

(19)



(11)

EP 3 786 457 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2021 Patentblatt 2021/09

(51) Int Cl.:
F04D 29/042 ^(2006.01) **F04D 19/04** ^(2006.01)
F04D 29/02 ^(2006.01) **F04D 29/32** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20195315.5**

(22) Anmeldetag: **09.09.2020**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG
35614 Asslar (DE)**
(72) Erfinder: **MEKOTA, Mirko
35630 Ehringshausen (DE)**
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

(54) **ROTORANORDNUNG FÜR EINE VAKUUMPUMPE, VAKUUMPUMPE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER SOLCHEN**

(57) Eine Rotoranordnung für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe, weist einem Rotorkörper auf, der im Betrieb der Vakuumpumpe um eine Drehachse rotiert. Der Rotorkörper ist an seinem Außenumfang zumindest einmal vollständig um die Drehachse umlaufend mit einem Armierungsband umwickelt.

EP 3 786 457 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotoranordnung für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe, eine Vakuumpumpe und ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Rotoranordnung.

[0002] Vakuumpumpen, wie zum Beispiel Turbomolekularpumpen, werden in unterschiedlichen Bereichen der Technik, wie z.B. in der Halbleiterherstellung, eingesetzt, um ein für den jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu schaffen. Eine Turbomolekularpumpe umfasst allgemein eine Rotoranordnung, die sich im Betrieb der Turbomolekularpumpe bezogen auf einen Stator bzw. ein Gehäuse der Turbomolekularpumpe mit einer sehr hohen Drehzahl dreht, die typischerweise oberhalb von 10.000 Umdrehungen pro Minute liegt.

[0003] Da die Rotoranordnung während des Betriebs der Turbomolekularpumpe somit eine sehr hohe kinetische Energie aufweist, kann im Fall eines sogenannten "Rotorcrashes", bei dem die Rotoranordnung beispielsweise kurzfristig blockiert, ein extrem hohes Drehmoment auf das Gehäuse der Turbomolekularpumpe und über dieses weiter auf die gesamte Vakuumanlage übertragen werden, in der sich die Turbomolekularpumpe befindet. Im Fall eines Rotorcrashes besteht folglich eine erhebliche Zerstörungs- und Verletzungsgefahr innerhalb der Umgebung der Turbomolekularpumpe.

[0004] Dieses Problem ist besonders relevant bei magnetgelagerten Turbomolekularpumpen, wenn diese eine glockenförmige Rotoranordnung aufweisen, um die Magnetlagerung und gegebenenfalls auch einen Antriebsmotor der Rotoranordnung in einem Hohlraum innerhalb der glockenförmigen Rotoranordnung unterzubringen. Bei einem Rotorcrash kann eine solche glockenförmige Rotoranordnung schlagartig in wenige Teile auseinanderbrechen, die jeweils eine sehr hohe kinetische Energie aufweisen. Ein solches Auseinanderbrechen der Rotoranordnung wird auch als "Burst" bezeichnet.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Rotoranordnung für eine Vakuumpumpe, eine Vakuumpumpe und ein Verfahren zum Herstellen einer Rotoranordnung zu schaffen, bei welchen auf einfache Weise eine verbesserte Festigkeit der Rotoranordnung gegenüber einem Auseinanderbrechen erreicht wird. Ferner soll die Gefährdung innerhalb der Umgebung der Vakuumpumpe auch im Falle eines Auseinanderbrechens der Rotoranordnung verringert sein.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0007] Eine erfindungsgemäße Rotoranordnung für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe, weist einen Rotorkörper auf, der an seinem Außenumfang zumindest einmal vollständig um die Drehachse umlaufend mit einem Armierungsband umwickelt ist.

[0008] Durch das Vorhandensein des Armierungsbandes am Außenumfang des Rotorkörpers wird die Festigkeit der Rotoranordnung gegenüber einem Auseinander-

brechen verbessert. Dadurch verringert sich das Gefährdungsrisiko in der Umgebung der Vakuumpumpe.

