



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.10.2019 Patentblatt 2019/44**

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/28** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 29/66** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **19181992.9**

(22) Anmeldetag: **24.06.2019**

(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: **Mdexx GmbH**  
**28844 Weyhe (DE)**

(72) Erfinder: **Wissmann, Sebastian**  
**28201 Bremen (DE)**

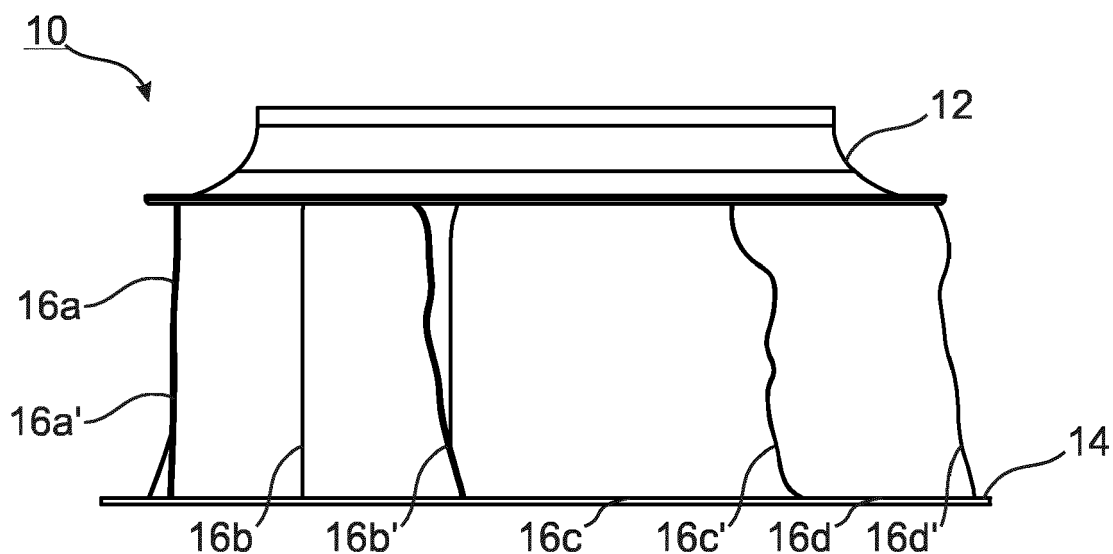
(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**  
**Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB**  
**Postfach 10 60 78**  
**28060 Bremen (DE)**

(30) Priorität: **24.04.2018 DE 102018109870**

(54) **VENTILATOR, VERFAHREN ZU DESSEN KONSTRUKTION UND VERFAHREN ZUR ABGABE VON MEDIUM**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des Ansaugens von gasförmigem Medium und dessen druckbeaufschlagter Abgabe. Um eine Lösung vorzustellen, bei der beispielsweise störende Geräusche/Frequenzbereiche in verringertem Maße auftreten, ohne dass hierzu gesonderte Dämmungsmaßnahmen oder dergleichen vorgesehen werden müssen, wird ein Ventilator mit einem rotierenden Element (10) vorgeschlagen, durch das ein gasförmiges Medium angesaugt und

druckbeaufschlagt wieder abgegeben wird, wobei das rotierende Element (10) mehrere Schaufelblätter (16a-16g) aufweist, wobei sich wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter (16a-16g) voneinander in einer Eigenschaft (16a'-16g') unterscheiden, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt (16a-16g) im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet des Ansaugens von gasförmigem Medium und dessen druckbeaufschlagter Abgabe und insbesondere das Gebiet von Ventilatoren wie Radialventilatoren, Axialventilatoren und Diagonalventilatoren.

**[0002]** Ein Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden anhand einer beispielhaften Anwendung eines Radialventilators für die Kühlung von Umrichtern durch einen Luftstrom erläutert.

**[0003]** Es wurde gefunden, dass beim Einsatz von Radialventilatoren bei vielen Umrichtervarianten im Betrieb ein unangenehmes Geräusch auftritt, das auf einen sogenannten Drehklang zurückzuführen ist.

**[0004]** Durch das Passieren jeder einzelnen Radialschaufel an umgebenden Bauteilen wie Gehäusewänden entsteht jeweils ein Einzelimpuls, der durch seine harmonische Wiederkehr einen Drehton oder Drehklang erzeugt. Dieser ist im

Frequenzspektrum deutlich zu erkennen und lässt sich mit der Formel  $f_D = \frac{n \times z}{60}$  beschreiben, wobei  $f_D$  die Grundfrequenz des Drehklangs,  $n$  die Drehzahl und  $z$  die Schaufelzahl ist.

**[0005]** Bei einem Ventilatorlaufrad mit sieben Schaufeln und einer Drehzahl von  $1450 \text{ min}^{-1}$  ist eine Grundfrequenz

des Drehklangs von ca. 170 Hz zu erwarten ( $f_D = \frac{1450 \times 7}{60} \frac{1}{\text{min}} = 169,16 \text{ Hz} \approx 170 \text{ Hz}$ ). Eine derartige Frequenz und ihre Harmonischen haben einen großen Einfluss auf den vom menschlichen Ohr wahrgenommenen Ventilatoroton.

**[0006]** Die obige Problematik ist beispielhaft für den Fall eines Radialventilators angesprochen, wobei entsprechendes etwa auch bei Axialventilatoren und Diagonalventilatoren gilt.

**[0007]** Um eine störende Wahrnehmung bei Betriebs eines Ventilators zu vermeiden und auch um generell Schallimmissionsaspekten Genüge zu tun, werden bisher Dämpfungsmaßnahmen ergriffen, die einen zusätzlichen Aufwand und damit zusätzliche Kosten mit sich bringen.

**[0008]** Ein der vorliegenden Erfindung zugrundeliegendes Ziel ist es, einen Ventilator, ein Verfahren zu dessen Konstruktion und ein Verfahren zur druckbeaufschlagten Abgabe von gasförmigem Medium bereitzustellen, bei dem die bei bekannten Lösungen auftretenden Probleme vermieden oder zumindest verringert werden.

**[0009]** Es ist daher gewünscht, eine Lösung vorzustellen, bei der beispielsweise störende Geräusche/Frequenzbereiche in verringertem Maße auftreten, ohne dass hierzu gesonderte Dämpfungsmaßnahmen oder dergleichen vorgesehen werden müssen.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird nach einem ersten Aspekt ein Ventilator vorgeschlagen, wie er in Anspruch 1 definiert ist, nämlich mit einem rotierenden Element, durch das ein gasförmiges Medium angesaugt und druckbeaufschlagt wieder abgegeben wird, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei sich wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird nach einem zweiten Aspekt ein Verfahren zur Konstruktion eines Ventilators vorgeschlagen, wie es in Anspruch 11 definiert ist, nämlich ein Verfahren zur Konstruktion eines Ventilators mit einem rotierenden Element, durch das ein gasförmiges Medium angesaugt und druckbeaufschlagt wieder abgegeben wird, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei das Verfahren ein Auslegen der Schaufelblätter in einer solchen Weise umfasst, dass sich wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

**[0012]** Erfindungsgemäß wird nach einem zweiten Aspekt ein Verfahren zur druckbeaufschlagten Abgabe von gasförmigem Medium vorgeschlagen, wie es in Anspruch 12 definiert ist, nämlich mit Ansaugen des Mediums mit einem rotierenden Element eines Ventilators, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei ein jeweiliges Schaufelblatt bei einem Passieren eines Bauteils des Ventilators bei der Rotation des rotierenden Elements einen Medienimpuls auf das Bauteil ausübt, wobei das Verfahren umfasst, dass sich die jeweilige Medienimpulse von wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter infolge dessen unterscheiden, dass sich die wenigstens zwei Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf den jeweils ausgeübten Medienimpuls hat.

**[0013]** Ein Teil des Hintergrunds der vorliegenden Erfindung findet sich in den folgenden Überlegungen.

**[0014]** Es wurde gefunden, dass durch eine konstruktive Änderung beispielsweise der Schaufelwinkel und der Schaufelaußenkontur (Abströmkante) eine Asymmetrie zu erzeugen ist, die die harmonische Ausbreitung der Geschwindigkeit nach dem Verlassen des Radiallaufrades eliminiert bzw. stört. Hierbei kann ungeachtet der fluiddynamischen Asymmetrie der Laufradgeometrie eine mechanische Symmetrie zum Massenschwerpunkt erhalten bleiben, was im Einzelnen bedeutet, dass ein Auswuchten ähnlichen bzw. sogar gleichen Voraussetzungen unterliegt wie bei einem bekannten Ventilatorlaufrad. Es darf zudem angenommen werden, dass auch im Hinblick auf etwa Festigkeit und Schwingungsausprägung bei einer entsprechenden Laufradgeometrie keine relevanten negativen Änderungen erkennbar sind. Die Verringerung der durch die aeromechanische Anregung erzeugte Schwingungsanregung der in der Umgebung befind-

lichen Bauteile bringt zudem einen Vorteil dahingehend mit sich, dass diese Bauteile damit geringeren Belastungen ausgesetzt sind.

**[0015]** Die gezielt vorgesehene Asymmetrie erlaubt damit ein verbessertes Geräuschverhalten, dass darauf zurückzuführen ist, dass sich auch die jeweiligen Einzelimpulse der individuell ausgeführten Schaufelblätter voneinander unterscheiden, so dass der bei bekannten Lösungen auftretende Drehklang in seinem Frequenzspektrum gewissermaßen "verschmiert" wird.

**[0016]** Die oben angesprochene Asymmetrie ist schon gegeben, wenn sich zwei Schaufelräder in einer der Eigenschaften unterscheiden, die Einfluss auf den von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls haben. Dies kann bedeuten, dass hinsichtlich dieser Eigenschaft alle Schaufelblätter bis auf eines identisch sind, dass sich also dieses eine der Schaufelblätter von allen anderen Schaufelblätter in dieser Eigenschaft unterscheidet. Der Unterschied zwischen zwei Schaufelrädern kann auch damit verbunden sein, dass unabhängig von diesem Unterschied eines oder mehrere Paare von Schaufelblätter (die nicht notwendigerweise benachbart zueinander angeordnet sein müssen, um in diesem Sinne als Paar angesehen zu werden) vorliegen, bei denen jeweils wenigstens ein Unterschied in einer der Eigenschaften vorhanden ist.

**[0017]** Vorzugsweise beinhaltet die Asymmetrie, dass sich bei einer gedanklichen Drehung des rotierenden Elements um einen oder zwei der Anzahl der Schaufelblätter entsprechenden Bruchteile einer vollen Umdrehung das gedanklich gedrehte rotierende Element hinsichtlich wenigstens einer Eigenschaft eines Schaufelblatts, die Einfluss auf den von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, von dem gedanklich nicht gedrehten rotierenden Element unterscheidet. Mit anderen Worten lässt sich das Schaufelblatt in seiner Ausgestaltung nicht durch eine Drehung von einem oder zwei Winkelabschnitten zwischen zwei benachbarten Schaufelblättern auf sich selbst abbilden. In einem Fall eines herkömmlichen, symmetrischen Laufrads mit sechs identischen Schaufelblättern, die in gleichen Intervallen angeordnet sind, ergibt sich eine Abbildung auf sich selbst bei jeder (gedanklichen) Drehung um 60°. Vorzugsweise führt bei einem erfindungsgemäßen Ventilator lediglich eine volle (gedankliche) Umdrehung dazu, dass das rotierende Element auf sich selbst abgebildet wird.

