen von einzelnen Turbomolekularpumpen je Vakuumkammer führt zu hohen Investitionskosten und hohem Platzbedarf. Ferner ist die Montage und auch die Lecksuche äußerst aufwendig.

Aus DE 43 31 589 ist ein Vakuumpump-System mit beispielsweise vier hintereinander seriell angeordneten Vakuumkammern bekannt. Die erste Vakuumkammer, in der das höchste Vakuum von beispielsweise 2 bis 4 mbar herrscht, ist mit einer gegen Atmosphäre pumpenden Vorvakuumpumpe verbunden. Die drei weiteren, sich an die erste Vakuumkammer anschließenden Vakuumkammern sind durch (separate) Saugleitungen mit einer Mehrstufen-Vakuumpumpe, einer sogenannte MI-Pumpe (Multi-Inlet-Pumpe) verbunden. Hierbei ist die Saugseite bzw. der Einlass der einzelnen Vakuumstufen über die jeweilige Saugleitung mit der entsprechenden Vakuumkammer verbunden. Der Auslass bzw. die Druckseite der einzelnen Vakuumstufen ist jeweils mit dem Einlass der in Pumprichtung nachgeordneten Vakuumstufe verbunden. Der Einlass der obersten Vakuumstufe ist somit mit derjenigen Vakuumkammer verbunden, in der der geringste Druck herrscht. Der Auslass dieser obersten Vakuumstufe ist sodann mit dem Einlass der sich daran anschließenden nächsten Vakuumstufe höheren Druckes bzw. der Zwischen-Vakuumstufe verbunden, wobei mit dem Einlass dieser Vakuumstufe

zusätzlich auch die Saugleitung einer weiteren Vakuumkammer verbunden ist. Hierbei handelt es sich um die Vakuumkammer mit dem zweitniedrigsten Druck. Der Auslass der Zwischen-Vakuumstufe ist mit dem Einlass der höchsten Vakuumstufe verbunden, mit dem wiederum auch eine Saugleitung verbunden ist. Diese Saugleitung ist mit der Vakuumkammer mit dem drittniedrigsten Vakuum verbunden. Der Auslass der höchsten Vakuumstufe der in DE 43 31 589 beschriebenen Mehrstufen-Vakuumpumpe ist sodann mit der Vorvakuumpumpe verbunden. Da die einzelnen Vakuumpumpen der Mehrstufen-Vakuumpumpen nicht gegen Atmosphäre pumpen müssen, können die Kosten erheblich reduziert werden.

Das Verwenden von Mehrstufen-Vakuumpumpen ist jedoch für die Erzielung äußerst niedriger Drücke nicht möglich, da ansonsten die Lager der Pumpe im niedrigen Druckbereich geschädigt würden. Üblicherweise gelten Drücke dauerhaft  $< 10^{-3}$  mbar auf der Lagerseite als kritisch.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Einsatzgebiet von Mehrstufen-Vakuumpumpen zu vergrößern, insbesondere auch bei Vakuumpumpensystemen mit sehr niedrigen Enddrücken Mehrstufen-Vakuumpumpen einsetzen zu können.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch ein Vakuumpumpensystem gemäß Anspruch 1 bzw. der Verwendung einer Mehrstufen-Vakuumpumpe gemäß Anspruch 11.

Das erfindungsgemäße Vakuumpumpensystem weist mehrere seriell bzw. hintereinander angeordnete Vakuumkammern auf, wobei der Druck in den Vakuumkammern stufenweise abnimmt. Zur Erzeugung des Vakuums in den einzelnen Vakuumkammern sind diese über Saugleitungen mit mindestens einer Mehrstufen-Vakuumpumpe verbunden. Die Mehrstufen-Vakuumpumpe weist mindestens zwei, vorzugsweise drei Vakuumstufen auf, die jeweils eine eigene Vakuumpumpe darstellen. Von der obersten bzw. ersten Stufe der

Mehrstufen-Vakuumpumpe wird der geringste Druck erzeugt. Von der letzten Stufe der Mehrstufen-Vakuumpumpe wird der bezogen auf die Mehrstufen-Vakuumpumpe höchste Druck erzeugt. So wird beispielsweise von der obersten Vakuumstufe ein Druck von  $10^{-5}$  mbar und von der letzten Vakuumstufe ein Druck von  $10^{-3}$  mbar erzeugt. Ein Einlass der obersten Vakuumstufe ist über eine Saugleitung mit einer der Vakuumkammern verbunden. Die in der obersten Vakuumstufe vorgesehene Vakuumpumpe, bei der es sich vorzugsweise um eine Turbomolekularpumpe handelt, fördert somit in Richtung einer nachgeschalteten Vakuumstufe bzw. in Richtung der letzten Vakuumstufe.