[0009] Im Fall eines Auseinanderbrechens oder "Bursts" der Rotoranordnung bewirkt das Armierungsband, dass die einzelnen Teile der Rotoranordnung noch für eine gewisse Zeitdauer zusammengehalten werden und der Burst somit über einen längeren Zeitraum ausgedehnt wird. Dadurch erfolgt die Übertragung der kinetischen Energie der Rotoranordnung bzw. eines entsprechenden Drehmoments auf ein Gehäuse der Vakuumpumpe ebenfalls über eine verlängerte Zeitdauer, wodurch das Drehmoment, das insgesamt auf die Vakuumpumpe ausgeübt wird, verringert wird und eine geringere Gefahr beispielsweise eines Abreißens der Vakuumpumpe von einem Pumpenflansch besteht. Insgesamt wird daher durch das Armierungsband die Zerstörungs- und Verletzungsgefahr in der Umgebung der Vakuumpumpe auch im Fall eines Rotorcrashes bzw. Bursts verringert.

[0010] Darüber hinaus kann die Umwicklung des Rotorkörpers mit dem Armierungsband an dem Außenumfang des Rotorkörpers auf einfache Weise angebracht werden, und es müssen keine vorgefertigten Rohre oder Ringe hergestellt werden, die als Armierung am Rotorkörper beispielsweise aufgeschraubt werden. Die Armierung des Rotorkörpers lässt sich somit mittels des Armierungsbandes auf kostengünstige Weise erreichen.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen angegeben.

[0012] Das Armierungsband kann einen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK) umfassen. Die Kohlenstofffasern bzw. Carbonfasern des CFK sind dabei in eine Kunststoffmatrix eingebettet, die beispielsweise Epoxidharz, Duroplaste oder Thermoplaste umfassen kann. Die Einbindung der Fasern in die Kunststoffmatrix kann dabei derart erfolgen, dass insgesamt ein flexibles Armierungsband vorliegt, das sich ähnlich wie ein Paketklebeband abrollen lässt, wenn das Armierungsband um den Rotorkörper gewickelt wird. Der kohlenstofffaserverstärkte Kunststoff (CFK) weist eine geringe Masse trotz einer hohen Steifigkeit auf. Durch das Einbinden des CFK in das Armierungsband lässt sich somit die Festigkeit des Rotorkörpers und der Rotoranordnung insgesamt verbessern.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Rotoranordnung mindestens zwei Pumpstufen, die entlang der Drehachse beabstandet angeordnet sind und jeweils pumpaktive Elemente aufweisen, die sich an dem Außenumfang des Rotorkörpers befinden. Bei dieser Ausführungsform kann das Armierungsband in einem Zwischenraum angeordnet sein, welcher sich in axialer Richtung zwischen den zwei Pumpstufen erstreckt. Bevorzugt umfasst die Rotoranordnung mehr als zwei solcher Pumpstufen, und in mindestens zwei sowie insbesondere in allen Zwischenräumen, die sich in axialer Richtung zwischen den Pumpstufen erstrecken, ist jeweils ein Armierungsband um den Rotorkörper gewickelt.

[0014] Durch die Umwicklung des Rotorkörpers mit dem Armierungsband in einem Zwischenraum oder mehreren Zwischenräumen zwischen den Pumpstufen lässt sich die Festigkeit der Rotoranordnung auf effiziente Weise verbessern, da die Rotoranordnung zunächst ohne Armierungsband hergestellt werden kann und die Zwischenräume zwischen den Pumpstufen anschließend zur Umwicklung mit dem Armierungsband zugänglich sind. Die Anzahl der Zwischenräume, in denen der Rotorkörper mit dem Armierungsband umwickelt werden soll, kann anhand der vorgesehenen Betriebsparameter der Rotoranordnung wie beispielsweise deren Nenndrehzahl ausgewählt werden. Somit kann die Armierung des Rotorkörpers durch die Umwicklung in einem oder mehreren Zwischenräumen zwischen den Pumpstufen flexibel an die Bedingungen während des Betriebs der Vakuumpumpe angepasst werden.

[0015] Ein Rotorkörper mit Pumpstufen ist erfindungsgemäß nicht zwingend. Ein oder mehrere Armierungsbänder können auch an einem Rotorkörper ohne Pumpstufen vorgesehen sein. Alternativ kann ein Rotorkörper einen oder mehrere axiale Bereiche mit einer oder mehreren Pumpstufen sowie zumindest einen Bereich ohne Pumpstufen aufweisen, und ein oder mehrere Armierungsbänder können in zumindest einem derartigen Bereich ohne Pumpstufen angeordnet sein.