**[0018]** Es hier darauf hingewiesen, dass die hier dargestellten Überlegungen und Merkmale für jede Art von Ventilatoren gelten, auch wenn die vorliegende Erfindung vornehmlich anhand des Beispieltypus eines Radialventilators beschrieben und illustriert ist. Dem Fachmann sollte klar sein, dass die Ausführungen jeweils direkt oder in analoger Weise auch für andere Arten von Ventilatoren gelten, so dass die Erfindung nicht auf Radialventilatoren beschränkt zu verstehen ist.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines Aspekts der Erfindung umfasst die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, eine Kontur und/oder Neigung einer Abströmkante des Schaufelblatts, eine Kontur und/oder Neigung einer Eintrittskante des Schaufelblatts, einen Versatz einer Anordnung des Schaufelblatts gegenüber einer durch eine Rotationssymmetrie des rotierenden Elements gegebenen Ausgangsanordnung umfasst, wobei die Rotationssymmetrie einer Anzahl an Schaufelblättern des rotierenden Elements entspricht, und/oder eine Oberflächenkontur des Schaufelblatts.

**[0020]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden insbesondere die Ausgestaltungen der Abströmkante und der Eintrittskante der Schaufelblätter, die Anordnung des Schaufelblatts (relativ zu einer durch eine Rotationssymmetrie vorgegebenen Ausgangsanordnung) und/oder die jeweiligen Oberflächenkonturen der Schaufelblätter in Betracht gezogen.

**[0021]** Die Oberflächenkonturen eines Schaufelblatts werden bereits bei bekannten Lösungen gegenüber einer vergleichsweise einfach gekrümmten Oberfläche modifiziert. Anders als bei der vorliegenden Erfindung ist hierbei allerdings vorgesehen, dass alle Schaufelblätter in der gleichen Weise modifiziert werden, etwa durch Vorsehen von Vertiefungen, erhabenen Bereichen, Abweichungen in der Krümmung und dergleichen. Soweit die Oberflächenkontur Teil der Eigenschaft bzw. Eigenschaftsgruppe ist, die im Rahmen der Erfindung bei wenigstens zwei Schaufelblättern voneinander abweichen, kann diese Abweichung ebenso darin bestehen, dass eines der Schaufelblätter eine altbekannte Oberflächenkontur ohne Modifikation aufweist, während das bzw. die anderen Schaufelblätter modifizierte Oberflächenkonturen aufweisen, wie darin bestehen, dass die betroffenen Schaufelblätter jeweils eigene, voneinander abweichende Modifikationen aufweisen.

**[0022]** Bei bekannten Anordnungen von Schaufelblättern eines Ventilators besteht jeweils eine Rotationssymmetrie entsprechend der Anzahl von Schaufelblättern, so dass etwa ein Querschnitt eines Ventilators mit sechs Schaufelblättern bei einer Drehung um 60° um die Rotationsachse wieder mit sich zusammenfällt. Die Anordnung umfasst hierbei insbesondere die eigentliche Position des Schaufelblatts also auch die Orientierung des Schaufelblatts.

**[0023]** Es wird angenommen, dass - neben der Ausrichtung und Positionierung des Schaufelblatts - die Kontur der Abströmkante des Schaufelblatts besonders starken Einfluss auf den Medienimpuls hat, der durch das Passieren dieser Kante an einem Bauteil des Ventilators verursacht wird. Es wurde gefunden, dass neben der Kontur auch die Neigung dieser Kante als zu variierende Eigenschaft nutzbar ist. Bei bekannten Radialventilatoren sind beispielsweise die Abströmkanten parallel zur Rotationsachse angeordnet. Bei einer Schrägstellung des Ausblasquerschnitts ergibt sich jeweils eine Verzögerung des Aufprallwinkels der Strömung. Vorzugsweise liegt die Neigung - bei modifizierter Kontur

der Kante ggf. über die Ausdehnung der Kante gemittelt - in einem Bereich von 5° bis 15°, besonders bevorzugt in einem Bereich von 8° bis 12°.

**[0024]** Ähnlich wie bei der Abströmkante kann auch die Unterscheidung der Schaufelblätter in der Eintrittskante bestehen.

**[0025]** In einer bevorzugten Variante der obigen Ausgestaltung umfasst die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, die Kontur der Abströmkante des Schaufelblatts, wobei sich die wenigstens zwei Schaufelblätter hinsichtlich einer Abweichung der Kontur ihrer jeweiligen Abströmkante gegenüber einer gegebenen Ausgangsabströmkontur unterscheiden.

**[0026]** Als gegebene Ausgangsabströmkontur, also als Referenz zur Quantifizierung einer Abweichung oder Unterscheidung zwischen Schaufelblättern, kann bei einem Radialventilator beispielsweise eine lineare Kante mit einem geradlinigen Verlauf parallel zur Rotationsachse angenommen werden, ggf. auch eine geneigte lineare Kante. Es ist hierbei zu bemerken, dass die Ausgangsabströmkontur lediglich als Vergleichsmaßstab dient, ohne dass eine solche Ausgangsabströmkontur etwa bei der Herstellung des Schaufelblatts vorhanden gewesen sein müsste. Die Ausgangskontur ist allerdings, insbesondere angesichts der bei jeweiligen Ventilatorenausgestaltungen vorherrschenden Schaufelblattkonturen, nicht auf eine lineare Form beschränkt.

**[0027]** In einer weiteren bevorzugten Variante der obigen Ausgestaltung umfasst die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, die Kontur der Eintrittskante des Schaufelblatts, wobei sich die wenigstens zwei Schaufelblätter hinsichtlich einer Abweichung der Kontur ihrer jeweiligen Eintrittskante gegenüber einer gegebenen Ausgangseintrittskontur unterscheiden.

**[0028]** Entsprechendes zu den obigen Ausführungen zur Abströmkante gilt auch für die Eintrittskante.

**[0029]** In einer weiteren bevorzugten Variante der obigen Ausgestaltung variiert die Abweichung der Kontur der Abströmkante und/oder der Eintrittskante wenigstens eines Schaufelblatts von der Ausgangsabströmkontur bzw. der Ausgangseintrittskontur über die Ausdehnung der Abströmkante bzw. der Eintrittskante, wobei eine maximale Abweichung in einer Richtung wenigstens 1/150 der Schaufelblattlänge und eine maximale Abweichung in einer der Richtung entgegengesetzten Richtung wenigstens 1/150 der Schaufelblattlänge beträgt.

**[0030]** Die Abweichung der Kontur der Kante(n) kann ihrerseits regelmäßig sein (z.B. in Form einer Wellenlinie oder Zackenform), wobei eine Unregelmäßigkeit jedoch bevorzugt wird. Die Größe der Abweichung ist hierbei so vorgesehen, dass eine relevante Auswirkung auf den Medienimpuls vorhanden ist, so dass eine mikroskopische Rauigkeit (etwa durch die Herstellung bedingt) der Kante noch nicht als Abweichung zu verstehen ist.

**[0031]** In einer bevorzugten Variante der obigen Ausgestaltung betragen die maximale Abweichung in der Richtung weniger als 1/15 der Schaufelblattlänge und die maximale Abweichung in der entgegengesetzten Richtung weniger als 1/15 der Schaufelblattlänge.

**[0032]** Vorzugsweise weicht die Kontur von der gedanklich als Referenz genutzten Ausgangskontur so ab, dass die maximale Abweichung in dem durch die obigen Werte bestimmten Bereich liegt. Insbesondere bei einer unregelmäßigen Ausgestaltung der Kante(n) kann vorgesehen sein, dass die Abweichung gegenüber einer geneigten Ausgangskontur im Mittel gegen Null geht.

**[0033]** In einer weiteren bevorzugten Variante der obigen Ausgestaltung umfasst die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, den Versatz der Anordnung des Schaufelblatts gegenüber einer durch eine Rotationssymmetrie des rotierenden Elements gegebenen Ausgangsanordnung, wobei der Versatz der Anordnung eine Orientierung und/oder eine Positionierung des Schaufelblatts umfasst.

**[0034]** Durch eine die Symmetrie durchbrechende Anordnung der Schaufelblätter kann ebenfalls in gewünschter Weise Einfluss auf die Medienimpulse genommen werden, die durch die Schaufelblätter bei einer Passage an einem anderen Bauteil des Ventilators bewirkt werden. Hierbei kann eine Anordnung eines Schaufelblatts gegenüber einer (gedanklich angenommenen) herkömmlichen Anordnung beispielsweise bei einem Radialventilator einerseits dadurch verändert werden, dass das Schaufelblatt um eine Achse gedreht ist, die parallel zur Rotationsachse liegt, also in seiner Orientierung abweicht. Eine andere Veränderung kann damit beschrieben werden, dass das Schaufelblatt in der durch das Laufrad des Radialventilators definierten Ebene versetzt angeordnet ist. Vorzugsweise sind Versatz in der Ebene und Änderung der Orientierung miteinander kombiniert.

**[0035]** In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung eines Aspekts der Erfindung unterscheidet sich jedes Schaufelblatt der mehreren Schaufelblätter von jedem anderen Schaufelblatt der mehreren Schaufelblätter in wenigstens einer Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

**[0036]** Je mehr jeweiligen Abweichungen zwischen den Schaufelblättern bestehen, desto größer ist die "Verschmierung" des Drehklangs über ein breites Spektrum, so dass der entsprechende Ton weniger wahrnehmbar wird.

**[0037]** In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung eines Aspekts der Erfindung ist der Ventilator ein Radialventilator oder ein Diagonalventilator und umfasst das rotierenden Element eine Tragscheibe und/oder eine Deckscheibe, wobei eine Außenkontur der Tragscheibe und/oder der Deckscheibe gegenüber einem Kreis eine über den Umfang variierende

Abweichung aufweist, wobei eine maximale Abweichung nach außen wenigstens  $1/150$  des Scheibendurchmessers und eine maximale Abweichung nach innen wenigstens  $1/150$  des Scheibendurchmessers beträgt.

**[0038]** Zum Einen wurde gefunden, dass neben den Schaufelblättern auch die Tragscheibe und die Deckscheibe eines Radialventilatorlaufrads zum Drehklang beitragen, so dass die Erfindung hier beinhalten kann, durch eine entsprechende Ausgestaltung der Kontur Einfluss auf den Drehklang zu nehmen. Zum anderen kann durch eine Anpassung der Deckscheibe und/oder Tragscheibe eine Kompensation einer durch Abweichungen der Schaufelblätter gegeneinander auftretenden Unwucht der Schaufelblattanordnung erreicht werden.

**[0039]** In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung eines Aspekts der Erfindung sind Variationen von Bestandteilen des rotierenden Elements so dimensioniert, dass ein Massenschwerpunkt des rotierenden Elements mit einer Rotationsachse des rotierenden Elements zusammenfällt.