Erfindungsgemäß ist ein Auslass der letzten Vakuumstufe verschlossen. Dies hat zur Folge, dass das von der vorgeschalteten Vakuumstufe geförderte Medium gegen die letzte Vakuumstufe verdichtet wird. Das Medium strömt somit nach Austreten aus der vorgeschalteten Vakuumstufe in Richtung der letzten Vakuumstufe, wird jedoch nicht durch die Pumpe in der letzten Vakuumstufe weiter gefördert, sondern strömt an dem entsprechenden Anschluss der Mehrstufen-Vakuumpumpe nach außen. Dieser Anschluss wird bei üblicher, nicht erfindungsgemäßen Verwendung, als Einlass für die letzte Vakuumstufe verwendet, die im herkömmlichen Betrieb in Richtung des ursprünglichen Auslasses fördert, der jedoch erfindungsgemäß verschlossen ist. Das erfindungsgemäße Verschließen des Auslasses der letzten Vakuumstufe hat zur Folge, dass in dieser letzten Vakuumstufe ein vorgegebener Druck, der beispielsweise nicht geringer als  $10^{-3}$  mbar sein sollte, herrscht. Es ist somit erfindungsgemäß möglich eine Mehrstufen-Vakuumpumpe zu verwenden, bei der die Lagerung der vorzugsweise für alle Stufen gemeinsamen Rotorwelle im Bereich der letzten Vakuumstufe erfolgt. Die der letzten Vakuumstufe vorgeschalteten Vakuumstufen weisen somit eine fliegend gelagerte Rotorwelle auf. Wenn in der letzten Vakuumstufe ein Druck von  $10^{-3}$  mbar herrscht und die Mehrstufen-Vakuumpumpe beispielsweise drei Vakuumpumpen aufweist, ist es möglich, durch die der letzten Vakuumstufe unmittelbar vorgeschaltete Vakuumstufe einen Druck von  $10^{-8}$  mbar und durch

die wiederum vorgeschaltete oberste bzw. erste Stufe der Mehrstufen-Vakuumpumpe sogar einen Druck von  $10^{-10}$  mbar betriebssicher zu erzeugen. Durch das erfindungsgemäße Verschließen des Auslasses der höchsten Vakuumstufe erfolgt bezogen auf das Vakuum ein Kapseln der Lager innerhalb der höchsten Vakuumstufe. Hierdurch ist eine Zerstörung von Lagerfett, das üblicherweise bei Drücken von weniger als  $10^{-3}$  mbar erfolgt, vermieden. Es ist erfindungsgemäß somit möglich Mehrstufen-Vakuumpumpen bzw. MI-Pumpen in Bereichen einzusetzen, in denen dies bisher nicht möglich war. Durch das erfindungsgemäße Kapseln der letzten Vakuumstufe bzw. durch das Verschließen des Auslasses der letzten Vakuumstufe können mit derartigen MI-Pumpen deutlich geringere Drücke von bis zu  $10^{-10}$  mbar erzeugt werden.

Mit dem Auslass der letzten wirksamen bzw. mediumfördernden Vakuumstufe der Mehrstufen-Vakuumpumpe ist eine Vorvakuumpumpe verbunden, wobei es sich bei der Vorvakuumpumpe, um eine Drehschieber-, eine Scroll-, eine Schrauben-, eine Membranpumpe oder wiederum um eine Mehrstufen-Vakuumpumpe handeln kann.