[0016] Das Armierungsband kann ferner in mehreren Lagen und/oder nebeneinander an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen jeweils zumindest einmal vollständig umlaufend um den Außenumfang des Rotorkörpers gewickelt sein. Unterschiedliche axiale Positionen können durch unterschiedliche Zwischenräume zwischen Pumpstufen vorgegeben sein. Dies ist aber nicht zwingend. Mehrere Armierungsbänder können auch in einem einzigen Zwischenraum zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Pumpstufen an unterschiedlichen axialen Pumpstufen oder an einem Rotorkörper ohne Pumpstufen oder an einem keine Pumpstufen umfassenden Bereich eines Rotorkörpers angeordnet sein.

[0017] Der Rotorkörper kann ferner an seinem Außenumfang an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen zumindest einmal vollständig umlaufend mit jeweiligen Armierungsbändern umwickelt sein. Die Anzahl der Wicklungen der jeweiligen Armierungsbänder kann verschieden sein. Dies gilt allgemein, d.h. unabhängig davon, ob die Armierungsbänder in unterschiedlichen Zwischenräumen zwischen einzelnen Pumpstufen oder allgemein an mehreren unterschiedlichen axialen Positionen angeordnet sind.

[0018] Außerdem kann vorgesehen sein, dass der Rotorkörper an einem oder mehreren axialen Bereichen jeweils helikal oder schraubenförmig mit einer oder mehreren Lagen des Armierungsbandes umwickelt ist. Ein Armierungsband muss sich also nicht lediglich an einer axialen Position befinden.

[0019] Die Anzahl der Wicklungen eines jeweiligen Armierungsbandes kann anhand der vorgesehenen Be-

triebsparameter der Rotoranordnung wie beispielsweise deren Nenndrehzahl ausgewählt werden.

[0020] Die Anzahl der Wicklungen bzw. Lagen des Armierungsbandes kann somit an solchen Stellen entlang des Außenumfangs des Rotorkörpers erhöht werden, die für einen Burst des Rotorkörpers oder beim Auftreten eines solchen als besonders kritisch angesehen werden, beispielsweise an Stellen mit großem Außenumfang des Rotorkörpers bzw. großer Masse. Die gesamte Dicke der Armierung kann somit entlang des Außenumfangs des Rotorkörpers bzw. in axialer Richtung entlang der Drehachse flexibel variiert und an das zu erwartende Risiko eines Bursts angepasst werden.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Rotorkörper glockenförmig ausgebildet sein und einen Innenraum aufweisen, dessen Querschnitt rechtwinklig zu der Drehachse in axialer Richtung ausgehend von einer Hochvakuumseite der Rotoranordnung zunimmt. Da der Querschnitt des Innenraums eines solchen glockenförmigen Rotorkörpers in axialer Richtung zunimmt, nimmt auch der Außenumfang des Rotorkörpers in gleicher Richtung zu. Die Umwicklung mittels eines Armierungsbandes zum Herstellen einer Armierung des Rotorkörpers ist bei einem solchen glockenförmigen Rotor besonders vorteilhaft, da ansonsten bei der Verwendung von Armierungsrohren oder Armierungsringen zunächst eine Vielzahl von Armierungen mit unterschiedlichen Durchmessern hergestellt werden müsste. Bei der Umwicklung mittels des Armierungsbandes ist der Aufwand zum Herstellen der Armierung folglich insbesondere bei glockenförmigen Rotorkörpern verringert. Dabei wird der Rotorkörper vorzugsweise in einem oder mehreren Zwischenräumen zwischen Pumpstufen, die von der Hochvakuumseite der Rotoranordnung am weitesten entfernt sind, jeweils mit einem Armierungsband umwickelt.

[0022] Darüber hinaus kann der Rotorkörper einstückig ausgebildet sein. Die Umwicklung mittels des Armierungsbandes ist bei einem solchen Rotorkörper eine einfache und kostengünstige Möglichkeit, um überhaupt eine Armierung an dem Rotorkörper anzubringen. Beispielsweise ist eine Anbringung von Armierungsrohren oder Armierungsringen in den Zwischenräumen zwischen Pumpstufen eines einstückigen Rotors äußerst schwierig wenn nicht unmöglich.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Armierungsband selbstklebend sein und/oder nach dem Umwickeln durch eine Einwirkung einer erhöhten Temperatur, die größer als die Umgebungstemperatur ist, mit dem Rotorkörper verbunden sein. Bei einem selbstklebenden Armierungsband ist das Umwickeln des Rotorkörpers mit besonders geringem Aufwand verbunden, da kein Verbindungsmittel wie etwa Klebstoff zwischen dem Armierungsband und dem Rotorkörper verwendet werden muss. Durch die Einwirkung einer erhöhten Temperatur, beispielsweise durch "Verbacken" des Armierungsbandes mit dem Rotorkörper in einem Ofen, kann ebenfalls eine besonders feste Verbindung zwi-

schen dem Armierungsband und dem Rotorkörper hergestellt werden. Die Art und Weise des Verbindens - z. B. selbstklebend oder "Verbacken" - kann von der jeweiligen Ausgestaltung des Armierungsbandes abhängig sein.