**[0040]** Die dazu genutzten Variationen der Dimensionierung, dass der Massenschwerpunkt des rotierenden Elements mit der Rotationsachse zusammenfällt (also dass keine Unwucht auftritt), sind nicht auf die zuvor angesprochenen Abweichungen etwa der Schaufelblätter gegeneinander beschränkt. So können beispielsweise auch Variationen vorgesehen sein, die keine oder nur eine geringe Auswirkung auf den Drehklang haben, beispielsweise die Materialdicke der Schaufelblätter (im Vergleich von Schaufelblättern miteinander oder innerhalb eines Schaufelblatts)

**[0041]** Merkmale vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind insbesondere in den Unteransprüchen definiert, wobei weitere vorteilhafte Merkmale, Ausführungen und Ausgestaltungen für den Fachmann zudem aus den obigen Erläuterung und der folgenden Diskussion zu entnehmen sind.

**[0042]** Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen weiter illustriert und erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Radialventilators zur Illustration einer Geräuschentwicklung im Betrieb.

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Laufrads als einem Aspekt einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators.

Fig. 3 Ansichten von Schaufelblättern des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist.

Fig. 4 weitere Ansichten des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist.

Fig. 5 zu Fig. 4 vergleichbare Ansichten eines herkömmlichen Laufrads.

Fig. 6 eine Abströmkante eines Schaufelblatts eines Ventilators gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform im Detail und im Vergleich zu einem herkömmlichen Schaufelblatt.

Fig. 7 eine Aufsicht auf eine Tragscheibe eines Laufrades einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators.

Fig. 8 ein Laufrad einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators mit der Tragscheibe aus Fig. 7.

Fig. 9 ein Schaufelblatt gemäß einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventilators.

Fig. 10 das Schaufelblatt aus Fig. 9 in einem Einbauszustand in einem Laufrad.

Fig. 11 Ansichten einer Deckscheibe einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventilators.

Fig. 12 eine Ansicht eines Laufrads mit der Deckscheibe aus Fig. 11.

Fig. 13 eine weitere Darstellung des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist.

Fig. 14 schematisch ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Konstruktion eines Ventilators illustriert.

Fig. 15 schematisch ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur druckbeaufschlagten Abgabe von gasförmigem Medium illustriert.

**[0043]** In den beiliegenden Zeichnungen sowie den Erläuterungen zu diesen Zeichnungen sind einander entsprechende bzw. in Beziehung stehende Elemente - soweit zweckdienlich - mit jeweils entsprechenden oder ähnlichen Bezugszeichen gekennzeichnet, auch wenn sie in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen zu finden sind.

**[0044]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Radialventilators zur Illustration einer Geräuschentwicklung im Betrieb. Fig. 1a und Fig. 1b zeigen hierbei das Geschwindigkeitsprofil im Gehäuse und nach dem Schaufelaustritt.

**[0045]** Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Laufrads als einem Aspekt einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators. Der Ventilator ist ein Radialventilator, wobei das Laufrad 10 eine Tragscheibe 12 und eine Deckscheibe 14 aufweist, zwischen denen Schaufelblätter 16a, 16b, 16c, 16d, 16e angebracht sind. Der Fachmann ist mit dem grundsätzlichen Aufwand eines Laufrads und auch den weiteren Elementen eines Ventilators (hier Radialventilators) vertraut, so dass hierzu keine weitere Erläuterung nötig ist.

**[0046]** Da die Darstellung von Fig. 2 das Laufrad 10 von der Seite zeigt, sind nicht alle Schaufelblätter zu erkennen.

**[0047]** Die Schaufelblätter weisen jeweils eine Abströmkante 16a', 16b', 16c', 16d' auf.

**[0048]** Fig. 3 illustriert Ansichten von Schaufelblättern des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist. Die Schaufelblätter 16a-16g weisen auf der in der Darstellung von Fig. 3 linken Seite die jeweilige Abströmkante 16a'-16g' auf. Die der Tragscheibe und der Deckscheibe (hier nicht dargestellt) zugewandten Kanten sind hierbei herkömmlich ausgestaltet. In dieser Ausführungsform sind auch die Eintrittskanten 16a"-16g" (jeweils in der Darstellung von Fig. 3 rechts) her-

kömmlich ausgeführt.

**[0049]** In Fig. 3 ist zu erkennen, dass die Abströmkanten 16a'-16g' der Schaufelblätter 16a-16g jeweils eine Kontur aufweisen, die sich für jede Abströmkante von allen Abströmkanten der anderen Schaufelblätter unterscheidet. Mit anderen Worten sind alle Abströmkanten 16a'-16g' paarweise voneinander unterschiedlich.

**[0050]** Die Unterschiedlichkeit ergibt sich hierbei so, dass die Konturen in einer Größenordnung oberhalb (vorzugsweise deutlich oberhalb) von an sich unvermeidlichen Schwankungen einer Bauteilgeometrie (auf einer ausreichend kleinen Skala lassen sich für ansonsten vermeintlich identische Bauteile insbesondere herstellungsbedingt immer Unterschiede identifizieren) unterschiedlich in dem Sinne sind, dass etwa bei einem Übereinanderlegen der Konturlinien zweier Abströmkanten diese Linien nicht, oder zumindest nicht vollständig, in Deckung zu bringen sind. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann die Kontur vorzugsweise so ausgestaltet sein, dass die Kante von der Tragscheibe bis zur Deckscheibe gegenüber einer gedanklich vorgestellten "Mittellinie" im Rahmen der Stetigkeit der Kante zufällige oder zumindest pseudo-zufällige Vor- bzw. Rücksprünge darstellt. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass ein Kantenverlauf zur eine Regel oder eine mathematische Funktion beschrieben werden kann, wobei sich dann allerdings noch immer vorzugsweise alle Schaufelblätterkanten jeweils voneinander unterscheiden, sei es durch Anwendung unterschiedlicher Regeln oder Funktionen und/oder durch Ansetzen unterschiedlicher Parameter für eine gleiche Regel oder Funktion. Hier sei nochmals erwähnt, dass, auch wenn es als besonders vorteilhaft erkannt wurde, die Schaufelblätter jeweils paarweise unterschiedlich auszugestalten, so dass kein Schaufelblatt im Wesentlichen identisch zu einem der anderen Schaufelblätter ist (wie dies herkömmlich der Fall ist), die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist. Selbst wenn bereits nur ein Paar von Schaufelblättern vorgesehen ist, die sich voneinander unterscheiden, können Vorteile der vorliegenden Erfindung realisiert werden.

**[0051]** Fig. 4 illustrierte weiteren Ansichten des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist. Fig. 4a zeigt eine Aufsicht des Laufrads 10 bei entfernter Deckscheibe, so dass die Lage und Orientierung der Schaufelblätter 16a-16g auf der Tragscheibe 12 zu erkennen ist.

**[0052]** Als Folge der jeweils unterschiedlichen Konturen der Abströmkanten 16a'-16g' der Schaufelblätter 16a-16g weisen die Schaufelblätter auch eine jeweils zueinander unterschiedliche Massenverteilung auf. Um hierbei dennoch zu erreichen, dass der Massenschwerpunkt in für den Fachmann ausreichender Weise mit der Rotationsachse des Laufrads 10 zusammenfällt (das Laufrad 10 also keine oder allenfalls eine vernachlässigbare oder zulässige Unwucht aufweist) sind die Schaufelblätter 16a-16g bei jeweils im wesentlichen senkrechter Ausrichtung gegenüber einer durch die Tragscheibe definierten Ebene und einem jeweiligen äußeren Ende an entsprechenden Intervallpositionen jeweils um eine Achse parallel zur Rotationsachse des Laufrads 10 geschwenkt, so dass sich der Massenschwerpunkt des Laufrads 10 (dann mit Deckscheibe 14) an einer gewünschten Position befindet.

**[0053]** Die Ausgestaltung der Kontur der Abströmkante 16a"-16g" und die Anordnung des jeweiligen Schaufelblatts stehen hierbei miteinander in Beziehung. Um bei einer Montage eine Vertauschung von Bauteilen zu vermeiden, kann vorgesehen werden, dass die Schaufelblätter 16a-16g und die Tragscheibe 12 (bzw. die Deckscheibe 14, wenn die Schaufelblätter zunächst an der Deckscheibe 14 angebracht werden sollen) miteinander kodiert sind. Dies kann zum Beispiel dadurch erreicht werden, dass die Schaufelblätter eindeutig angeordnete und/oder kombinierte Fortsätze aufweisen und die Tragscheibe jeweils an den entsprechenden Positionen mit passenden Schlitzen zur Aufnahme der Fortsätze versehen ist (siehe auch Fig. 7).

**[0054]** Fig. 5 zeigt zu Fig. 4 vergleichbare Ansichten eines herkömmlichen Laufrads. In der Darstellung von Fig. 5a ist zu erkennen, dass das herkömmliche Laufrad eine Symmetrie gegenüber einer Rotation um 60° aufweist. Ähnliches gilt für Fig. 5b.

**[0055]** Fig. 6 zeigt eine Abströmkante eines Schaufelblatts eines Ventilators gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform im Detail und im Vergleich zu einem herkömmlichen Schaufelblatt.

**[0056]** Das in Fig. 6a gezeigte Schaufelblatt 16, das zwischen der Tragscheibe 12 und der Deckscheibe 14 des rotierenden Elements des Ventilators angeordnet ist, besitzt eine Abströmkante 16a', die sich zunächst von einer entsprechenden Abströmkante eines Schaufelblatts eines herkömmlichen Ventilators (Fig. 6b) durch ihre Unregelmäßigkeit unterscheidet. Hinzukommt, dass eine Mittellinie 18, die eine geradlinige Mittelung der Kontur der Abströmkante 16a' von deren Kontakt mit der Tragscheibe 12 zu deren Kontakt mit der Deckscheibe 14 darstellt, gegenüber einer senkrechten Verbindung zwischen Tragscheibe 12 und Deckscheibe 14 (parallel zur Rotationsachse des Laufrads) geneigt ist. Auch wenn vorgesehen sein kann, dass diese Mittellinie und die Kontur an den jeweiligen Enden miteinander zusammenfallen, ist dieses Merkmal nicht notwendig für die Erfindung.

**[0057]** Fig. 7 zeigt eine Aufsicht auf eine Tragscheibe eines Laufrades einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators.

**[0058]** Die Tragscheibe 12' dieser Ausführungsform weist einen unregelmäßigen Umfang auf, der in Fig. 7 im Vergleich zu einem annähernd kreisförmigen Umfang 20 illustriert ist. Anhand dieses regelmäßigen Umfangs 22 ist die Unregelmäßigkeit der Tragscheibe 12' einfach zu erkennen. Eine derartige Ausführung der Außenkontur der Tragscheibe 12' führt dazu, dass ein von der Tragscheibe 12' bei der Rotation des Laufrads mit dieser Tragscheibe verursachter Medienimpuls an Kontinuität und/oder Regelmäßigkeit verliert, so dass damit weniger störende Geräusche entstehen.

**[0059]** In der Darstellung von Fig. 7 sind zudem in der Tragscheibe 12' vorgesehene Montageschlitze 20 zu erkennen, die zur Aufnahme entsprechender Fortsätze der Schaufelblätter bei der Montage des Laufrads dienen, wobei diese Montageschlitze 20 bei entsprechender Anordnung, Ausdehnung und/oder Form dazu dienen können, dass die Schaufelblätter nur in einer vorbestimmten Weise und Anordnung montiert werden können. Damit kann zum Beispiel vermieden werden, dass durch ein irrtümliches Vertauschen zweier unregelmäßiger Schaufelblätter eine Unwucht in das Laufrad eingebracht wird.

