

(19)



(11)

EP 2 960 520 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.07.2020 Patentblatt 2020/27

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 27/00** ^(2006.01)
F04D 27/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15174043.8**

(22) Anmeldetag: **26.06.2015**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM FLUTEN EINER VAKUUMKAMMER

METHOD AND DEVICE FOR VENTING A VACUUM CHAMBER

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ADMISSION POUR UNE CHAMBRE À VIDE

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

(30) Priorität: **26.06.2014 DE 102014109005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2015 Patentblatt 2015/53

(73) Patentinhaber: **PFEIFFER VACUUM GMBH
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenahr (DE)
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 053 249 EP-A2- 2 466 145
JP-Y2- H 018 714

EP 2 960 520 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer, bei dem mit dem Fluten der Vakuumkammer gleichzeitig auch die einen Rotor sowie einen Stator umfassende Vakuumpumpe geflutet wird. Sie betrifft ferner eine insbesondere zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer.

[0002] Vakuumpumpen wie beispielsweise Turbomolekularpumpen können zur Erzeugung eines Vakuums in einer auch als Rezipient bezeichneten Vakuumkammer eingesetzt werden. Nach dem Abschalten werden die Vakuumpumpen häufig über zugeordnete Flutventile belüftet. So sollen beispielsweise Turbomolekularpumpen nach dem Abschalten belüftet werden, um eine Rückdiffusion von Kohlenwasserstoffen von der Vorvakuumseite durch die Pumpe zu verhindern.

[0003] Die den Vakuumpumpen zugeordneten Flutventile besitzen bisher einen sehr kleinen Querschnitt, da davon ausgegangen wurde, dass die Vakuumpumpe am Einsatzort zum Fluten blindgeflanscht, das heißt abgeschlossen wird und entsprechend kein zusätzliches Volumen besitzt. So darf der Druck in der abgeschalteten Vakuumpumpe bei sich noch drehendem Pumpenrotor nicht zu stark ansteigen, da andernfalls zu große Kräfte, d.h. Gaslasten, auf den Rotor wirken.

[0004] Zunehmend bleiben die Vakuumkammern am Einsatzort jedoch mit den betreffenden Vakuumpumpen verbunden. Zum Fluten einer jeweiligen Vakuumkammer wird daher häufig das der betreffenden Vakuumpumpe zugeordnete Flutventil genutzt, das in der Regel über die Antriebselektronik der Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, gesteuert wird. Während des Flutvorgangs ist die Vakuumpumpe zwar abgeschaltet, das heißt der Pumpenrotor ist stromlos, häufig rotiert der Pumpenrotor jedoch zumindest zeitweise noch weiter und wird dann durch den infolge des Flutens höheren Druck schneller abgebremst. Die Flutrate des der jeweiligen Vakuumpumpe zugeordneten Flutventils, das heißt die Strömungsgeschwindigkeit, mit der das zur Belüftung dienende Gas zugeführt werden kann, ist bisher an die Baugröße der jeweiligen Vakuumpumpe bzw. Turbomolekularpumpe angepasst. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die Flutrate und entsprechend die Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe zunächst einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf, da andernfalls zu hohe Kräfte auf den noch rotierenden Pumpenrotor wirken. Nachdem die Vakuumkammern insbesondere bei Massenspektrometern nun aber zunehmend größer werden, dauert ein jeweiliger Flutvorgang, beispielsweise ein Flutvorgang ausgehend von einem Unterdruck im Bereich von 300 mbar bis etwa 1.000 mbar, sehr lange.