[0024] Außerdem betrifft die Erfindung eine Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt und die eine Rotoranordnung aufweist, wie sie vorstehend beschrieben ist.

[0025] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer Rotoranordnung für eine Vakuumpumpe, bei dem der Rotorkörper an seinem Außenumfang zumindest einmal vollständig um die Drehachse umlaufend mit einem Armierungsband umwickelt wird.

[0026] Mit einem solchen Verfahren lässt sich auf einfache und kostengünstige Weise eine Armierung an dem Rotorkörper herstellen, so dass dessen Festigkeit gegenüber einem Burst verbessert wird. Der Aufwand zur Herstellung der Armierung ist bei der Umwicklung mit dem Armierungsband insbesondere dadurch im Vergleich zu Armierungsrohren oder Armierungsringen verringert, dass der Durchmesser solcher Armierungsrohre oder Armierungsringe an den Durchmesser des Rotorkörpers exakt angepasst werden muss und eine solche Anpassung bei der Umwicklung mit einem Armierungsband entfällt. Die vorstehend genannten Vorteile und die Offenbarung, die für die erfindungsgemäße Rotoranordnung und deren Ausführungsformen beschrieben sind, gelten sinngemäß auch für das erfindungsgemäße Verfahren.

[0027] Das Armierungsband umfasst vorzugsweise einen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK).

[0028] Das Armierungsband kann bei einer Ausführungsform des Verfahrens in mehreren Lagen und/oder nebeneinander an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen jeweils zumindest einmal vollständig umlaufend um den Außenumfang des Rotorkörpers gewickelt werden. Die Rotoranordnung kann ferner mehr als zwei Pumpstufen umfassen, die entlang der Drehachse beabstandet angeordnet sind und die jeweils pumpaktive Elemente aufweisen, die an dem Außenumfang des Rotorkörpers angeordnet sind. In mindestens zwei und insbesondere in allen Zwischenräumen, welche sich in axialer Richtung zwischen den Pumpstufen erstrecken, kann jeweils ein Armierungsband um den Rotorkörper gewickelt werden. Das Umwickeln des Rotorkörpers mit mehreren Lagen und/oder an unterschiedlichen Stellen in axialer Richtung entlang des Rotorkörpers ermöglicht eine flexible Anpassung der Armierung bezüglich deren Position und Dicke an die Betriebseigenschaften der Rotoranordnung und der Vakuumpumpe.

[0029] Eine Anzahl von Wicklungen eines jeweiligen Armierungsbandes kann in Abhängigkeit von einer Nenndrehzahl der Rotoranordnung gewählt werden. Die Stärke der Armierung kann somit an die Nenndrehzahl der Rotoranordnung angepasst werden, so dass die Ar-

mierung einerseits stark genug ist und andererseits keine unnötige zusätzliche Masse durch eine zu starke Armierung auf dem Rotorkörper aufgebracht wird.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens kann das Armierungsband als selbstklebendes Band um den Rotorkörper gewickelt werden und/oder nach dem Umwickeln durch eine Einwirkung einer erhöhten Temperatur, die größer als die Umgebungstemperatur ist, mit dem Rotorkörper verbunden werden. Wenn das Armierungsband selbstklebend ist, entfällt zusätzlicher Aufwand zum Verbinden des Armierungsbandes mit dem Rotorkörper, beispielsweise mittels Klebstoff, während durch die Einwirkung einer erhöhten Temperatur nach dem Umwickeln die Verbindung zwischen dem Armierungsband und dem Rotorkörper alternativ hergestellt oder zusätzlich verfestigt werden kann.

[0031] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1A eine erfindungsgemäße Rotoranordnung und

Fig. 1B einen Ausschnitt der in Fig. 1A gezeigten Rotoranordnung.