**[0060]** Fig. 8 zeigt ein Laufrad einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Ventilators mit der Tragscheibe aus Fig. 7. In Fig. 8 ist die Tragscheibe 12' als Teil eines Laufrads 10' zusammen mit Schaufelblättern vergleichbar zu Fig. 2 und Fig. 3 und einer Deckscheibe 14 gezeigt.

**[0061]** Fig. 9 illustriert ein Schaufelblatt gemäß einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventilators. Das Schaufelblatt 16h ist, ähnlich wie die oben diskutierten Schaufelblätter 16a-16g, mit einer unregelmäßig geformten Kontur einer Abströmkante 16h' und Fortsätzen 24 (passend zu entsprechenden Montageschlitzen einer Tragscheibe, siehe z.B. Fig. 7) versehen. Zusätzlich ist auch die Eintrittskante 26 des Schaufelblatts 16h mit einer unregelmäßigen Kontur ausgestattet, die ebenfalls dazu beiträgt, eine störende Geräuscentwicklung zu vermindern.

**[0062]** Fig. 10 illustriert das Schaufelblatt aus Fig. 9 in einem Einbauzustand in einem Laufrad. In der Seitenansicht des Laufrads 10" ist das Schaufelblatt 16h, das in Fig. 9 illustriert ist, im montierten Zustand zwischen der Tragscheibe 12 und der Deckscheibe 14 des Laufrads 10" dargestellt.

**[0063]** Fig. 11 zeigt Ansichten einer Deckscheibe einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ventilators. Fig. 11a zeigt hierbei die Deckscheibe 14' in einer Aufsicht und Fig. 11b zeigt die Deckscheibe 14' in einer perspektivischen Ansicht. Zur Illustration der Unregelmäßigkeit der Außenkontur der Deckscheibe 14' ist, ähnlich wie bei Fig. 7 auch hier wieder ein regelmäßiger Umfang 22' als Referenz mit dargestellt.

**[0064]** Fig. 12 zeigt eine Ansicht eines Laufrads mit der Deckscheibe aus Fig. 11. Das Laufrad 10" weist, wie schon das in Fig. 8 illustrierte Laufrad 10" die Tragscheibe 12' mit einem unregelmäßigen Umfang auf, wobei das Laufrad 10" zudem mit Schaufelblättern mit unregelmäßigen Abströmkantenkonturen und wenigstens einem Schaufelblatt 16g mit einer unregelmäßigen Abströmkante und einer unregelmäßigen Eintrittskante (siehe Fig. 9) versehen ist. Das Laufrad 10" weist ferner die Deckscheibe 14' auf, die in Fig. 11a und Fig. 11b dargestellt ist.

**[0065]** Fig. 13 zeigt eine weitere Darstellung des Laufrads, das in Fig. 2 illustriert ist. Das Laufrad 10 umfasst, wie bereits oben diskutiert die Tragscheibe 12, mehrere Schaufelblätter 16a-16g (das Schaufelblatt 16d ist in der Darstellung von Fig. 13 durch die Deckscheibe 14 verdeckt) und die Deckscheibe 14.

**[0066]** Es ist zu bemerken, dass die dargestellten Konturen der Abströmkanten, der Eintrittskante, der Tragscheibe und der Deckscheibe jeweils lediglich zur Illustration dienen sollen, ohne dass die Erfindung auf die konkreten Formen beschränkt sein soll.

**[0067]** Fig. 14 zeigt schematisch ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Konstruktion eines Ventilators illustriert.

**[0068]** In Schritt 101 erfolgt zunächst eine Gestaltung zweier Schaufelblätter, wobei in diesem Schritt die Abströmkanten, die Eintrittskanten und/oder die Oberflächenkonturen jeweils so ausgelegt werden, dass sie sich voneinander unterscheiden.

**[0069]** In Schritt 103 erfolgt eine Gestaltung zunächst eines weiteren Schaufelblatts, wobei dieses Schaufelblatt wiederum so ausgelegt wird, dass es sich hinsichtlich zumindest eines Aspekts (Abströmkantenkontur, Eintrittskantenkontur und/oder Oberflächenkontur) von allen bisher ausgelegten Schaufelblättern unterscheidet. Dieser Schritt wird solange wiederholt, bis die vorgesehene Anzahl an Schaufelblättern ausgelegt ist.

**[0070]** In Schritt 105 werden die Positionen und Orientierungen der Schaufelblätter zunächst vorläufig bestimmt, wobei diese Positionierungen und/oder Orientierungen in Schritt 107 iterativ solange angepasst werden, bis eine gewünschte Reduktion einer ggf. durch die unterschiedlichen Ausgestaltungen der Schaufelblätter an sich bewirkten Unwucht erreicht ist und damit die Konstruktion des Ventilators in dieser Hinsicht als abgeschlossen angesehen werden kann.

**[0071]** Es ist zu verstehen, dass das oben beschriebene Verfahren lediglich eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt. Es ist insbesondere möglich, die Reihenfolge der einzelnen Auslegungsschritte abzuwandeln und auch die jeweiligen Abhängigkeiten zu ändern. So ist es beispielsweise möglich, zunächst eine Positionierung und Orientierung der Schaufelblätter vorzusehen, bei der unter der Annahme bestimmter Bedingungen für die konkrete Ausführung der jeweiligen Schaufelblätter eine unerwünschte Unwucht in ausreichendem Maße vermieden wird, wobei dann die jeweiligen Konturen der Schaufelblätter unter Berücksichtigung der obigen Bedingungen bestimmt werden. Eine Anpassung der Orientierung und/oder Positionierung der Schaufelblätter kann unter Umständen dadurch unnötig werden oder ergänzt werden, dass die Außenkonturen der Tragscheibe und/oder der Deckscheibe angepasst werden, wobei diese Anpassung vorteilhafterweise eine unregelmäßige Anpassung ist, wie sie beispielsweise in den Fig. 7, 8, 11 und 12 illustriert ist.

**[0072]** Fig. 15 zeigt schematisch ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur druckbeaufschlagten Abgabe von gasförmigem Medium illustriert.

**[0073]** In Schritt 111 wird der Ventilator in Betrieb genommen und beginnt damit, Medium anzusaugen und unter

Beaufschlagung von Druck abzugeben.

**[0074]** Hierbei rotiert das rotierende Element des Ventilators, so dass die verschiedenen Schaufelblätter des rotierenden Elements nacheinander an einem Bauteil des Ventilators vorbeilaufen. Diese jeweiligen Passagen sind durch die Schritte 113, 115 und 117 illustriert, wobei diese Abfolge von Schritten wiederholt wird, solange bis der Ventilator abgeschaltet wird (Schritt 119).

**[0075]** Durch die Ausgestaltung der Schaufelblätter unterscheiden sich die Medienimpulse, die jeweils mit den Passagen 113, 115 und 117 (hier sind willkürlich lediglich drei Passagen adressiert, ohne dass dies als Beschränkung verstanden werden soll) auf das Bauteil verbunden sind, so dass sich diese Medienimpulse nicht gemeinsam zu einem störenden Geräusch verbinden können.

**[0076]** Auch wenn in den Figuren verschiedene Aspekte oder Merkmale der Erfindung jeweils in Kombination gezeigt sind, ist für den Fachmann - soweit nicht anders angegeben - ersichtlich, dass die dargestellten und diskutierten Kombinationen nicht die einzig möglichen sind. Insbesondere können einander entsprechende Einheiten oder Merkmalskomplexe aus unterschiedlichen Ausführungsbeispielen miteinander ausgetauscht werden.

## Bezugszeichenliste

### [0077]

10, 10', 10", 10'''	Laufgrad
12, 12'	Tragscheibe
14, 14'	Deckscheibe
16a-16h	Schaufelblatt
16a'-16h'	Abströmkante
18	Mittellinie
20	Montageschlitze
22, 22'	regelmäßiger Umfang
24	Fortsatz
26	Eintrittskante
101	Gestaltung zweier Schaufelblätter
103	Gestaltung weiterer Schaufelblätter
105	Bestimmung von Positionen und Orientierungen
107	Anpassung von Positionen und/oder Orientierungen
111	Inbetriebnahme
113, 115, 117	Passage
119	Abschaltung

## Patentansprüche

**1.** Ventilator mit einem rotierenden Element, durch das ein gasförmiges Medium angesaugt und druckbeaufschlagt wieder abgegeben wird, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei sich wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

**2.** Ventilator nach Anspruch 1, wobei die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat,

- eine Kontur und/oder Neigung einer Abströmkante des Schaufelblatts umfasst,
- eine Kontur und/oder Neigung einer Eintrittskante des Schaufelblatts umfasst,
- einen Versatz einer Anordnung des Schaufelblatts gegenüber einer durch eine Rotationssymmetrie des rotierenden Elements gegebenen Ausgangsanordnung umfasst, wobei die Rotationssymmetrie einer Anzahl an Schaufelblättern des rotierenden Elements entspricht, und/oder
- eine Oberflächenkontur des Schaufelblatts umfasst.

**3.** Ventilator nach Anspruch 2,



wobei die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, die Kontur der Abströmkante des Schaufelblatts umfasst, wobei sich die wenigstens zwei Schaufelblätter hinsichtlich einer Abweichung der Kontur ihrer jeweiligen Abströmkante gegenüber einer gegebenen Ausgangsabströmkontur unterscheiden.

4. Ventilator nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, die Kontur der Eintrittskante des Schaufelblatts umfasst, wobei sich die wenigstens zwei Schaufelblätter hinsichtlich einer Abweichung der Kontur ihrer jeweiligen Eintrittskante gegenüber einer gegebenen Ausgangseintrittskontur unterscheiden.

5. Ventilator nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Abweichung der Kontur der Abströmkante und/oder der Eintrittskante wenigstens eines Schaufelblatts von der Ausgangsabströmkontur bzw. der Ausgangseintrittskontur über die Ausdehnung der Abströmkante bzw. der Eintrittskante variiert, wobei eine maximale Abweichung in einer Richtung wenigstens 1/150 einer Schaufelblattlänge und eine maximale Abweichung in einer der Richtung entgegengesetzten Richtung wenigstens 1/150 der Schaufelblattlänge beträgt.

6. Ventilator nach Anspruch 5, wobei die maximale Abweichung in der Richtung weniger als 1/15 der Schaufelblattlänge beträgt und die maximale Abweichung in der entgegengesetzten Richtung weniger als 1/15 der Schaufelblattlänge beträgt.

7. Ventilator nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die Eigenschaft, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat, den Versatz der Anordnung des Schaufelblatts gegenüber einer durch eine Rotationssymmetrie des rotierenden Elements gegebenen Ausgangsanordnung umfasst, wobei der Versatz der Anordnung eine Orientierung und/oder eine Positionierung des Schaufelblatts umfasst.

