



(11) **EP 2 960 520 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.12.2015 Patentblatt 2015/53**

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

(21) Anmeldenummer: **15174043.8**

(22) Anmeldetag: **26.06.2015**

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

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**  
**35614 Asslar (DE)**

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

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

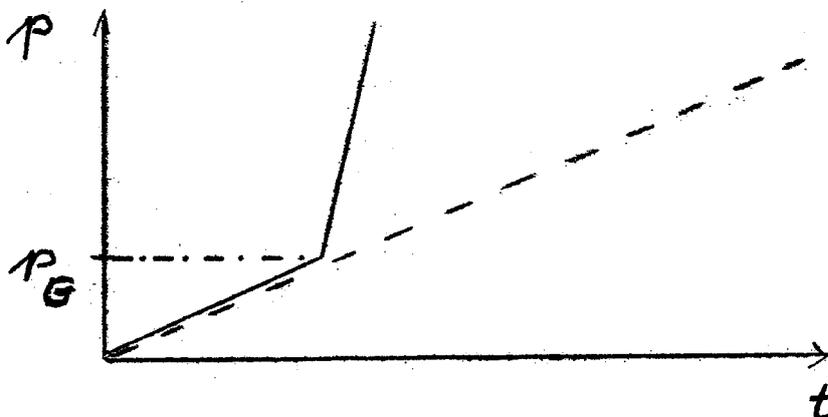
(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**  
**Martin-Greif-Strasse 1**  
**80336 München (DE)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM FLUTEN EINER VAKUUMKAMMER**

(57) 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, 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. Es wird auch eine geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

Fig. 2



EP 2 960 520 A1

## 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.

**[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 11. 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 Gaslast-

ten 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 einer vorteilhaften zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens 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 kann das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt beispielsweise dadurch erfolgen, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil ein zweites Flutventil freigeschaltet wird. Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn das erste Flutventil der Vakuumpumpe zugeordnet wird, während das zweite Flutventil der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnet werden kann. 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.

**[0017]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwertes 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 Flut-

ventil, 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 Offenoder Freischaltzeiten des Flutventils größer ist als bei einem kleineren Tastverhältnis.

**[0018]** Des Weiteren ist insbesondere auch eine solche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar, bei der das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil erfolgt, 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.

**[0019]** 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.

**[0020]** 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.

**[0021]** Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Ventilanordnung zumindest ein der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil und/oder wenigstens ein der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das bzw. die durch die Steuereinrichtung entsprechend ansteuerbar sind.

**[0022]** Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn die Ventilanordnung zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil umfasst und diese Flutventile durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar sind, 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. Dabei ist das erste Flutventil bevorzugt der Vakuumpumpe zugeordnet, während das zweite Flutventil der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnet sein kann.

**[0023]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungs-

form der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Ventilanordnung ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, 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 Vakuumpumpe mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. In diesem Fall genügt ein Flutventil zum Fluten der Vakuumkammer und der daran angeschlossenen Vakuumpumpe.

**[0024]** 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.

**[0025]** Gemäß einer weiteren alternativen zweckmäßigen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Ventilanordnung auch ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil umfassen, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, 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.

**[0026]** 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 Flutungsanordnung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsanordnung 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 Flutungsanordnung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsanordnung während eines jeweiligen Flutungsvorgangs ergebende

zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist.

**[0027]** 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.

**[0028]** Die Vorrichtung 10 umfasst eine Steuereinrichtung 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.

**[0029]** 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.

**[0030]** 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.

**[0031]** Die Ventilanordnung 18 kann insbesondere zumindest ein der Vakuumpumpe 12 zugeordnetes Flutventil 18<sub>1</sub> und/oder wenigstens ein der Vakuumkammer 14 zugeordnetes Flutventil 18<sub>2</sub> umfassen, das bzw. die durch die Steuereinrichtung 16 entsprechend ansteuerbar sind.

**[0032]** Dabei kann die Ventilanordnung 18 beispielsweise zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil 18<sub>1</sub>, 18<sub>2</sub> umfassen, und die Flutventile 18<sub>1</sub>, 18<sub>2</sub> können durch die Steuereinrichtung 16 so ansteuerbar sein, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe 12 das erste Flutventil 18<sub>1</sub> oder 18<sub>2</sub> freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe 12 zusätzlich zum ersten Flutventil 18<sub>1</sub> oder 18<sub>2</sub> das zweite Flutventil 18<sub>2</sub> bzw. 18<sub>1</sub> freigeschaltet wird. Dabei kann das erste Flutventil 18<sub>1</sub> insbesondere der Vakuumpumpe 12 und das zweite Flutventil 18<sub>2</sub> der Vakuumpumpe 12 oder der Vakuumkammer 14 zugeordnet sein.