[0005] In der EP 1 739 308 B1 ist eine Rotations-Va-

kuumpumpe mit zugeordnetem Flutventil bekannt, bei dem das Flutventil zum Fluten der Pumpe in Abhängigkeit von erfassten Abweichungen oder Schwankungen der Rotationsfrequenz des Pumpenrotors angesteuert wird. Der betreffende Aufwand zur Steuerung des Flutventils ist entsprechend hoch. JP H01 8714 Y2, EP 2 053 249 A2 und EP 2 466 145 A2 gehören ebenfalls zum relevanten Stand der Technik.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die auch bei relativ größerem Volumen der Vakuumkammer auf möglichst einfache Weise eine schnelle Flutung der Vakuumkammer ohne Beeinträchtigung des bereits abgeschalteten, jedoch noch rotierenden Rotors der mit der Vakuumkammer verbundenen Vakuumpumpe ermöglichen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5. Bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert erreicht hat.

[0009] Aufgrund einer solchen Ausgestaltung des Verfahrens kann auch eine relativ größere Vakuumkammer ohne die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Schädigung des bereits abgeschalteten, jedoch zumindest vorübergehend noch rotierenden Rotors der mit der Vakuumkammer verbundenen Vakuumpumpe auf relativ einfache Weise sehr schnell geflutet werden. Dabei macht sich die Erfindung den Umstand zunutze, dass ab einem bestimmten Druck in der Vakuumpumpe zumindest im Wesentlichen keine nachteiligen, durch eine Gaslast verursachten Kräfte mehr auf den auslaufenden, d.h. noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken, so dass nach Erreichen dieses Druckgrenzwertes die Flutrate für den restlichen Flutvorgang gegenüber der vorangehenden Flutrate erhöht werden kann, womit der Flutvorgang insgesamt beschleunigt wird.

[0010] Unter einem Fluten unmittelbar nach dem Abschalten des Pumpenrotors ist zu verstehen, dass der Pumpenrotor noch rotiert, wenn mit dem Flutvorgang begonnen wird. Es ist insbesondere nicht ausgeschlossen, dass zwischen dem Abschaltvorgang und dem Beginn des Flutvorgangs eine gewisse, insbesondere von den jeweiligen konkreten Bedingungen abhängige Zeitspanne vergehen kann.

[0011] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumkammer so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten

Pumpenrotor wirken, d.h. Beeinträchtigungen oder Beschädigungen des Pumpenrotors durch zu hohe Gaslasten vermieden werden.

[0012] Es hat sich gezeigt, dass bei den bisher üblichen Vakuumpumpen, insbesondere Turbomolekularpumpen, ab einem Druck von ungefähr 300 mbar im Wesentlichen keine nachteiligen Kräfte mehr auf den rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken. Als vorgegebbarer Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe wird demzufolge bevorzugt ein Druckwert im Bereich von 100 bis 400 mbar, insbesondere von 250 bis 300 mbar, gewählt.

[0013] Um die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Beschädigung des noch rotierenden Pumpenrotors auf ein Minimum zu reduzieren, wird die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe bevorzugt so gewählt, dass eine vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe nicht überschritten wird.

[0014] Dabei hat sich herausgestellt, dass die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Beschädigung des noch rotierenden Pumpenrotors bei einer Druckanstiegsgeschwindigkeit bis etwa 15 mbar praktisch ausgeschlossen werden kann. Als vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe wird demzufolge bevorzugt eine Druckanstiegsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 50 mbar/Sek, insbesondere von 10 bis 20 mbar/Sek, gewählt.

[0015] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt das Fluten bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe über einen freigeschalteten ersten Fluidquerschnitt und das Fluten nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe über einen freigeschalteten zweiten Fluidquerschnitt, der größer ist als der erste Fluidquerschnitt.

[0016] Dabei erfolgt das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt dadurch, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil ein zweites Flutventil freigeschaltet wird.

[0017] Dabei wird das erste Flutventil der Vakuumpumpe zugeordnet, während das zweite Flutventil der Vakuumkammer zugeordnet wird. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass der Vakuumpumpe in der Regel ohnehin zumindest ein Flutventil zugeordnet ist, das entsprechend auch zum Fluten der Vakuumkammer genutzt werden kann.