8. Ventilator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich jedes Schaufelblatt der mehreren Schaufelblätter von jedem anderen Schaufelblatt der mehreren Schaufelblätter in wenigstens einer Eigenschaft unterscheidet, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

9. Ventilator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Ventilator ein Radialventilator oder ein Diagonalventilator ist und das rotierenden Element eine Tragscheibe und/oder eine Deckscheibe umfasst, wobei eine Außenkontur der Tragscheibe und/oder der Deckscheibe gegenüber einem Kreis eine über den Umfang variierende Abweichung aufweist, wobei eine maximale Abweichung nach außen wenigstens 1/150 eines Scheibendurchmessers und eine maximale Abweichung nach innen wenigstens 1/15 des Scheibendurchmessers beträgt.

10. Ventilator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Variationen von Bestandteilen des rotierenden Elements so dimensioniert sind, dass ein Massenschwerpunkt des rotierenden Elements mit einer Rotationsachse des rotierenden Elements zusammenfällt.

11. Verfahren zur Konstruktion eines Ventilators mit einem rotierenden Element, durch das ein gasförmiges Medium angesaugt und druckbeaufschlagt wieder abgegeben wird, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

Auslegen der Schaufelblätter in einer solchen Weise, dass sich wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf einen von dem jeweiligen Schaufelblatt im Betrieb auf ein Bauteil des Ventilators ausgeübten Medienimpuls hat.

12. Verfahren zur druckbeaufschlagten Abgabe von gasförmigem Medium, mit:

Ansaugen des Mediums mit einem rotierenden Element eines Ventilators, wobei das rotierende Element mehrere Schaufelblätter aufweist, wobei ein jeweiliges Schaufelblatt bei einem Passieren eines Bauteils des Ventilators bei der Rotation des rotierenden Elements einen Medienimpuls auf das Bauteil ausübt,

## EP 3 561 309 A1

wobei das Verfahren umfasst, dass sich die jeweilige Medienimpulse von wenigstens zwei der mehreren Schaufelblätter infolge dessen unterscheiden, dass sich die wenigstens zwei Schaufelblätter voneinander in einer Eigenschaft unterscheiden, die Einfluss auf den jeweils ausgeübten Medienimpuls hat.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