Vorzugsweise weist die Mehrstufen-Vakuumpumpe zusätzlich zu der obersten und der letzten Vakuumstufe mindestens eine Zwischen-Vakuumstufe auf. Besonders bevorzugt ist das Verwenden einer Triple-Inlet-Pumpe, das heißt einer Mehrstufen-Vakuumpumpe mit drei Einlässen und einem mit der letzten Vakuumstufe verbundenen -erfindungsgemäß verschlossenen- Auslass. Erfindungsgemäß wird die Mehrstufen-Vakuumpumpe jedoch nicht wie herkömmlich angeschlossen. Vielmehr werden nur die Einlässe der obersten Vakuumstufe und der Zwischen-Vakuumstufe als Einlässe genutzt und über Saugleitungen mit den entsprechenden Vakuumkammern verbunden. Der Auslass der letzten Vakuumstufe wird verschlossen und der herkömmlich als dritter Einlass dienende Einlass der letzten Vakuumstufe wird als Auslass genutzt. In allgemeiner Form sind beim Vorhandensein mehrere Zwischen-Vakuumstufen jeweils der Auslass einer Zwischen-Vakuumstufe mit dem

Einlass der nachgeschalteten Zwischen-Vakuumstufe verbunden, wobei der Einlass jeweils auch mit einem mit einer Vakuumkammern verbundenen Saugrohr verbunden ist.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist eine zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe vorgesehen, die ggf. die Vorvakuumpumpe ersetzt. Es ist jedoch auch möglich, dass der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe noch eine zusätzliche Vorvakuumpumpe vorgeschaltet ist. Vorzugsweise ist somit die zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe zwischen der Vorvakuumpumpe und der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe angeordnet. Die zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe ist vorzugsweise wie vorstehend anhand der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe beschrieben, ausgebildet bzw. vorteilhaft weitergebildet. Besonders bevorzugt ist es hierbei, dass der Einlass der obersten Vakuumstufe der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe mit dem Auslass der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe verbunden ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der erfindungsgemäße Auslass der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe bei herkömmlichem Anschluss der Mehrstufen-Vakuumpumpe dem dritten Einlass entspricht, der dort aufgrund des Verschließens des herkömmlichen Auslasses der letzten Stufe als Auslass genutzt wird.

Die Einlässe der obersten Vakuumstufe und/oder der Zwischen-Vakuumstufe sind jeweils über eine gesonderte Saugleitung mit jeweils einer Vakuumkammer, in der unterschiedliche Drücke erzeugt werden, verbunden. Die letzte Vakuumstufe ist nicht mit der Vakuumkammer verbunden, da die Vakuumpumpe der letzten Vakuumstufe kein Medium aus einer der Vakuumkammern fördert, sondern als stauende Pumpe fungiert.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Mehrstufen-Vakuumpumpen, bei der es sich insbesondere um eine Dreistufen-Vakuumpumpe handelt, ist die oberste Vakuumstufe und die mindestens eine Zwischen-Vakuumstufe als Turbomolekularpumpe ausgebildet. Die letzte Vakuumstufe weist vorzugsweise eine Holweck-Vakuumpumpe auf.

In besonders bevorzugter Ausführungsform ist bei dem Vorsehen von zwei Mehrstufen-Vakuumpumpen der Auslass der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe mit einer Vorvakuumpumpe verbunden. Bei letzterer kann es sich beispielsweise um eine Drehschieberpumpe oder eine Roots-Pumpe oder ein Vakuumpump-System handeln.

Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer Mehrstufen-Vakuumpumpe, insbesondere einer Mehrstufen-Vakuumpumpe wie vorstehend beschrieben. Die Mehrstufen-Vakuumpumpe weist mehrere Anschlüsse auf, wobei ein Auslass der letzten Vakuumstufe verschlossen ist. Hierdurch sind die bei Mehrstufen-Vakuumpumpen im Bereich der letzten Vakuumstufe angeordneten Lager gekapselt. Vorzugsweise ist die Mehrstufen-Vakuumpumpe wie vorstehend anhand des Vakuumpump-Systems beschrieben, angeschlossen und erfindungsgemäß weitergebildet.

Nachstehend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten einfachen Ausführungsform, und

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform zur Erzeugung von Hochvakuum in der letzten Kammer des Vakuumpump-Systems.