[0032] Fig. 1A zeigt ein mögliches Beispiel für eine erfindungsgemäße Rotoranordnung 11 für eine Turbomolekularpumpe. Im Betrieb der Turbomolekularpumpe rotiert die Rotoranordnung 11 mit einer Drehzahl, die beispielsweise größer als 10.000 Umdrehungen pro Minute ist, um eine Drehachse 13. Die Rotoranordnung 11 weist einen Rotorkörper 15 auf, der glockenförmig ausgebildet ist, so dass die Rotoranordnung 11 einen Innenraum 17 umfasst, dessen Querschnitt rechtwinklig zu der Drehachse 13 in axialer Richtung ausgehend von einer Hochvakuumseite der Rotoranordnung 11 - in Fig. 1A also von oben nach unten - zunimmt. Die Hochvakuumseite der Turbomolekularpumpe, für welche die Rotoranordnung 11 vorgesehen ist, befindet sich in Fig. 1A oben. Aufgrund der glockenförmigen Ausbildung des Rotorkörpers 15 wird die Rotoranordnung 11 auch als Glockenrotor bezeichnet.

[0033] An der Außenseite des Rotorkörpers 15 umfasst die Rotoranordnung 11 mehrere Pumpstufen 19, die als pumpaktive Elemente Rotorscheiben 21 umfassen. Die Rotorscheiben 21 bilden mit jeweiligen, nicht dargestellten Statorscheiben eine jeweilige Pumpstufe der Turbomolekularpumpe, für welche die Rotoranordnung 11 vorgesehen ist. Zwischen den Rotorscheiben 21 befindet sich jeweils ein Zwischenraum 23, in welchem jeweils nach Einbau der Rotoranordnung 11 in die Turbomolekularpumpe eine Statorscheibe vorhanden ist.

[0034] In dem Zwischenraum 23 zwischen den beiden untersten Rotorscheiben 21 ist an einem Außenumfang 25 des Rotorkörpers 15 eine Armierung 27 angebracht.

Die Armierung 27 umfasst drei Lagen eines Armierungsbandes 29, das um den Außenumfang 25 des Rotorkörpers 15 dreimal vollständig um die Drehachse 13 umlaufend gewickelt ist.

[0035] Fig. 1B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 1A, in welchem die drei Lagen des Armierungsbandes 29 in dem Zwischenraum 23 zwischen den beiden untersten Rotorscheiben 21 zu erkennen sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel bilden die drei Lagen des Armierungsbandes 29 die Armierung 27 am Außenumfang 25 des Rotorkörpers 15 zwischen denjenigen zwei Rotorscheiben 21, die von der Hochvakuumseite der Rotoranordnung 11 am weitesten entfernt sind und in deren Zwischenraum 23 der Außendurchmesser des Rotorkörpers 15 größer als in allen anderen Zwischenräumen 23 ist. Die Armierung 27 befindet sich somit in einem Bereich des Rotorkörpers 15, in welchem dieser bezogen auf die anderen Zwischenräume 23 ein größeres Trägheitsmoment aufweist. Es ist vorteilhaft, die Armierung 27 zwischen den beiden untersten Rotorscheiben 21 vorzusehen, da die Armierung 27 an dieser Stelle die Festigkeit des Rotorkörpers 15 gegenüber einem Auseinanderbrechen bzw. einem Burst am meisten verbessert.

[0036] Während die Armierung 27 im Ausführungsbeispiel von Fig. 1A und 1B nur zwischen den beiden untersten Rotorscheiben 21 dargestellt ist, kann die Armierung 27 auch in weiteren Zwischenräumen 23 zwischen den Rotorscheiben 21 angeordnet sein, indem eine oder mehrere Lagen des Armierungsbandes 29 in dem jeweiligen Zwischenraum 23 um den Außenumfang 25 des Rotorkörpers 15 gewickelt werden. Es ist auch möglich, dass eine jeweilige Armierung 27 mit zumindest einer Lage des Armierungsbandes 29 in allen Zwischenräumen 23 zwischen den Rotorscheiben 21 angebracht wird.

[0037] Das Armierungsband 29 besteht aus einem flexiblen Kunststoffmaterial, das selbstklebend ist und ähnlich wie ein Paketklebeband abgerollt wird. Das Armierungsband 29 umfasst einen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK), bei dem Fasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind, um die Festigkeit des Armierungsbandes 29 zu verstärken. Zur Herstellung der Armierung 27 wird das CFK-Armierungsband 29 dreimal vollständig um die Drehachse 13 umlaufend um den Außenumfang 25 des Rotorkörpers 15 gewickelt. Durch die Armierung 27 mittels des Armierungsbandes 29 wird die Festigkeit der Rotoranordnung 11 verbessert, und es tritt eine geringere Dehnung unter der Fliehkraft bei hohen Drehzahlen auf. Dadurch kann die Rotoranordnung 11 eine höhere Nenndrehzahl als eine entsprechende Rotoranordnung ohne die Armierung 27 erreichen.