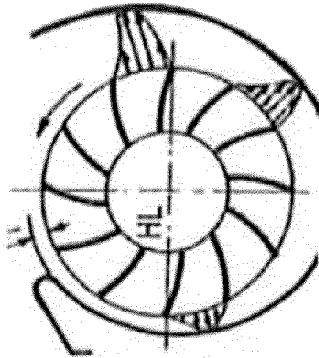


Fig. 1a

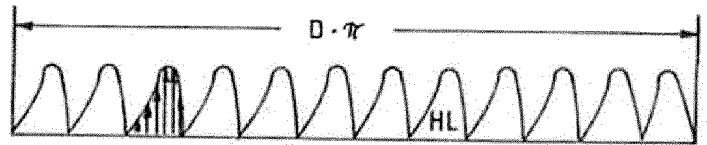


Fig. 1b

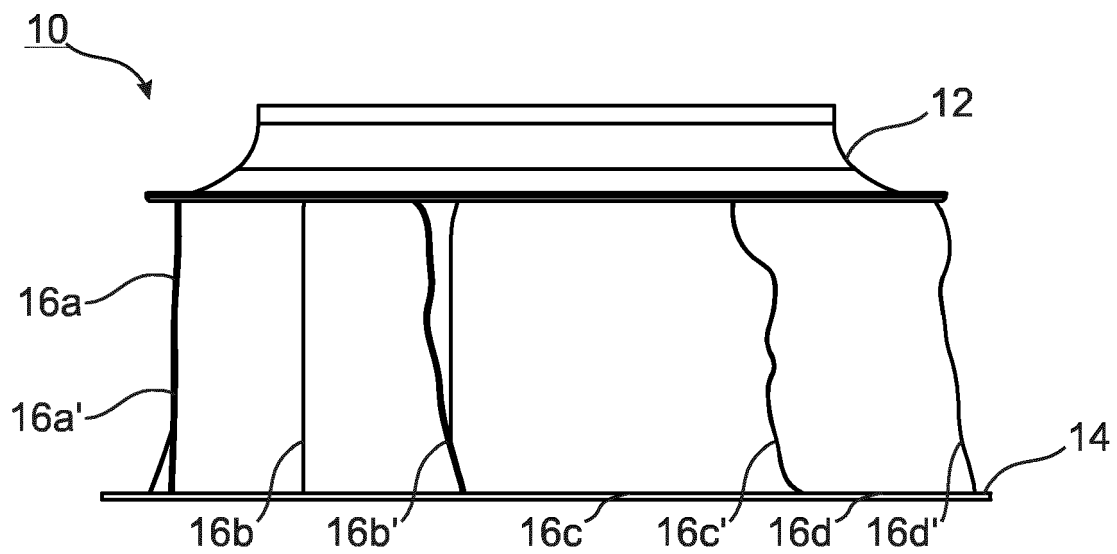


Fig. 2

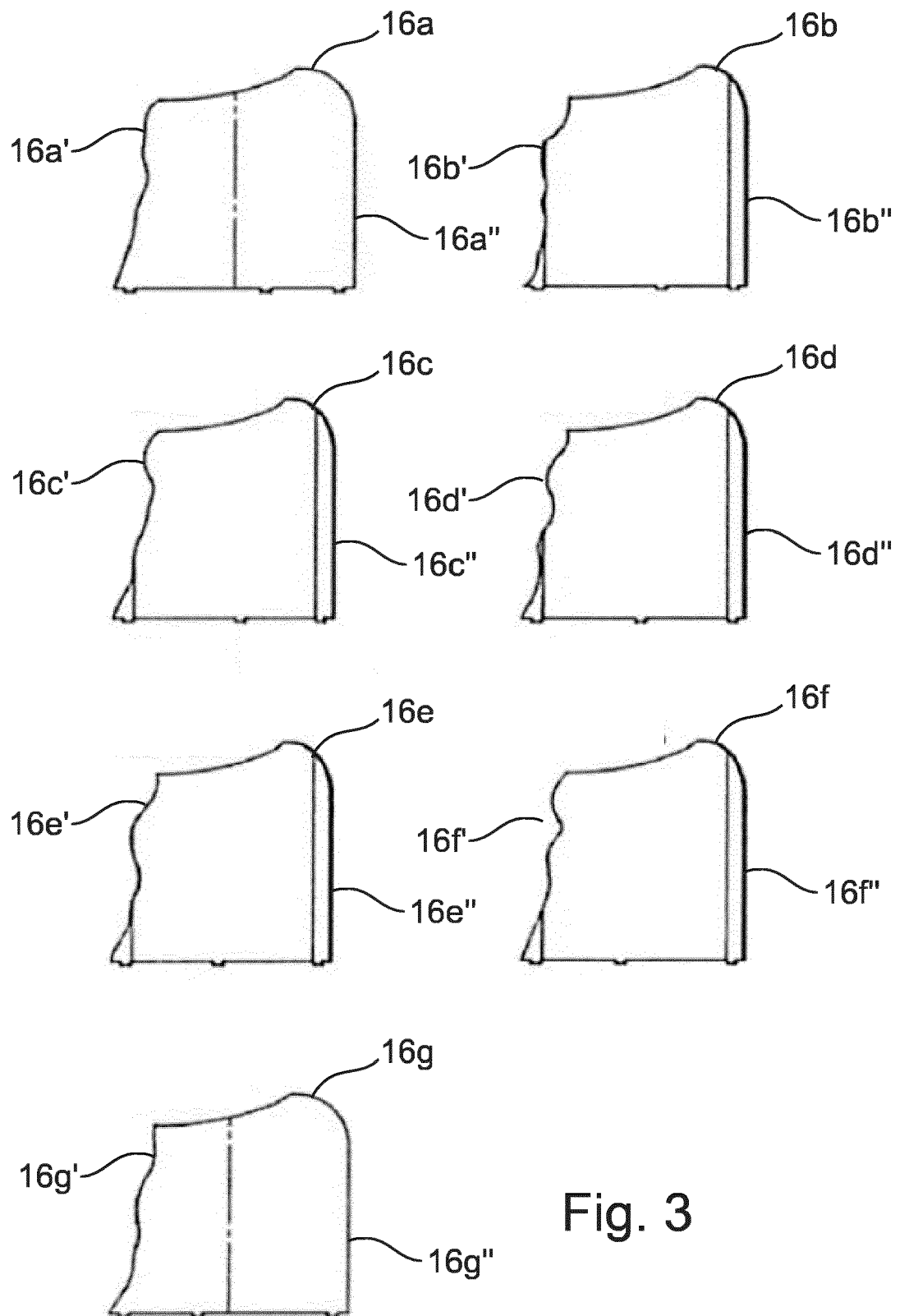


Fig. 3

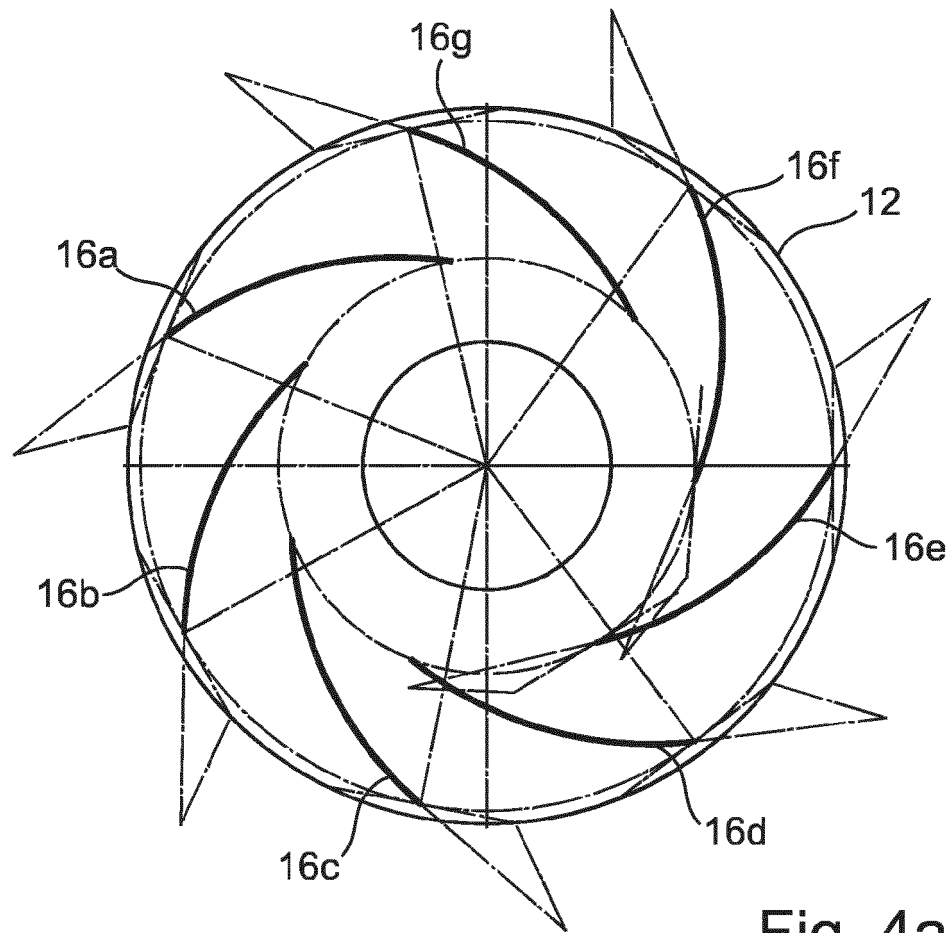


Fig. 4a

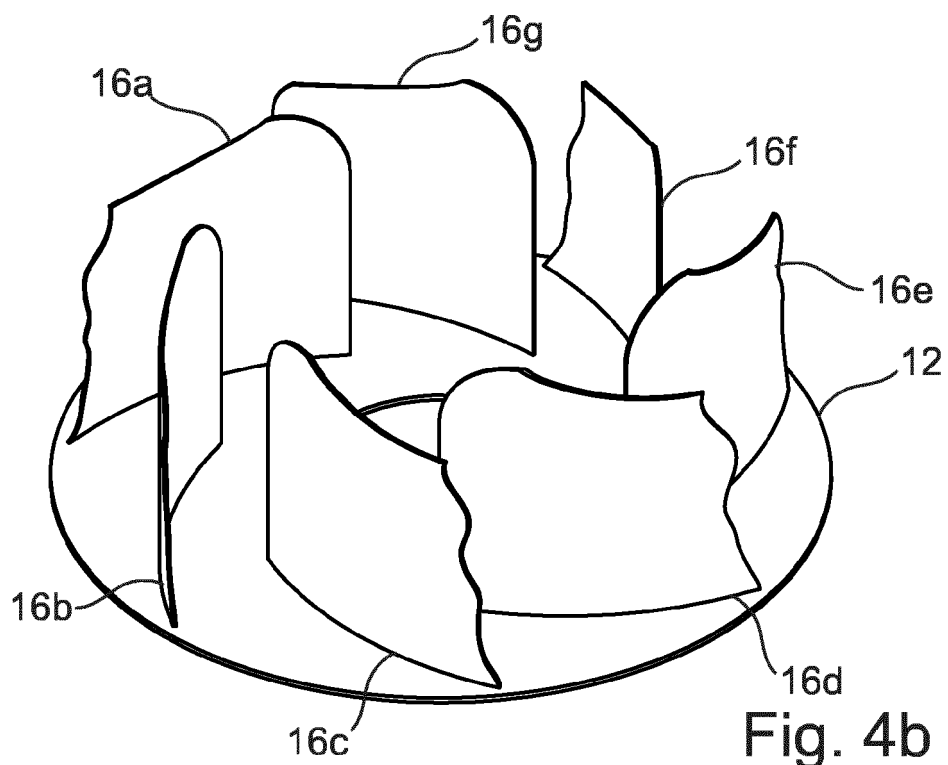


Fig. 4b

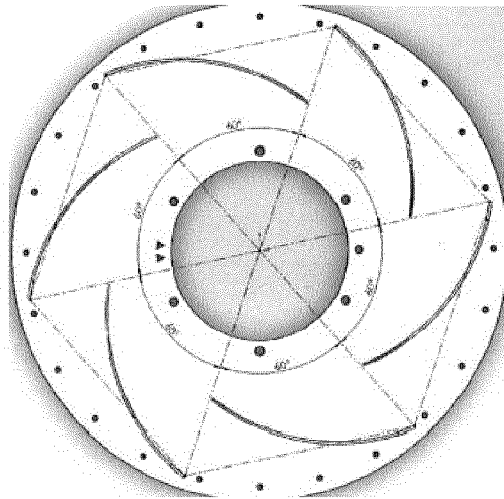