In Fig. 1 ist eine prinzipielle Grund-Ausführungsform der Erfindung dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel weist das Vakuumpump-System drei Vakuumkammern 10, 11, 12 auf. Hierbei wird in einer ersten Vakuumkammer 10 beispielsweise ein noch relativ hoher Druck von 3 bis 4 mbar, in der sich anschließenden Vakuumkammer 11 ein niedrigerer Druck

von  $10^{-3}$  mbar und in der letzten Vakuumkammer 12 der niedrigste Druck von  $10^{-5}$  mbar erzeugt. In den Vakuumkammer 10, 11, 12 erfolgt beispielsweise ein Untersuchen eines durch eine Zuleitung 14 zugeführten Gases. Dieses kann in der Kammer 10 ionisiert werden. Durch ein elektrisches Feld wird sodann ein Ionenstrahl erzeugt, der durch die Öffnung 16 in die zweite Kammer 11 gelangt. In dieser erfolgt ggf. bereits ein erstes Untersuchen des Gases mit Hilfe von Massen-Spektroskopie oder anderen Analyseverfahren. Durch weitere Ionisierung oder Trennung der Teilchen mittels elektrischer Felder wird ein für die weitere Untersuchung erzeugter Ionenstrahl durch die Öffnung 18 in die dritte Kammer 12 geleitet. In dieser erfolgt sodann beispielsweise eine Analyse durch Massen-Spektroskopie.

Das Vakuum in der ersten Vakuumkammer 10 wird im dargestellten Ausführungsbeispiel durch Verbinden der Vakuumkammer 10 über eine Saugleitung 20 mit einer Vorvakuumpumpe 22 erzeugt. Bei der Vorvakuumpumpe handelt es sich beispielsweise um eine Drehschieberpumpe. Die Vorvakuumpumpe 22 fördert das aus der Kammer 10 abgepumpte Gas gegen die Atmosphäre in Richtung eines Pfeils 24.

Erfindungsgemäß ist zur Erzeugung eines Vakuums in den Vakuumkammer 11, 12 eine Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 vorgesehen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine Vakuumpumpe mit drei Einlässen der Anmelderin, die beispielsweise unter der Bezeichnung Turbovac, TW400/300/25 vertrieben wird. Die erfindungsgemäß vorgesehene Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 weist drei Vakuumpumpen 28, 30, 32 auf. Ferner weist die Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 vier Anschlüsse 34, 36, 38, 40 auf. Im herkömmlichen Betrieb handelt es sich bei den Anschlüssen 34, 36, 38, um Einlässe und bei dem Anschluss 40 um den Auslass. Erfindungsgemäß erfolgt jedoch ein anderes Anschließen der Mehrstufen-Vakuumpumpe 26. Die beiden Anschlüsse 34, 36 dienen als Einlässe und sind dementsprechend mit Saugrohren 42, 44 verbunden, die jeweils mit der Kammer 12 bzw. 11 verbunden sind. Der dritte, üblicherweise ebenfalls als Einlass dienende Anschluss 28 ist

erfindungsgemäß als Auslass genutzt und über eine Leitung 46 mit dem Saugrohr 20 zusammengeführt und mit der Vorvakuumpumpe 22 verbunden. Der üblicherweise als Auslass dienende Anschluss 40 ist verschlossen.

Zur Erzeugung des im dargestellten Ausführungsbeispiel niedrigsten Druck in der Vakuumkammer 12 erfolgt ein Absaugen durch die Saugleitung 42 mittels der Pumpe 28, bei der es sich üblicherweise um eine Turbomolekularpumpe handelt. Die Pumpe 28 bildet somit die oberste Vakuumstufe. Die Pumpe 28 pumpt das Medium in Richtung der nachfolgenden Vakuumstufe nächst höheren Drucks, die durch die Pumpe 30 gebildet ist, bei der es sich üblicherweise ebenfalls um eine Turbomolekularpumpe handelt. Die Turbomolekularpumpe 30 ist nicht nur über eine Verbindungsleitung 48 mit der Pumpe 28 sondern auch mit der Saugleitung 44 verbunden, durch die Gas aus der Kammer 11 gesaugt wird. Die Pumpe 30 fördert das Medium über den erfindungsgemäß als Auslass dienenden Anschluss 38 durch das Rohr 46 in Richtung der Vorvakuumpumpe 22. Die Pumpe 32, bei der es sich üblicherweise um eine Holweck-Pumpe handelt, pumpt gegen den verschlossenen Auslass 40.