**[0033]** Alternativ kann die Ventilanordnung 18 beispielsweise auch ein der Vakuumpumpe 12 oder der Vakuumkammer 14 zugeordnetes Flutventil 18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub> 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 18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub> mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts p<sub>G</sub> des Drucks in der Vakuumpumpe 12 mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. Das betreffende Flutventil 18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub> kann also nach Art einer Pulsbreitenmodulation angesteuert werden.

**[0034]** Die Steuereinrichtung 16 kann in einem solchen Fall insbesondere der Vakuumpumpe 12 zugeordnet sein.

**[0035]** Gemäß einer weiteren alternativen beispielhaften Ausführungsform kann die Ventilanordnung 18 auch ein der Vakuumpumpe 12 oder der Vakuumkammer 14 zugeordnetes Flutventil 18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub> 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<sub>G</sub> 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.

**[0036]** 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

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

113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500

**[0037]** Wie anhand des Diagramms gemäß Fig. 2 zu erkennen ist, ergibt sich für die herkömmliche Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutungsvorgangs 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<sub>G</sub> des Drucks in der Vakuumpumpe 12 stark an (vgl. die durchgehende Linie), so dass der gesamte Flutungsvorgang stark beschleunigt wird.

**[0038]** 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 Flutungsvorgangs ergebende zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist. Wie diesem Diagramm entnommen werden

kann, ergibt sich mit der herkömmlichen Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutungsvorgangs 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<sub>G</sub> des Drucks in der Vakuumkammer (vgl. auch nochmals Fig. 2) sprunghaft ansteigt, womit, wie bereits erwähnt, der gesamte Flutungsvorgang wesentlich beschleunigt wird.

#### Bezugszeichenliste

[0039]

10	Vorrichtung
12	Vakuumpumpe
14	Vakuumkammer
16	Steuereinrichtung
18	Ventilanordnung
18 <sub>1</sub>	Flutventil
18 <sub>2</sub>	Flutventil
20	Vorvakuumflansch

p<sub>G</sub> Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe

#### 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutungsvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert (p<sub>G</sub>) erreicht hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgebbare Grenzwert (p<sub>G</sub>) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt wird, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als vorgegebbarer Grenzwert (p<sub>G</sub>) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) ein Druckwert im Bereich von 100 bis 400 mbar, insbesondere von 250 bis 300 mbar, gewählt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flutrate während eines jeweiligen Flutungsvorgangs bis zum Errei-

- chen 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. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluten bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) über einen freigeschalteten ersten Fluidquerschnitts 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.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt dadurch erfolgt, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil ( $18_1$ ) ein zweites Flutventil ( $18_2$ ) freigeschaltet wird, wobei insbesondere das erste Flutventil ( $18_1$ ) der Vakuumpumpe (12) und das zweite Flutventil ( $18_2$ ) der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnet wird.
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluten über ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) erfolgt, das bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) für ein gepulstes Freischalten des Flutventils ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) 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. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluten über ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) erfolgt, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und nach einer vorgebbaren Zeit, nach der der vorgebbare Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) erreicht wurde, vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird.
  9. 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 einen 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.
  10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **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.
  11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilanordnung (18) zumindest ein der Vakuumpumpe (12) zugeordnetes Flutventil ( $18_1$ ) und/oder wenigsten ein der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil ( $18_2$ ) umfasst, das bzw. die durch die Steuereinrichtung (16) entsprechend ansteuerbar sind.
  12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilanordnung (18) zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil ( $18_1, 18_2$ ) umfasst und diese Flutventile ( $18_1, 18_2$ ) 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 ( $18_1$  oder  $18_2$ ) freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) zusätzlich zum ersten Flutventil ( $18_1$  oder  $18_2$ ) das zweite Flutventil ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) freigeschaltet wird, wobei insbesondere das erste Flutventil ( $18_1$ ) der Vakuumpumpe (12) und das zweite Flutventil ( $18_2$ ) der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnet ist.
  13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilanordnung (18) ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) umfasst, 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 ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) 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.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (18) ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil ( $18_1$  bzw.  $18_2$ ) umfasst, das zwei unterschiedlich 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.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (16) der Vakuumpumpe (12) zugeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