[0018] Gemäß einem Verfahren das nicht zur Erfindung gehört, erfolgt das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe für ein gepulstes Freischalten des Flutventils mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. Es genügt somit

beispielsweise ein Flutventil, das nach Art einer Pulsbreitenmodulation getaktet wird. Unter einem größeren Tastverhältnis ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass bei einem größeren Tastverhältnis der Anteil der Offen- oder Freischaltzeiten des Flutventils größer ist als bei einem kleineren Tastverhältnis.

[0019] Gemäß einem Verfahren das nicht zur Erfindung gehört, erfolgt das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe erreicht wurde. Dabei muss die Steuerung eines solchen Flutventils nicht unbedingt durch die der Vakuumpumpe zugeordnete, z.B. in die Vakuumpumpe integrierte oder fest mit der Vakuumpumpe verbundene, Steuereinrichtung erfolgen. Es ist beispielsweise auch eine Ansteuerung durch Stellmittel direkt an dem Flutventil denkbar, die zwei Kanäle umfassen.

[0020] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer umfasst eine Steuereinrichtung und eine Ventilanordnung zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumkammer und der einen Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors. Sie ist entsprechend dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgeführt und die Ventilanordnung über die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert erreicht hat.

[0021] Dabei ist der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumkammer bevorzugt so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.

[0022] Gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Ventilanordnung zumindest ein erstes der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil und wenigstens ein zweites der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das bzw. die durch die Steuereinrichtung entsprechend ansteuerbar sind.

[0023] Dabei sind das erste und das zweite Flutventil so ansteuerbar, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe das erste Flutventil freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe zusätzlich zum ersten Flutventil das zweite Flutventil freigeschaltet wird.

[0024] Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das der Vakuumpumpe zugeordnete Flutventil durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe für ein gepulstes Freischalten des Flutventils mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuum-

pumpe mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird.

[0025] Die Steuereinrichtung ist bevorzugt der Vakuumpumpe zugeordnet, so dass die in der Regel ohnehin bereits für die Vakuumpumpe vorgesehene Steuereinrichtung gleichzeitig auch zur Steuerung des Flutvorgangs bzw. des wenigstens einen Flutventils genutzt werden kann.

[0026] Gemäß einer alternativen zweckmäßigen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht das der Vakuumpumpe zugeordnete Flutventil zwei unterschiedlich große Flutgasströme und ist es durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar, dass es nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe erreicht wurde. Dabei muss, wie bereits erwähnt, die Steuereinrichtung nicht zwingend der Vakuumpumpe zugeordnet sein. Es ist beispielsweise auch denkbar, das Flutventil durch Stellmittel direkt an dem Flutventil anzusteuern.

[0027] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer,

Fig. 2 ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsvorrichtung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung während eines jeweiligen Flutungsvorgangs ergebende zeitliche Verlauf des Drucks in der Vakuumpumpe dargestellt ist, und

Fig. 3 ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsvorrichtung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung während eines jeweiligen Flutungsvorgangs ergebende zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist.

[0028] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe 12 verbundenen Vakuumkammer 14. Dabei kann es sich bei der Vakuumpumpe 12 insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handeln. Die Vakuumpumpe 12 kann mit einem Vorvakuumflansch 20 versehen sein, an den eine Vorpumpe anschließbar ist.

[0029] Die Vorrichtung 10 umfasst eine Steuereinrich-

tung 16 und eine Ventilanordnung 18 zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumkammer 14 und der einen Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe 12 unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors, so dass der Pumpenrotor während eines jeweiligen Flutvorgangs zwar abgeschaltet, das heißt stromlos ist, jedoch zumindest zeitweise noch rotiert.

[0030] Die Steuereinrichtung 16 ist so ausgeführt und die Ventilanordnung 18 ist über die Steuereinrichtung 16 so ansteuerbar, dass die Flutrate, das heißt die Strömungsgeschwindigkeit des zugeführten Flutgases, während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe 12 einen vorgebbaren Grenzwert p_G (vgl. auch Fig. 2) erreicht hat.