[0038] Falls im Betrieb der Turbomolekularpumpe dennoch ein Rotorcrash mit einem Auseinanderbrechen des Rotorkörpers 15 bzw. einem Burst auftreten sollte, werden die Bruchstücke des Rotorkörpers 15 durch die Armierung 27 noch für eine gewisse Zeitdauer zusammengehalten, so dass die gesamte Zeitdauer verlängert wird, über welche die kinetische Energie bzw. das Dreh-

moment der Rotoranordnung 11 auf ein Gehäuse der Turbomolekularpumpe bzw. an die Umgebung der Rotoranordnung 11 und der Turbomolekularpumpe übertragen wird. Folglich wird das Drehmoment reduziert, das bei einem Rotorcrash auf den Stator und das Gehäuse der Turbomolekularpumpe insgesamt einwirkt. Somit wird die Verletzungs- und Zerstörungsgefahr bei einem Rotorcrash durch die Armierung 27 mittels des Armierungsbandes 29 verringert.

Bezugszeichenliste

[0039]

11	Rotoranordnung
13	Drehachse
15	Rotorkörper
17	Innenraum
19	Pumpstufe
21	Rotorscheibe
23	Zwischenraum
25	Außenumfang
27	Armierung
29	Armierungsband

Patentansprüche

1. Rotoranordnung (11) für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe, mit einem Rotorkörper (15), der im Betrieb der Vakuumpumpe um eine Drehachse (13) rotiert, wobei der Rotorkörper (15) an seinem Außenumfang (25) zumindest einmal vollständig um die Drehachse (13) umlaufend mit einem Armierungsband (29) umwickelt ist.
2. Rotoranordnung (11) nach Anspruch 1, wobei das Armierungsband (29) einen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK) umfasst.
3. Rotoranordnung (11) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Rotoranordnung (11) mindestens zwei Pumpstufen (19) umfasst, die entlang der Drehachse (13) beabstandet angeordnet sind und jeweils pumpaktive Elemente (21) umfassen, welche sich an dem Außenumfang (25) des Rotorkörpers (15) befinden, und das Armierungsband (29) in einem Zwischenraum (23) angeordnet ist, welcher sich in axialer Richtung zwischen den zwei Pumpstufen (19) erstreckt.
4. Rotoranordnung (11) nach Anspruch 3, wobei die Rotoranordnung (11) mehr als zwei Pumpstufen (19) umfasst, die entlang der Drehachse