Da der Auslass 40 verschlossen ist, herrscht innerhalb der Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 im Bereich der letzten Vakuumstufe, die durch die Pumpe 32 gebildet ist, ein relativ hoher Druck. Dieser ist im dargestellten Ausführungsbeispiel größer als  $10^{-3}$  mbar. Die erfindungsgemäß vorzugsweise verwendeten Mehrstufen-Vakuumpumpen sind derart aufgebaut, dass die Rotoren sämtlicher Pumpen 28, 30, 32 auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind. Die Welle ist im Bereich der letzten Vakuumstufe, das heißt im Bereich der Pumpe 32, gelagert. Die Rotoren der Pumpen 28, 30 sind fliegend gelagert. Das erfindungsgemäße Anschließen der Mehrstufen-Vakuumpumpe durch Verschließen des Auslasses 40 und Nutzen des Anschlusses 38 als Auslass hat zur Folge, dass die Lager in der letzten Vakuumstufe, das heißt im Bereich der Pumpe 32, vor zu niedrigem Druck geschützt sind.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel bildet die Pumpe 28 somit die oberste Vakuumstufe, die Pumpe 30 die Zwischen-Vakuumstufe und die Pumpe 32 die letzte Vakuumstufe der Mehrstufen-Vakuumpumpe 26.

Eine weitere gegenüber der Fig. 1 vereinfachte Ausführungsform besteht darin, dass die Mehrstufen-Vakuumpumpe nur zwei Anschlüsse sowie einen Auslass und dementsprechend nur zwei Pumpen aufweist. Ein derartiges System kann sodann zusammen mit einer Vorvakuumpumpe 22 beliebiger Bauart zur Erzeugung von Vakuum in zwei Kammern verwendet werden. Bezogen auf die Fig. 1 entfällt bei diesem System die Vakuumkammer 12, die Pumpe 28 und die entsprechenden Anschlüsse.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird in insgesamt fünf Vakuumkammern, das heißt in den Vakuumkammern 10, 11, 12 und zwei zusätzlichen Vakuumkammern 50, 52 Vakuum erzeugt. Beispielsweise wird in der Kammer 50 ein Vakuum von  $10^{-8}$  mbar und in der Vakuumkammer 52 ein Vakuum von  $10^{-10}$  mbar erzeugt. Hierdurch ist eine genauere Analyse in den weiteren Kammern 50, 52 möglich, wobei entsprechend dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel die Analysevorrichtungen nicht dargestellt sind.

In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die selben oder ähnliche Bauteile mit den selben Bezugszeichen bezeichnet.

Die Kammer 50 ist über eine Öffnung 49 mit der Kammer 12 und die Kammer 52 über eine Öffnung 51 mit der Kammer 50 verbunden.

Erfindungsgemäß sind in diesem Ausführungsbeispiel zwei Mehrstufen-Vakuumpumpen 26 vorgesehen, die im Wesentlichen wie anhand Fig. 1 aufgebaut sind.

Die in Fig. 2 rechte, erste Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 weist wiederum eine oberste, durch die Pumpe 28 ausgebildete Stufe, eine zwischen durch die Pumpe 30 ausgebildete Vakuumstufe und eine letzte durch die Pumpe 32 ausgebildete Vakuumstufe auf. Die beiden Stufen 28, 30 sind über Saugleitungen 56, 58 mit den Kammern 52 bzw. 50 verbunden. Der Auslass 40 der letzten Vakuumstufe 32 ist wiederum verschlossen, so dass das Medium über den Anschluss 38 aus der Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 in eine Leitung 60 gefördert wird. Die Leitung 60 ist mit der Vakuumkammer 12 sowie der zweiten in Fig. 2 linken Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 verbunden.

Die bezogen auf die zweite bzw. linke Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 oberste durch die Pumpe 28 gebildete Vakuumstufe pumpt somit das Medium in Richtung der durch die Pumpe 30 gebildeten Zwischen-Vakuumstufe der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe 26, wobei gleichzeitig aus der Kammer 11 Medium durch die Saugleitung 62 angesaugt wird. Über den wiederum als Auslass dienenden Anschluss 38 wird das Medium in die Leitung 64 gepumpt, die mit der Saugleitung 20 zusammengeführt ist. Die letzte, durch die Pumpe 32 gebildete Vakuumstufe der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 pumpt wiederum gegen den verschlossenen Auslass 40.