Fig. 5a

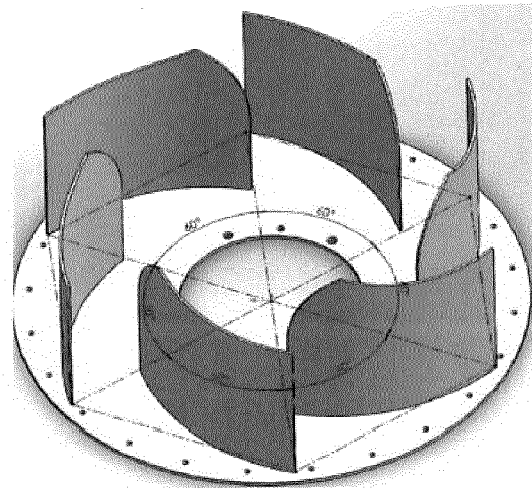


Fig. 5b

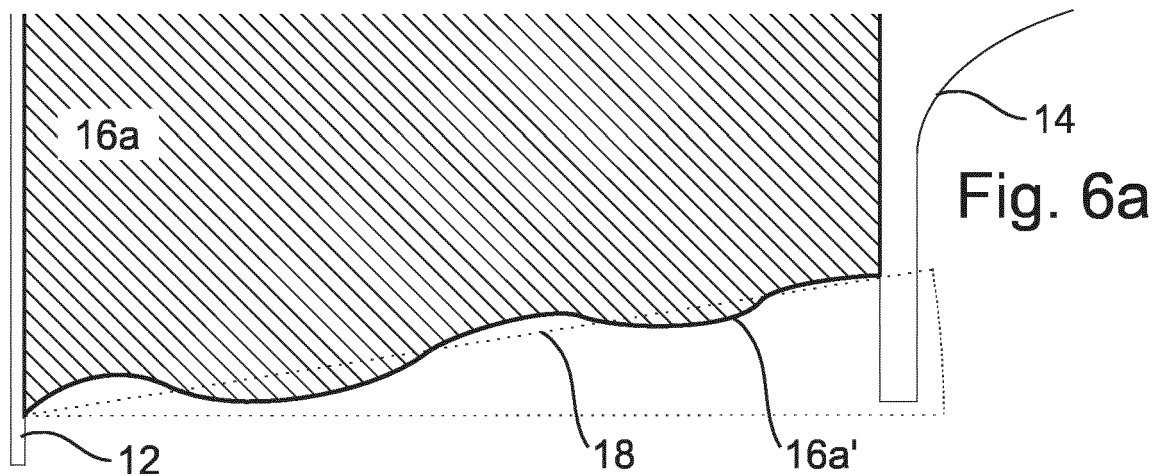


Fig. 6a

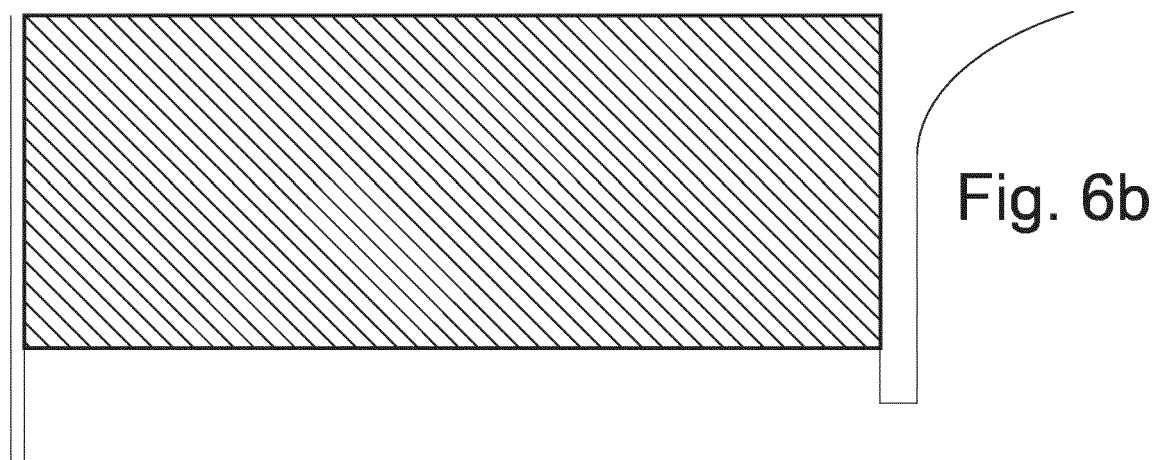
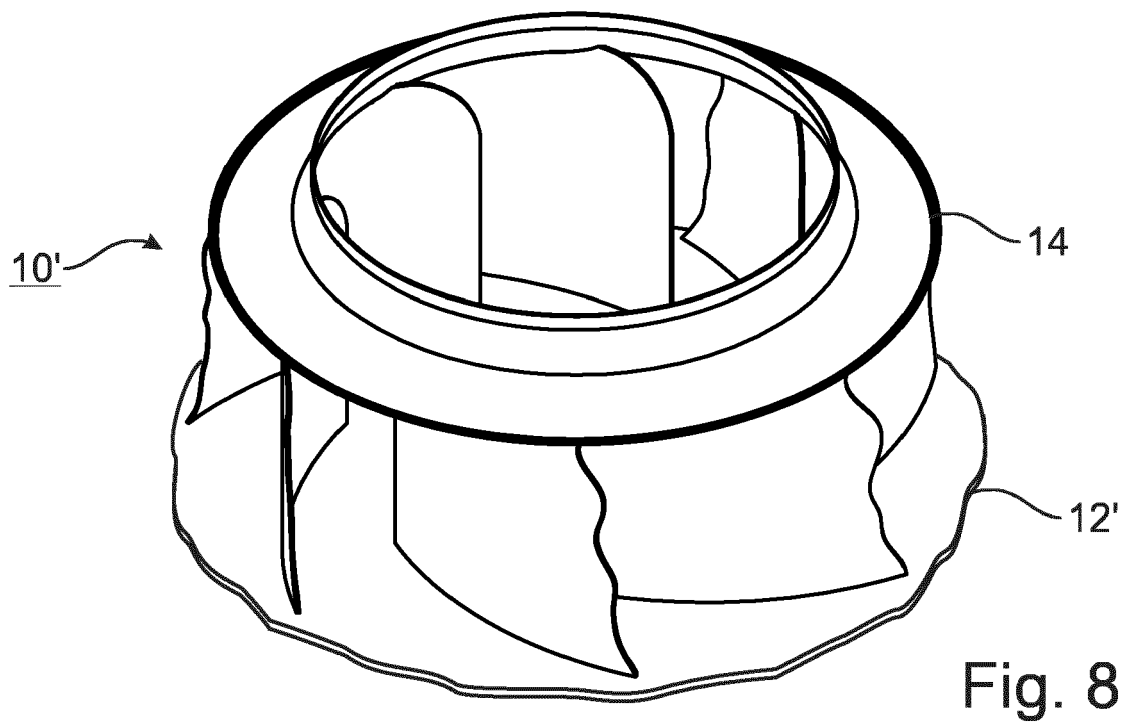
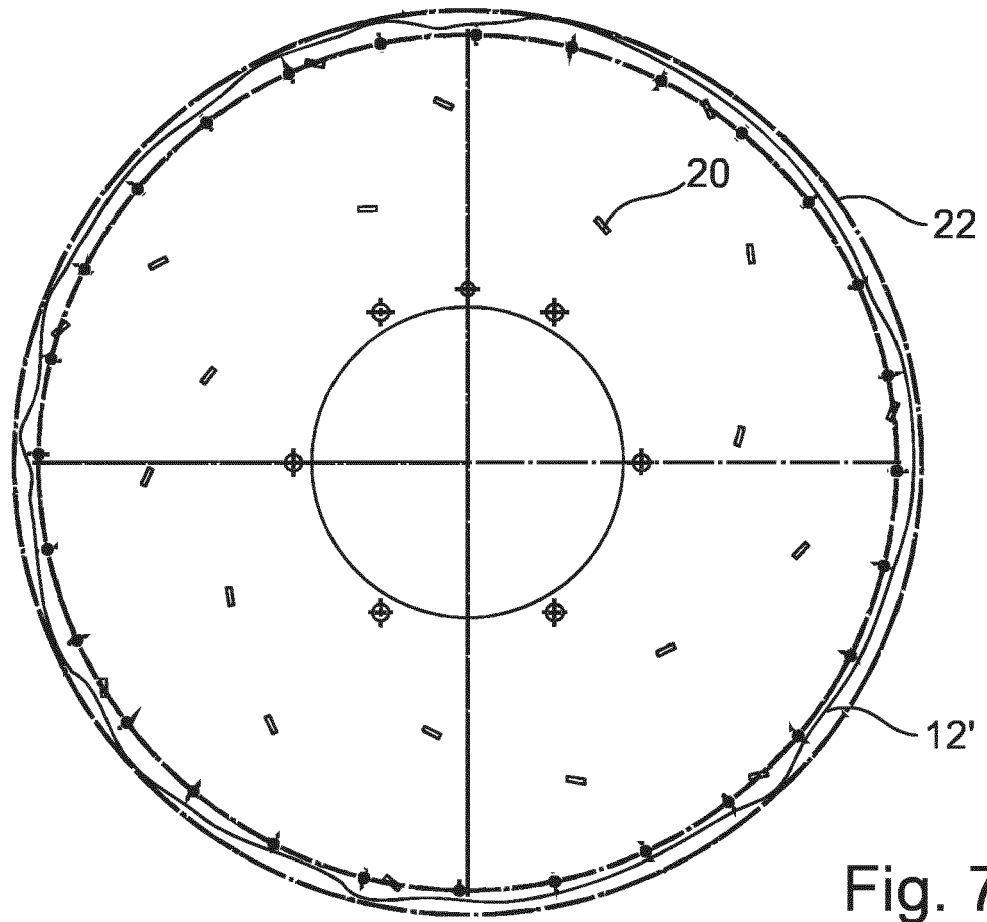
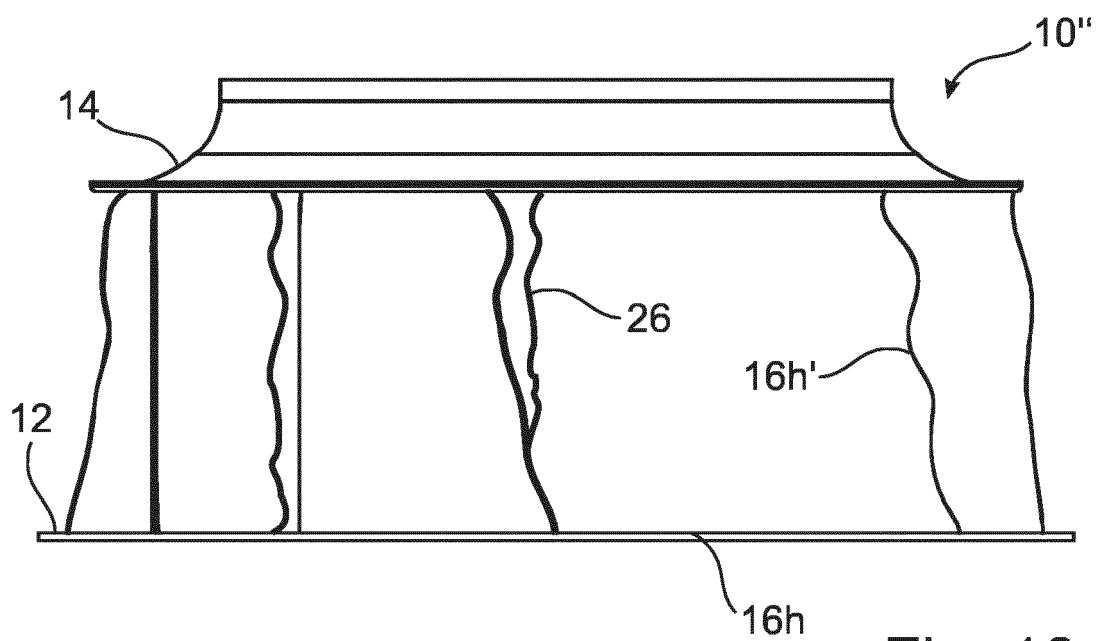
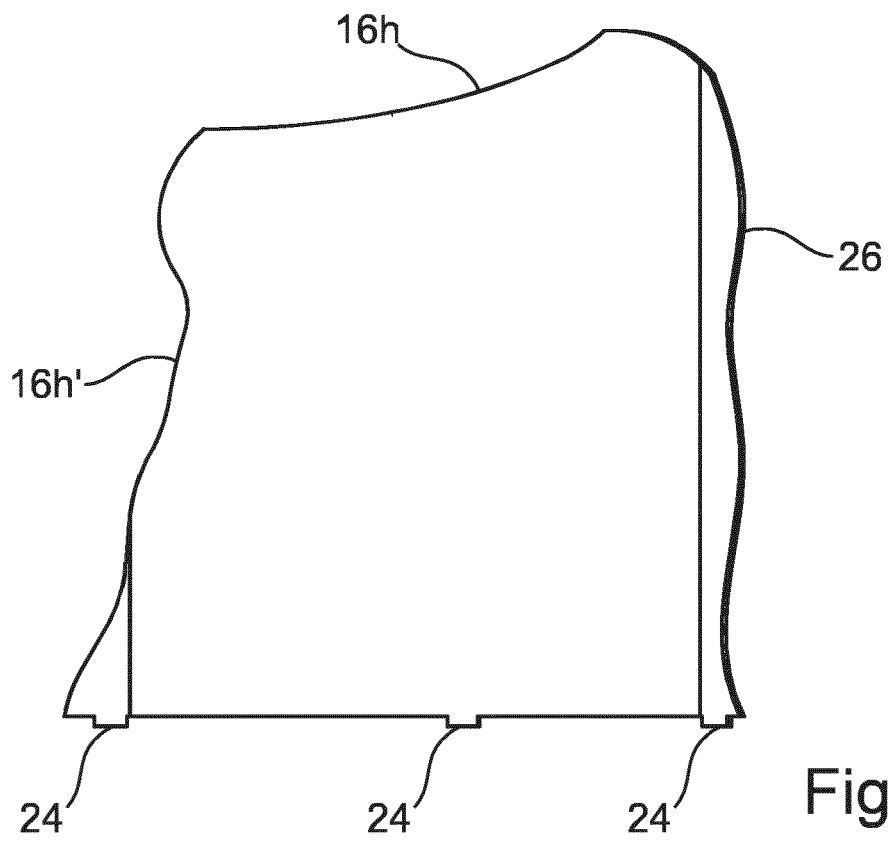