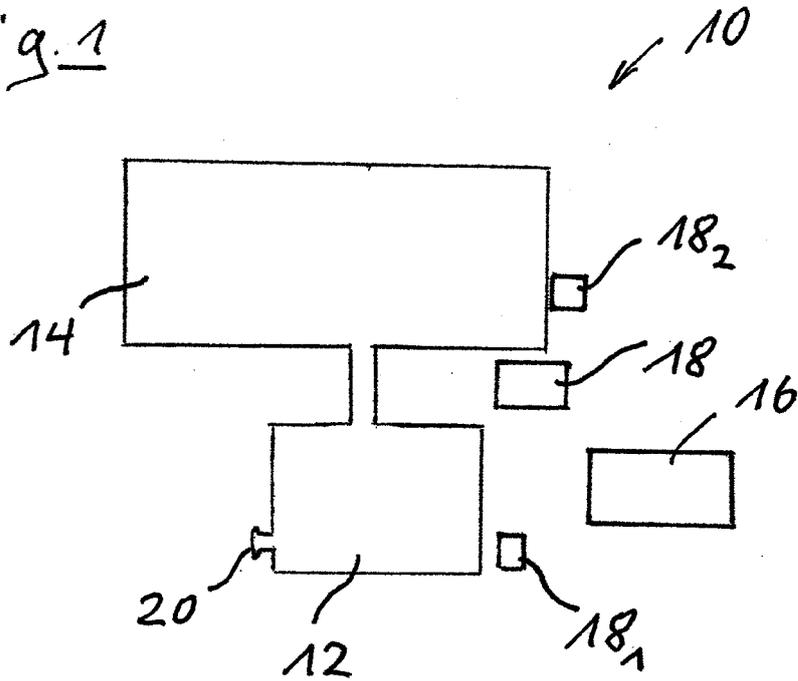


Fig. 2

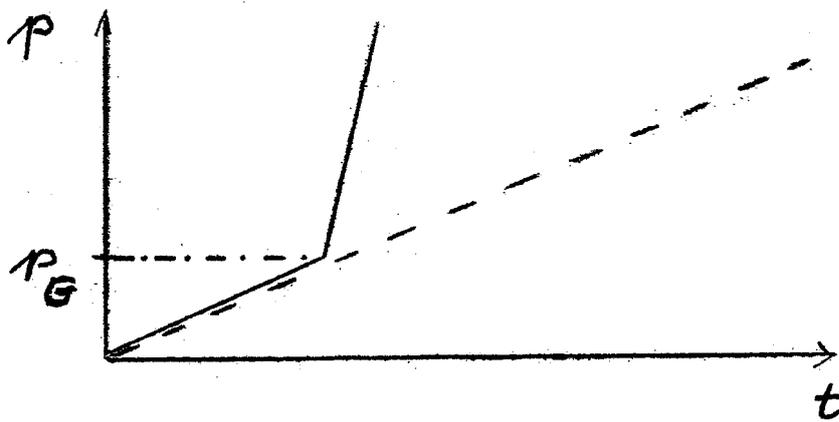
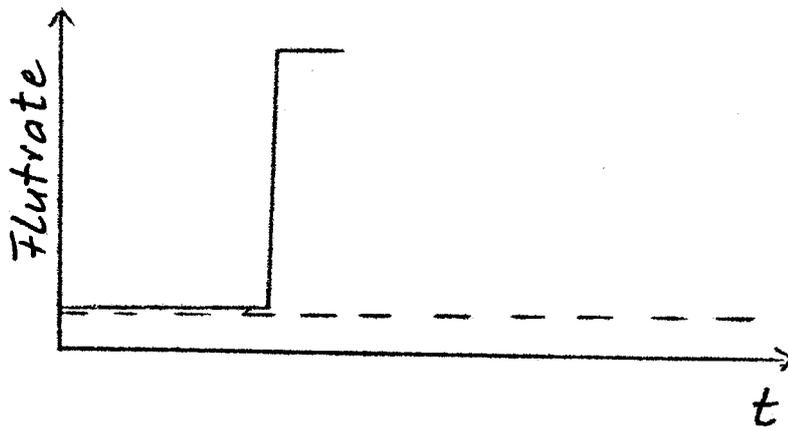


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 17 4043

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H01 8714 Y2 (JEOL, JAPAN ELECTRONICS) 8. März 1989 (1989-03-08) * Abbildungen 1, 2, 4b * -----	1-15	INV. F04D19/04 F04D27/00 F04D27/02
A	EP 2 053 249 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 29. April 2009 (2009-04-29) * Zusammenfassung * * Absatz [0030] * * Abbildung 8 * -----	1,8,9,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		20. Oktober 2015	De Tobel, David
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 15 17 4043

5

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

20-10-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H018714 Y2	08-03-1989	JP H018714 Y2	08-03-1989
		JP S6199694 U	25-06-1986
-----			
EP 2053249 A2	29-04-2009	DE 102007051045 A1	30-04-2009
		EP 2053249 A2	29-04-2009
		JP 5496487 B2	21-05-2014
		JP 2009103124 A	14-05-2009
-----			

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0481

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

**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]