[0031] Dabei ist der vorgebbare Grenzwert p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 bevorzugt so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken, dieser also nicht durch eine zu hohe Gaslast beeinträchtigt wird. Als vorgebbare Grenzwert p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 kann beispielsweise ein Druckwert im Bereich von 300 mbar gewählt werden.

[0032] Die Ventilanordnung 18 umfasst zumindest ein der Vakuumpumpe 12 zugeordnetes Flutventil 18₁ und wenigstens ein der Vakuumkammer 14 zugeordnetes Flutventil 18₂, die durch die Steuereinrichtung 16 ansteuerbar sind.

[0033] Dabei sind die Flutventile 18₁, 18₂ durch die Steuereinrichtung 16 so ansteuerbar, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 das erste Flutventil 18₁ freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 zusätzlich zum ersten Flutventil 18₁ das zweite Flutventil 18₂ freigeschaltet wird.

[0034] Die Ventilanordnung 18 kann auch ein der Vakuumpumpe 12 zugeordnetes Flutventil 18₁ umfassen, das durch die Steuereinrichtung 16 so ansteuerbar ist, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 für ein gepulstes Freischalten des Flutventils 18₁ mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. Das betreffende Flutventil 18₁ kann also nach Art einer Pulsbreitenmodulation angesteuert werden.

[0035] Die Steuereinrichtung 16 kann in einem solchen Fall insbesondere der Vakuumpumpe 12 zugeordnet sein.

[0036] Alternativ kann die Ventilanordnung 18 auch ein der Vakuumpumpe 12 zugeordnetes Flutventil 18₁ umfassen, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und durch die Steuereinrichtung 16 so ansteuerbar ist, dass es nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare Grenzwert p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 erreicht wurde. Die

Steuerung 16 muss in diesem Fall nicht zwingend der Vakuumpumpe 12 zugeordnet sein. Die Ansteuerung des Flutventils kann beispielsweise auch über Stellmittel, die zwei Kanäle umfassen, direkt an dem Flutventil erfolgen.

[0037] Fig. 2 zeigt ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsvorrichtung nach dem Stand der Technik und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung 10 während eines jeweiligen Flutungsvorgangs ergebende zeitliche Verlauf des Drucks p in der Vakuumpumpe 12 dargestellt ist. Dabei ergibt sich der Druck aus der Beziehung

$$p = \frac{Q \cdot t}{V},$$
 wobei mit "p" der Druck in der Vakuumpumpe 12, mit "Q" die Flutgaslast, mit "t" die aktuelle Zeit und mit "V" das Gesamtvolumen der Vakuumkammer 14 und der Vakuumpumpe 12 angegeben sind.

[0038] Wie anhand des Diagramms gemäß Fig. 2 zu erkennen ist, ergibt sich für die herkömmliche Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutvorgangs eine zumindest im Wesentlichen konstante Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe 12 (vgl. die gestrichelte Linie). Demgegenüber steigt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 diese Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe 12 bei Erreichen des Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumpumpe 12 stark an (vgl. die durchgehende Linie), so dass der gesamte Flutvorgang stark beschleunigt wird.

[0039] Fig. 3 zeigt ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit der herkömmlichen Flutungsvorrichtung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung 10 während eines jeweiligen Flutvorgangs ergebende zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist. Wie diesem Diagramm entnommen werden kann, ergibt sich mit der herkömmlichen Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutvorgangs ein zumindest im Wesentlichen konstanter zeitlicher Verlauf der Flutrate (vgl. die gestrichelte Linie), während mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung 10 die Flutrate bei Erreichen des Grenzwerts p_G des Drucks in der Vakuumkammer (vgl. auch nochmals Fig. 2) sprunghaft ansteigt, womit, wie bereits erwähnt, der gesamte Flutvorgang wesentlich beschleunigt wird.