- (13) beabstandet angeordnet sind, und in mindestens zwei und insbesondere in allen Zwischenräumen (23), welche sich in axialer Richtung zwischen den Pumpstufen (19) erstrecken, jeweils ein Armierungsband (29) um den Rotorkörper (15) gewickelt ist.
- 5
5. Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Armierungsband (29) in mehreren Lagen und/oder nebeneinander an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen jeweils zumindest einmal vollständig umlaufend um den Außenumfang (25) des Rotorkörpers (15) gewickelt ist.
- 10
6. Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- 15
- der Rotorkörper (15) an seinem Außenumfang (25) an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen zumindest einmal vollständig umlaufend mit jeweiligen Armierungsbändern (29) umwickelt ist und die Anzahl der Wicklungen der jeweiligen Armierungsbänder (29) verschieden ist.
- 20
- 25
7. Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Rotorkörper (15) glockenförmig ausgebildet ist und einen Innenraum (17) aufweist, dessen Querschnitt rechtwinklig zu der Drehachse (13) in axialer Richtung ausgehend von einer Hochvakuumseite der Rotoranordnung (11) zunimmt.
- 30
8. Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Rotorkörper (15) einstückig ausgebildet ist.
- 35
9. Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Armierungsband (29) selbstklebend ist und/oder nach dem Umwickeln durch eine Einwirkung einer erhöhten Temperatur, die größer als die Umgebungstemperatur ist, mit dem Rotorkörper (15) verbunden ist.
- 40
- 45
10. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einer Rotoranordnung (11) nach einem der vorstehenden Ansprüche.
- 50
11. Verfahren zum Herstellen einer, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildeten, Rotoranordnung (11) für eine Vakuumpumpe, insbesondere für eine Turbomolekularpumpe, wobei die Rotoranordnung (11) einen Rotorkörper (15) aufweist, der im Betrieb der Vakuumpumpe um eine Drehachse (13) rotiert, wobei das Verfahren umfasst, dass der Rotorkörper (15) an seinem Außenumfang (25) zumindest einmal
- 55
- vollständig um die Drehachse (13) umlaufend mit einem Armierungsband (29) umwickelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Armierungsband (29) in mehreren Lagen und/oder nebeneinander an mehreren in axialer Richtung voneinander verschiedenen Positionen jeweils zumindest einmal vollständig umlaufend um den Außenumfang (25) des Rotorkörpers (15) gewickelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
- wobei die Rotoranordnung (11) mehr als zwei Pumpstufen (19) umfasst, die entlang der Drehachse (13) beabstandet angeordnet sind und die jeweils pumpaktive Elemente (21) umfassen, welche an dem Außenumfang (25) des Rotorkörpers (15) angeordnet sind, und wobei das Verfahren umfasst, dass in mindestens zwei und insbesondere in allen Zwischenräumen (23), welche sich in axialer Richtung zwischen den Pumpstufen (19) erstrecken, jeweils ein Armierungsband (29) um den Rotorkörper (15) gewickelt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei eine Anzahl von Wicklungen eines jeweiligen Armierungsbandes (29) in Abhängigkeit von einer Nenn-drehzahl der Rotoranordnung (11) gewählt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, das Armierungsband (29) als selbstklebendes Band um den Rotorkörper (15) gewickelt wird und/oder nach dem Umwickeln durch eine Einwirkung einer erhöhten Temperatur, die größer als die Umgebungstemperatur ist, mit dem Rotorkörper (15) verbunden wird.