Fig. 6b







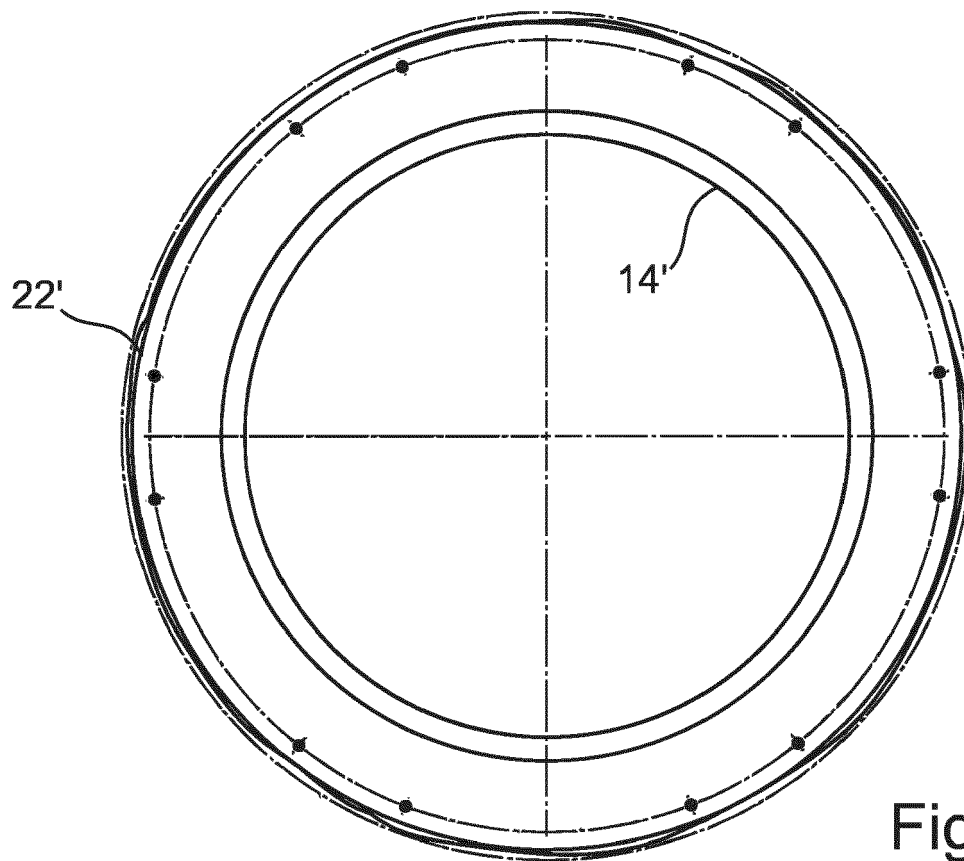


Fig. 11a

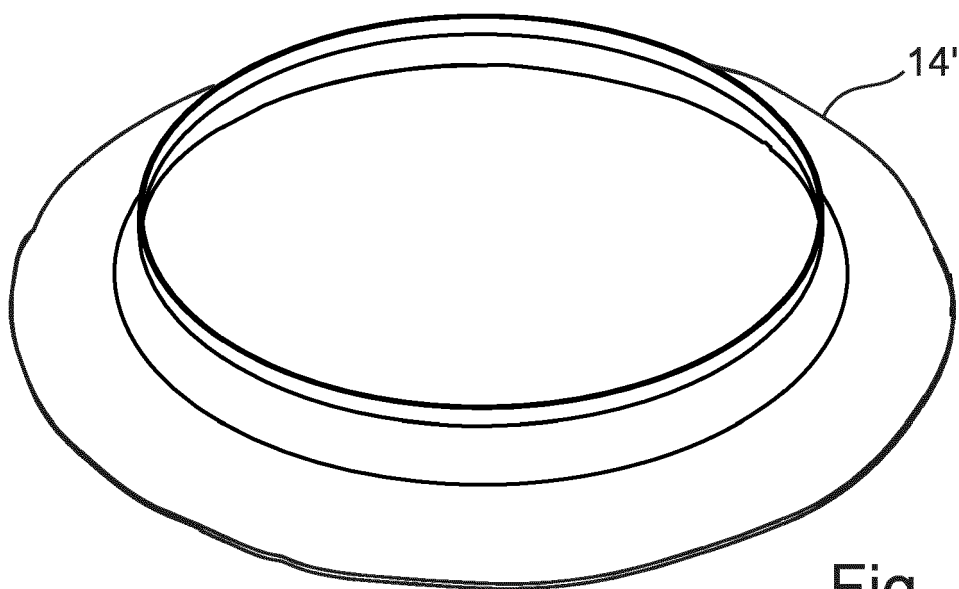


Fig. 11b

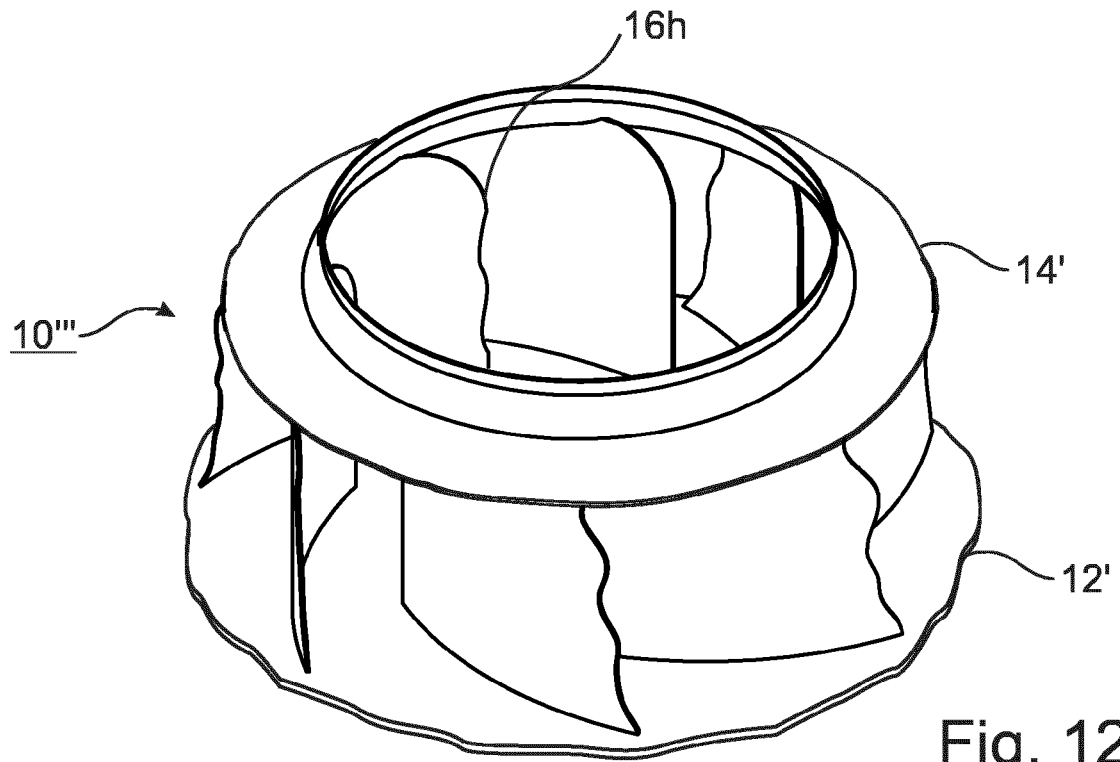


Fig. 12

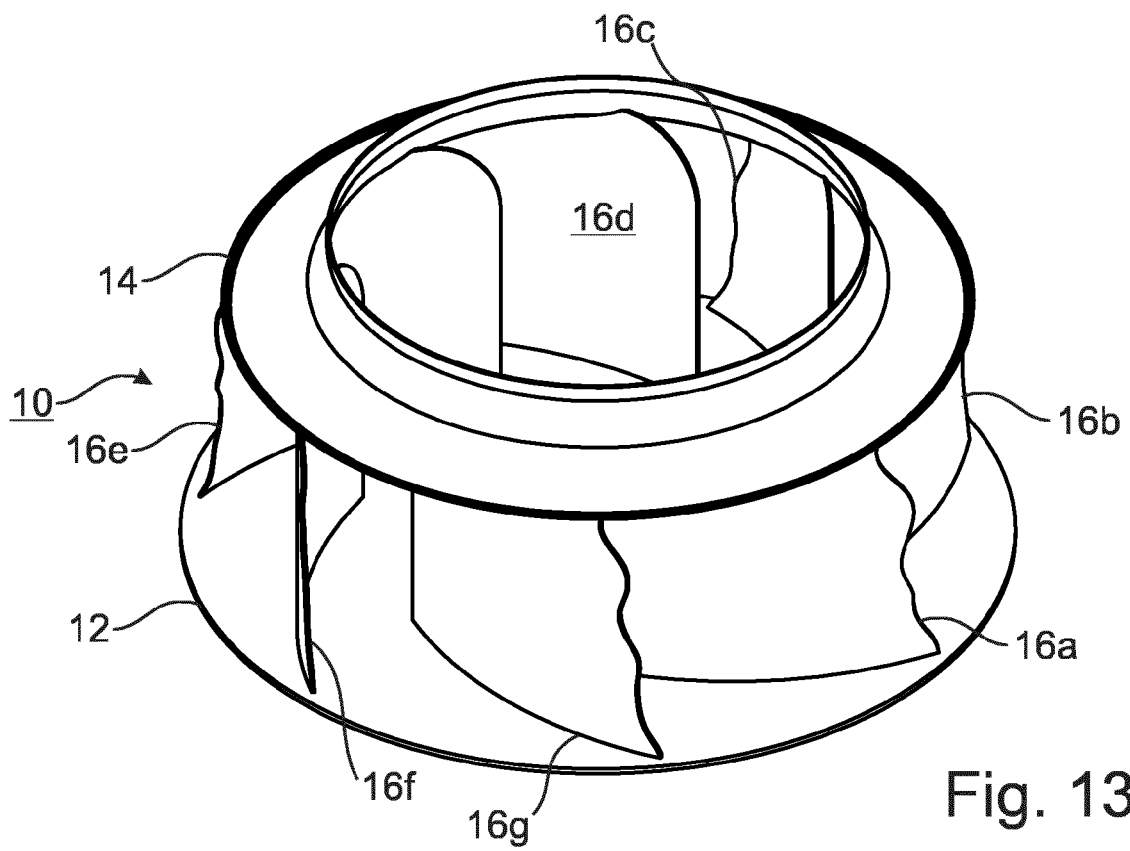


Fig. 13

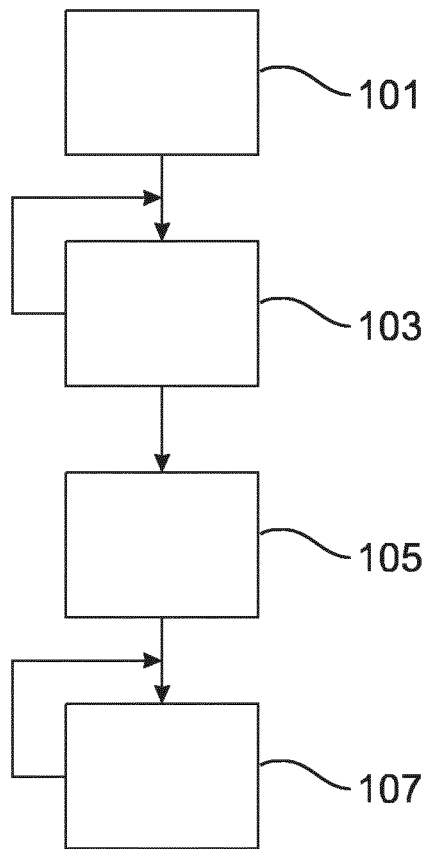


Fig. 14

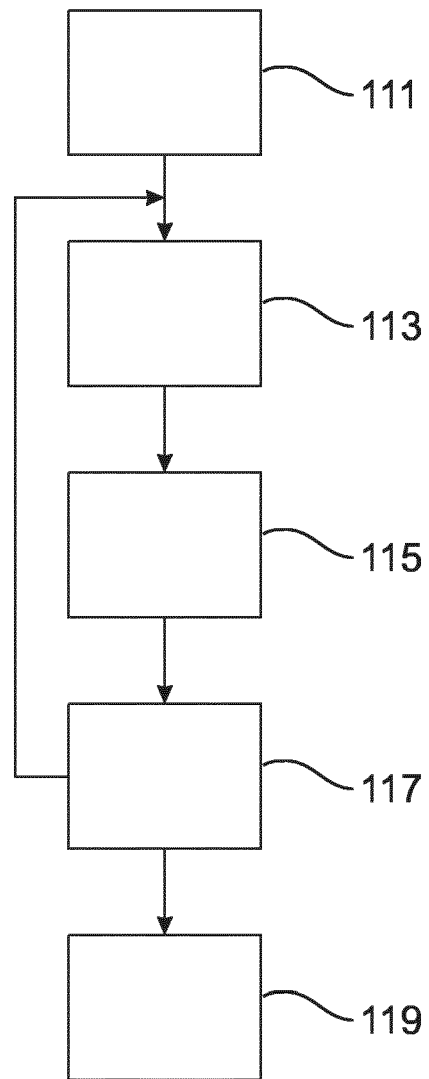


Fig. 15



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 19 18 1992

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 A	US 2 238 749 A (PELTIER JAMES E) 15. April 1941 (1941-04-15) * Seite 1, linke Spalte, Zeilen 1-15 * * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 19 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 20 * * Abbildungen 1,2,5 *	1-8, 10-12 9	INV. F04D29/28 F04D29/66
X A	DE 10 2009 028125 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Februar 2011 (2011-02-03) * Absätze [0012], [0024] - [0026] * * Abbildungen 2-4 *	1-6,8, 10-12 7,9	
X	DE 20 2010 018509 U1 (EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO KG [DE]) 15. März 2017 (2017-03-15) * Absätze [0021], [0028] - [0033], [0036] - [0038] * * Abbildungen 1-7 *	1,9-12	
X	US 2012/321495 A1 (DUKE CONNOR R [US] ET AL) 20. Dezember 2012 (2012-12-20) * Absätze [0036] - [0041] * * Abbildungen 6-10 *	1,2,7,8, 10-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X A	JP 2002 054596 A (JAPAN SERVO) 20. Februar 2002 (2002-02-20) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-7 *	1-6,8, 10-12 7,9	
X	CN 207 122 440 U (ASUSTEK COMP INC) 20. März 2018 (2018-03-20) * Abbildungen 1,5,6 *	1-3,5,6, 8,10-12	
X	JP 2008 064044 A (TOPRE CORP) 21. März 2008 (2008-03-21) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 *	1,2,7,8, 10-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>14. August 2019</b>	Prüfer <b>Gombert, Ralf</b>
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 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 18 1992

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.

14-08-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2238749 A	15-04-1941	KEINE	
15	DE 102009028125 A1	03-02-2011	DE 102009028125 A1 WO 2011012352 A1	03-02-2011 03-02-2011
	DE 202010018509 U1	15-03-2017	KEINE	
20	US 2012321495 A1	20-12-2012	KEINE	
	JP 2002054596 A	20-02-2002	KEINE	
25	CN 207122440 U	20-03-2018	CN 207122440 U US 2019072112 A1	20-03-2018 07-03-2019
	JP 2008064044 A	21-03-2008	JP 4976791 B2 JP 2008064044 A	18-07-2012 21-03-2008
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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