Bezugszeichenliste

[0040]

- 10 Vorrichtung
- 12 Vakuumpumpe
- 14 Vakuumkammer
- 16 Steuereinrichtung
- 18 Ventilanordnung
- 18₁ Flutventil
- 18₂ Flutventil

20 Vorvakuumflansch

p_G Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer (14), bei dem mit dem Fluten der Vakuumkammer (14) gleichzeitig auch die einen Rotor sowie einen Stator umfassende Vakuumpumpe (12) geflutet wird,

10

15

wobei das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert (p_G) erreicht hat,

20

wobei das Fluten bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) über einen freigeschalteten ersten Fluidquerschnitt und das Fluten nach Erreichen dieses Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) über einen freigeschalteten zweiten Fluidquerschnitt erfolgt, der größer ist als der erste Fluidquerschnitt, und

25

wobei das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt dadurch erfolgt, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil (18₁) ein zweites Flutventil (18₂) freigeschaltet wird, wobei das erste Flutventil (18₁) der Vakuumpumpe (12) und das zweite Flutventil (18₂) der Vakuumkammer (14) zugeordnet wird.

30

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgebbare Grenzwert (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt wird, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.

40

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als vorgebbarer Grenzwert (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) ein Druckwert im Bereich von 100 bis 400 mbar, insbesondere von 250 bis 300 mbar, gewählt wird.

45

50

4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

55

dadurch gekennzeichnet, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt wird, dass eine vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe (12) nicht überschritten wird, wobei

insbesondere als vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe (12) eine Druckanstiegsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 50 mbar/Sek, insbesondere von 10 bis 20 mbar/Sek, gewählt wird.

5. Vorrichtung (10) zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer (14), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Steuereinrichtung (16) und einer Ventilanordnung (18) zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumkammer (14) und der einer Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe (12) unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors, wobei die Steuereinrichtung (16) so ausgeführt und die Ventilanordnung (18) über die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe (12) einen vorgebbaren Grenzwert (p_G) erreicht hat, wobei die Ventilanordnung (18) zumindest ein der Vakuumpumpe (12) zugeordnetes erstes Flutventil (18_1) und wenigstens ein der Vakuumkammer (14) zugeordnetes zweites Flutventil (18_2) umfasst, wobei diese Flutventile durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar sind, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) das erste Flutventil (18_1) freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) zusätzlich zum ersten Flutventil das zweite Flutventil (18_2) freigeschaltet wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgebbare Grenzwert (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt ist, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Vakuumpumpe (12) zugeordnete Flutventil (18_1) durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) für ein gepulstes Freischalten des Flutventils (18_1) mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Vakuumpumpe (12) zugeordnete Flutventil (18_1) zwei unter-

schiedlich große Flutgasströme ermöglicht und durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass es nach einer vorgebbaren Zeit, zu der der vorgebbare Grenzwert (p_G) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) erreicht wird, vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (16) der Vakuumpumpe (12) zugeordnet ist.

Claims

1. A method of flooding a vacuum chamber (14) connected to a vacuum pump (12), in particular to a turbomolecular pump, in which the vacuum pump (12) comprising a rotor and a stator is also flooded simultaneously with the flooding of the vacuum chamber (14),

wherein the flooding takes place directly after a respective switching off of the pump rotor and the flooding rate is increased during a respective flooding process as soon as the pressure in the vacuum pump has reached a predefinable limit value (p_G);
wherein the flooding takes place via a released first fluid cross-section up to the reaching of the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) and the flooding takes place via a released second fluid cross-section, which is larger than the first fluid cross-section, after the reaching of this limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12); and
wherein the switching from the first fluid cross-section to the relatively larger second fluid cross-section takes place in that a second flood valve (18_2) is released in addition to a released first flood valve (18_1), with the first flood valve (18_1) being associated with the vacuum pump (12) and the second flood valve (18_2) being associated with the vacuum chamber (14).
2. A method in accordance with claim 1, **characterized in that** the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) is selected such that at least substantially no more forces act on the still rotating switched-off pump rotor.
3. A method in accordance with claim 1 or claim 2, **characterized in that** a pressure value in the range from 100 to 400 mbar, in particular from 250 to 300 mbar, is selected as the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12).
4. A method in accordance with at least one of the preceding claims,

characterized in that the flooding rate during a respective flooding process up to the reaching of the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) is selected such that a predefinable pressure increase speed in the vacuum pump (12) is not exceeded, with in particular a pressure increase speed in the range from 1 to 50 mbar/sec, in particular from 10 to 20 mbar/sec, being selected as the predefinable pressure increase speed in the vacuum pump (12).