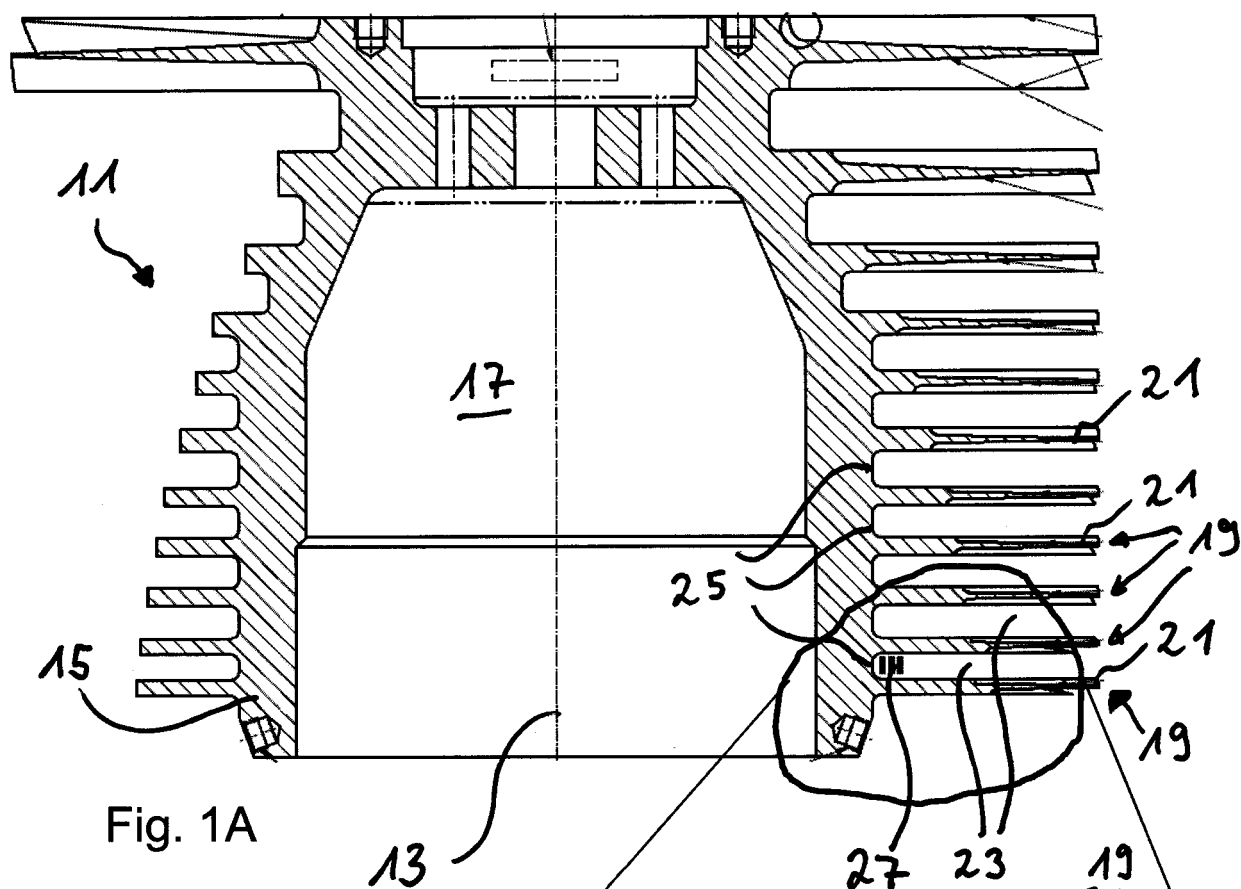
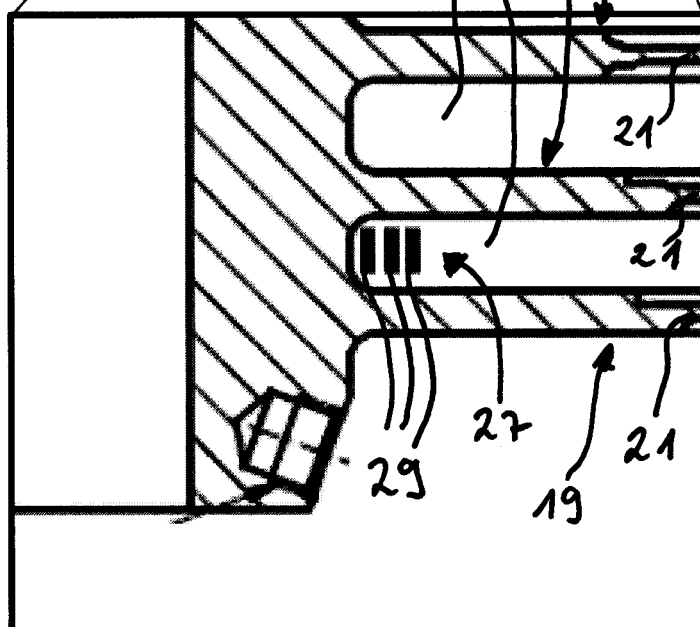


Fig. 1B





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 5315

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	DE 20 2013 006436 U1 (OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH [DE]) 22. Oktober 2014 (2014-10-22)	1-5, 7-13,15	INV. F04D29/042 F04D19/04 F04D29/02 F04D29/32
A	* Absätze [0006], [0010], [0018] - [0020], [0022] * * Ansprüche 1,2,5 * * Abbildungen 1,2 *	6,14	
X	JP 2012 145043 A (SHIMADZU CORP) 2. August 2012 (2012-08-02) * Absätze [0018], [0019], [0021] - [0023], [0028] - [0032], [0034], [0042] * * Abbildungen 1-6,8 *	1-15	
X	EP 3 085 964 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 26. Oktober 2016 (2016-10-26) * Absätze [0027], [0028], [0044] - [0048] * * Abbildungen 1-3 *	1-5, 9-13,15	
A	DE 195 25 829 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 16. Januar 1997 (1997-01-16) * Ansprüche 1-3 * * Abbildung 1 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Januar 2021	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 19 5315

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.

25-01-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202013006436 U1	22-10-2014	DE 202013006436 U1	22-10-2014
			TW 201516265 A	01-05-2015
			WO 2015007598 A1	22-01-2015
15	-----	-----	-----	-----
	JP 2012145043 A	02-08-2012	JP 5664253 B2	04-02-2015
			JP 2012145043 A	02-08-2012
	-----	-----	-----	-----
	EP 3085964 A1	26-10-2016	CN 106064291 A	02-11-2016
20			EP 3085964 A1	26-10-2016
			JP 2016205391 A	08-12-2016
	-----	-----	-----	-----
	DE 19525829 A1	16-01-1997	DE 19525829 A1	16-01-1997
			EP 0754863 A1	22-01-1997
25			US 5800128 A	01-09-1998
	-----	-----	-----	-----
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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