Da erfindungsgemäß die beiden Mehrstufen-Vakuumpumpen vorzugsweise jeweils derart aufgebaut sind, dass die drei Pumpen 28, 30, 32 von einer gemeinsamen Welle getragen werden, deren Lagerung im Bereich der letzten Vakuumstufe, das heißt im Bereich der Pumpe 32 erfolgt, ist es erfindungsgemäß möglich, auch mit Mehrstufen-Vakuumpumpen Drücke von  $10^{-10}$  mbar zu erzeugen. Dies ist bei einem herkömmlichen Anschluss einer Mehrstufen-Vakuumpumpe nicht möglich, da die sich in dem Bereich der letzten Vakuumstufe 32 befindlichen Lager beschädigt würden.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel dient die in Fig. 2 linke, zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe 26 somit als Vorvakuumpumpe bezogen auf die erste in Fig. 2 rechte Mehrstufen-Vakuumpumpe 26.

### Patentansprüche

1. Vakuumpump-System mit

mehreren seriell angeordneten Vakuumkammern (10, 11, 12, 50, 52), wobei der Druck in den Vakuumkammern (10, 11, 12, 50, 52) stufenweise abnimmt,

einer Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) mit mindestens zwei, jeweils eine Vakuumpumpe (28, 32) aufweisenden Vakuumstufen, einer obersten Vakuumstufe (28) und einer letzten Vakuumstufe (32),

wobei ein Einlass der obersten Vakuumstufe (28) über eine Saugleitung (42, 56) mit einer der Vakuumkammern (12, 52) verbunden ist,

wobei ein Auslass (40) der letzten Vakuumstufe (32) verschlossen ist, so dass die der letzten Vakuumstufe (32) vorgeschaltete Vakuumstufe gegen die letzte Vakuumstufe (32) pumpt, und

einer Vorvakuumpumpe (22), zum Beispiel Drehschieber, Scroll, Schrauben, Membran, deren Einlass mit dem Anschluss (38) der der höchsten Vakuumstufe (32) vorgeschalteten Vakuumstufe verbunden ist.

2. Vakuumpump-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) mindestens eine Zwischen-Vakuumstufe mit einer Vakuumpumpe (30) aufweist, wobei der Auslass der obersten Vakuumstufe (28) mit einem Einlass der Zwischen-Vakuumstufe (30) verbunden ist und wobei der Einlass der Zwischen-

Vakuurstufe (30) zusätzlich über eine Saugleitung (44, 58) mit einer Vakuorkammer (11, 50) verbunden ist.

3. Vakuumpump-System nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe (26), die zwischen der Vorvakuumpumpe (22) und der ersten Vakuumpumpe (26) angeordnet ist, wobei die zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe mindestens zwei jeweils eine Vakuumpumpe (32, 28) aufweisende Vakuurstufen, eine oberste Vakuurstufe (28) und eine letzte Vakuurstufe (32) aufweist.
4. Vakuumpump-System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Mehrstufen-Vakuumpumpe mindestens eine Zwischen-Vakuurstufe mit einer Vakuumpumpe (30) aufweist, wobei der Auslass der obersten Vakuurstufe (28) mit dem Einlass der Zwischen-Vakuurstufe (30) verbunden ist und wobei der Einlass der Zwischen-Vakuurstufe (30) über eine Saugleitung (60) mit einer Vakuorkammer (11) verbunden ist.
5. Vakuumpumpen-System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einlass (34) der obersten Vakuurstufe (28) der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) mit dem Auslass (38) der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe, insbesondere dem Auslass der letzten Vakuurstufe (32) der ersten Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) vorgeschalteten Vakuurstufe (30) verbunden ist.
6. Vakuumpump-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass der mindestens einen Zwischen-Vakuurstufe (30) der ersten und/oder der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) zusätzlich über eine Saugleitung (58, 62) mit einer Vakuorkammer (50) verbunden ist.