5. An apparatus (10) for flooding a vacuum chamber (14) connected to a vacuum pump (12), in particular to a turbomolecular pump, in particular for carrying out the method in accordance with at least one of the preceding claims, said apparatus (10) comprising a control device (16) and a valve arrangement (18) for the simultaneous flooding of the vacuum chamber (14) and the vacuum pump (12) comprising a rotor and a stator directly after a respective switching off of the pump rotor, wherein the control device (16) is designed and the valve arrangement (18) is controllable via the control device (16) such that the flooding rate is increased during a respective flooding process as soon as the pressure in the vacuum pump (12) has reached a predefinable limit value (p_G); and wherein the valve arrangement (18) comprises at least one first flood valve (18_1) associated with the vacuum pump (12) and at least one second flood valve (18_2) associated with the vacuum chamber (14), with these flood valves being controllable by the control device (16) such that the first flood valve (18_1) is released up to the reaching of the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) and the second flood valve (18_2) is released in addition to the first flood valve on the reaching of this limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12).
6. An apparatus in accordance with claim 5, **characterized in that** the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) is selected such that at least substantially no more forces act on the still rotating switched-off pump rotor.
7. An apparatus in accordance with one of the claims 5 to 6, **characterized in that** the flooding valve (18_1) associated with the vacuum pump (12) is controllable by the control device (16) such that it is clocked with a first mark space ratio for a pulsed release of the flooding valve (18_1) up to the reaching of the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) and is clocked with a second mark space ratio, which is larger in comparison with the first mark space ratio, or is completely released after the reaching of this limit value (p_G) of the pressure in the vac-

uum pump (12).

8. An apparatus in accordance with one of the claims 5 to 6, **characterized in that** the flood valve (18_1) associated with the vacuum pump (12) enables two flooding gas flows of different sizes and is controllable by the control device (16) such that it is switched from the smaller flooding gas flow to the larger flooding gas flow after a predefinable time at which the predefinable limit value (p_G) of the pressure in the vacuum pump (12) is reached.
9. An apparatus in accordance with any one of the claims 5 to 8, **characterized in that** the control device (16) is associated with the vacuum pump (12).

Revendications

1. Procédé de remplissage d'une chambre à vide (14) reliée à une pompe à vide (12), en particulier à une pompe turbomoléculaire, dans lequel la pompe à vide (12) comprenant un rotor et un stator est remplie simultanément avec le remplissage de la chambre à vide (14), le remplissage s'effectue immédiatement après une coupure respective du rotor de la pompe, et le débit de remplissage est augmenté lors d'une opération de remplissage respective dès que la pression dans la pompe à vide a atteint une valeur limite (p_G) prédéfinissable, le remplissage s'effectue par une première section transversale de fluide activée jusqu'à ce que la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) soit atteinte, et le remplissage s'effectue par une deuxième section transversale de fluide activée, qui est plus grande que la première section transversale de fluide, après avoir atteint cette valeur limite (p_G) de la pression dans la pompe à vide (12), et le passage de la première section transversale de fluide à la deuxième section transversale de fluide relativement plus grande s'effectue du fait que, en supplément à une première vanne de remplissage (18_1) activée, une deuxième vanne de remplissage (18_2) est activée, la première vanne de remplissage (18_1) étant affectée à la pompe à vide (12) et la deuxième vanne de remplissage (18_2) étant affectée à la chambre à vide (14).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) est choisie de manière à ce qu'il n'y ait au moins sensiblement plus de force

agissant sur le rotor de pompe coupé encore en rotation.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que

une valeur de pression dans la plage de 100 à 400 mbar, en particulier de 250 à 300 mbar, est choisie à titre de valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12).

4. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le débit de remplissage pendant une opération de remplissage respective jusqu'à atteindre la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) est choisi de telle sorte qu'une vitesse prédéfinissable d'augmentation de la pression dans la pompe à vide (12) ne soit pas dépassée, et

en particulier, une vitesse d'augmentation de la pression dans la plage de 1 à 50 mbar/sec, en particulier de 10 à 20 mbar/sec, est choisie comme vitesse prédéfinissable d'augmentation de la pression dans la pompe à vide (12).

5. Dispositif (10) de remplissage d'une chambre à vide (14) reliée à une pompe à vide (12), en particulier à une pompe turbomoléculaire, en particulier pour mettre en œuvre le procédé selon l'une au moins des revendications précédentes,

comportant un système de commande (16) et un ensemble de vannes (18) pour remplir simultanément la chambre à vide (14) et la pompe à vide (12) comprenant un rotor et un stator immédiatement après une coupure respective du rotor de la pompe, dans lequel

le système de commande (16) est réalisé et l'ensemble de vannes (18) peut être piloté par le système de commande (16), de telle sorte que le débit de remplissage est augmenté pendant une opération de remplissage respective dès que la pression dans la pompe à vide (12) a atteint une valeur limite (p_G) prédéfinissable,

l'ensemble de vannes (18) comprend au moins une première vanne de remplissage (18_1) affectée à la pompe à vide (12) et au moins une deuxième vanne de remplissage (18_2) affectée à la chambre à vide (14), lesdites vannes de remplissage peuvent être pilotées par le système de commande (16) de telle sorte que la première vanne de remplissage (18_1) est activée jusqu'à ce que la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) soit atteinte, et en supplément à ladite première vanne de remplissage (18_1) la deuxième vanne de remplissage (18_2) est activée lorsque ladite valeur limite (p_G) de la pression dans la pompe à vide (12) a été atteinte.

6. Dispositif selon la revendication 5,

caractérisé en ce que

la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) est choisie de manière à ce qu'il n'y ait au moins sensiblement plus de force agissant sur le rotor de pompe coupé encore en rotation.

7. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 6,

caractérisé en ce que

la vanne de remplissage (18_1) affectée à la pompe à vide (12) peut être pilotée par le système de commande (16) de manière à être cadencée avec un premier rapport cyclique en vue d'une activation pulsée de la vanne de remplissage (18_1) jusqu'à ce que la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) soit atteinte, et de manière à être cadencée avec un deuxième rapport cyclique qui est supérieur au premier rapport cyclique ou à être activée complètement, après avoir atteint ladite valeur limite (p_G) de la pression dans la pompe à vide (12).

8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 6,

caractérisé en ce que

la vanne de remplissage (18_1) affectée à la pompe à vide (12) permet deux flux de gaz de remplissage de tailles différentes et peut être pilotée par le système de commande (16) de manière à passer du plus petit au plus grand flux de gaz de remplissage après un temps prédéfinissable auquel la valeur limite (p_G) prédéfinissable de la pression dans la pompe à vide (12) est atteinte.

9. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8,

caractérisé en ce que

le système de commande (16) est affecté à la pompe à vide (12).