7. Vakuumpumpen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumpumpen (28, 32) der Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei die Lagerung der Welle im Bereich der letzten Vakuumstufe (32) erfolgt.
8. Vakuumpumpen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die oberste Vakuumstufe (28) und/oder die Zwischen-Vakuumstufe (30) der ersten und/oder der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) als Pumpe eine Turbomolekularpumpe aufweisen.
9. Vakuumpumpen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte Vakuumstufe (32) der ersten und/oder der zweiten Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) als Pumpe eine Holweck-Pumpe aufweist.
10. Vakuumpumpen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorvakuumpumpe (22) eine Drehschieberpumpe aufweist.
11. Verwenden einer Mehrstufen-Vakuumpumpe (26) mit mehreren Anschlüssen (24, 26, 38) und einem Auslass (40) zur Erzeugung von Hochvakuum, insbesondere von Vakuum mit einem Druck von weniger als  $10^{-5}$  insbesondere weniger als  $10^{-8}$  mbar, wobei der Auslass (40) verschlossen wird und ein Anschluss (38) als Auslass genutzt wird.

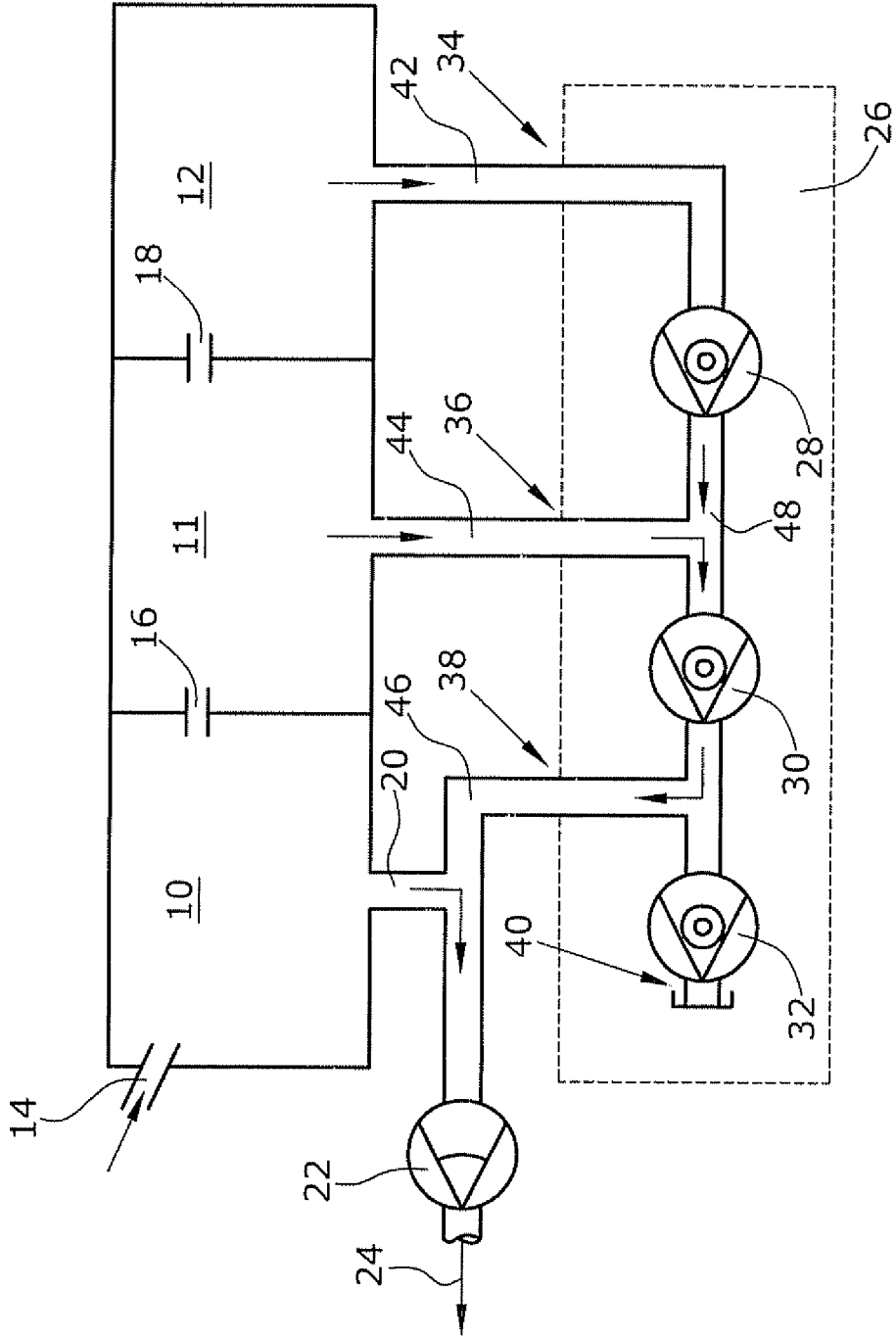


Fig. 1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/051854

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F04D19/04 F04C23/00 F04D29/056