Fig. 1

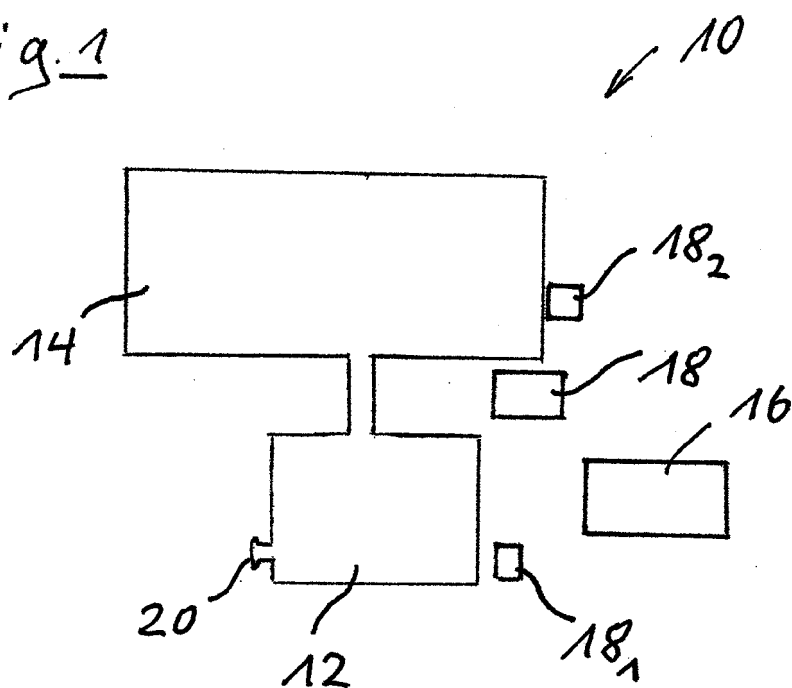


Fig. 2

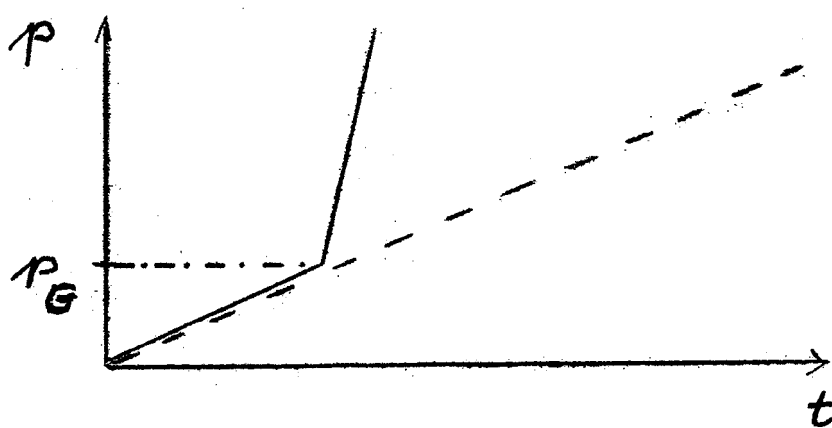
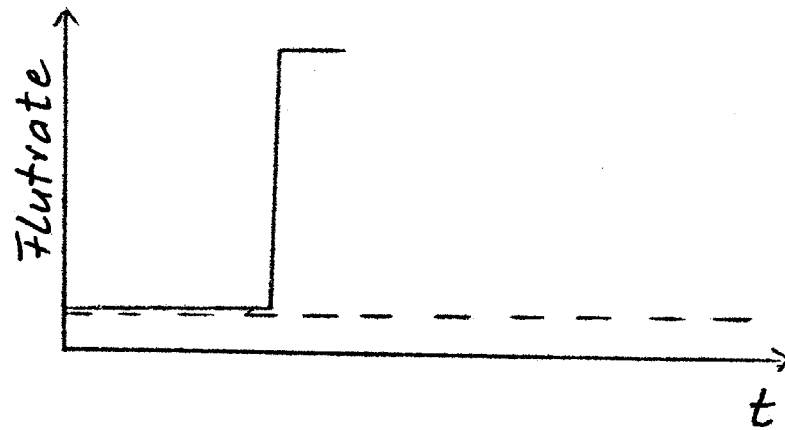


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1739308 B1 [0005]
- JP H018714 Y [0005]
- EP 2053249 A2 [0005]
- EP 2466145 A2 [0005]