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)  
F04D 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 practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/068099 A1 (INFICON GMBH [DE]; BOEHM THOMAS [DE]) 12 August 2004 (2004-08-12)	11
Y	page 4, last paragraph - page 7, paragraph 2; figure 1	1-2,6-10
Y	----- WO 2005/113986 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; STONES IAN DAVID [GB]) 1 December 2005 (2005-12-01)	1-2,6-10
A	page 7, line 62 - page 10, line 21; figure 2 page 15, line 19 - page 17, line 23; figure 4	3-5,11
Y	----- DE 36 39 512 A1 (ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH [DE]) 1 June 1988 (1988-06-01)	10
A	column 3, line 13 - line 31; figure 1 column 3, line 60 - column 4, line 23 ----- -/--	1,11

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 document 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

7 May 2009

Date of mailing of the international search report

13/05/2009

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  
  
Di Giorgio, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/051854

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 00 823 A1 (SGI PROZESS TECHNIK GMBH [DE]) 18 July 1996 (1996-07-18) column 3, line 26 - column 4, line 21; figure 1	1, 11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/051854

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004068099	A1	12-08-2004	CN 1742195 A 01-03-2006
			DE 10302987 A1 05-08-2004
			EP 1585951 A1 19-10-2005
			JP 2006517291 T 20-07-2006
			US 2006034702 A1 16-02-2006
WO 2005113986	A1	01-12-2005	CA 2563248 A1 01-12-2005
			CN 1957182 A 02-05-2007
			EP 1756429 A1 28-02-2007
			JP 2007538197 T 27-12-2007
			US 2008063541 A1 13-03-2008
DE 3639512	A1	01-06-1988	NONE
DE 19500823	A1	18-07-1996	AT 184963 T 15-10-1999
			EP 0723080 A1 24-07-1996
			ES 2136232 T3 16-11-1999
			JP 8232870 A 10-09-1996
			US 5595477 A 21-01-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/051854

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F04D19/04 F04C23/00 F04D29/056

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 F04D 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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/068099 A1 (INFICON GMBH [DE]; BOEHM THOMAS [DE]) 12. August 2004 (2004-08-12)	11
Y	Seite 4, letzter Absatz - Seite 7, Absatz 2; Abbildung 1	1-2,6-10
Y	-----	1-2,6-10
A	WO 2005/113986 A1 (BOC GROUP PLC [GB]; STONES IAN DAVID [GB]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01)	3-5,11
A	Seite 7, Zeile 62 - Seite 10, Zeile 21; Abbildung 2 Seite 15, Zeile 19 - Seite 17, Zeile 23; Abbildung 4	10
Y	-----	1,11
A	DE 36 39 512 A1 (ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH [DE]) 1. Juni 1988 (1988-06-01)	1,11
A	Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 31; Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 4, Zeile 23	-/--

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</li> <li>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*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)</li> <li>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</li> <li>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</li> <li>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</li> </ul> |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. Mai 2009	13/05/2009

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  Di Giorgio, F
--	--

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/051854

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 00 823 A1 (SGI PROZESS TECHNIK GMBH [DE]) 18. Juli 1996 (1996-07-18) Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 4, Zeile 21; Abbildung 1 -----	1,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/051854

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004068099 A1	12-08-2004	CN 1742195 A	01-03-2006
		DE 10302987 A1	05-08-2004
		EP 1585951 A1	19-10-2005
		JP 2006517291 T	20-07-2006
		US 2006034702 A1	16-02-2006
WO 2005113986 A1	01-12-2005	CA 2563248 A1	01-12-2005
		CN 1957182 A	02-05-2007
		EP 1756429 A1	28-02-2007
		JP 2007538197 T	27-12-2007
		US 2008063541 A1	13-03-2008
DE 3639512 A1	01-06-1988	KEINE	
DE 19500823 A1	18-07-1996	AT 184963 T	15-10-1999
		EP 0723080 A1	24-07-1996
		ES 2136232 T3	16-11-1999
		JP 8232870 A	10-09-1996
		US 5595477 A	21-01-1997