



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.12.2016 Patentblatt 2016/51

(51) Int Cl.:
F04D 29/02 (2006.01) **F04D 29/28** (2006.01)
F04D 29/32 (2006.01) **F04D 29/38** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001289.4**

(22) Anmeldetag: **08.06.2016**

(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 MD

(72) Erfinder:
• **Lörcher, Frieder**
74542 Braunsbach (DE)
• **Gross, Andreas**
74632 Neuenstein (DE)

(74) Vertreter: **Kohl, Karl-Heinz**
Jackisch-Kohl und Kohl
Stuttgarter Straße 115
70469 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **17.06.2015 DE 102015008053**

(71) Anmelder: **ZIEHL-ABEGG SE**
74653 Künzelsau (DE)

(54) **LÜFTER MIT MINDESTENS EINEM LÜFTERRAD UND/ODER WEITEREN LÜFTERTEILEN
SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES LÜFTERTEILS EINES LÜFTERS**

(57) Der Lüfter hat ein Lüfterrad mit Lüfterflügeln (2), die mit mindestens einem Ring (1) miteinander verbunden sind. Das Lüfterrad, der Lüfterflügel (2) und/oder ein anderes Lüfterteil (1, 2, 3) haben mindestens einen belastungskritischen Bereich, der mit mindestens einem Verstärkungselement (5, 6) verstärkt ist. Es ist ein von einer Spule abwickelbares Band, das aus einer Thermoplastmatrix besteht, die unidirektionale, parallel zur Länge des Verstärkungsbandes (5, 6) verlaufende, quasi endlose Fasern umschließt. Das Verstärkungselement (5, 6) wird in ein Spritzgiesswerkzeug eingelegt und positioniert. Anschließend wird Kunststoff gespritzt, der das Verstärkungselement (5, 6) teilweise oder vollständig umschließt. Es kann auch ein Spritzgiessrohling vorgefertigt und an ihn mindestens ein Verstärkungsband (5, 6) befestigt werden. Anschließend wird der Spritzgiessrohling mit weiterem thermoplastischem Kunststoff so umspritzt, dass das Verstärkungsband (5, 6) teilweise oder vollständig umschlossen ist.

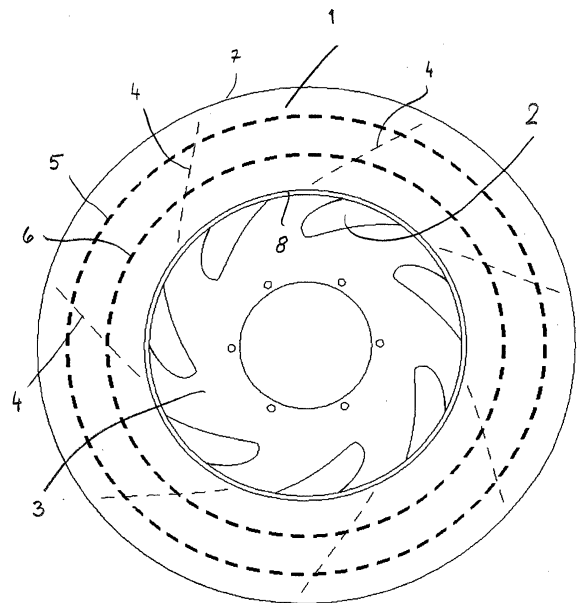


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lüfter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Lüfterteils eines Lüfters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11 bzw. 14.

[0002] Die Belastungsfähigkeit von im Spritzguss hergestellten Kunststofflüfterteilen ist begrenzt. Bei Lüftern, bei denen solche Teile im Einsatz sind, führt dies insbesondere zu einer Grenzdrehzahl, oberhalb welcher der Lüfter nicht mehr betrieben werden kann. Bei spritzgegossenen Kunststoffteilen stellen häufig sogenannte Bindenähte Schwachstellen dar. Als Bindenaht wird ein flächiger Bereich innerhalb eines Spritzgießteils bezeichnet, der dadurch entsteht, dass beim Spritzgießvorgang zwei getrennte Teilströme des flüssigen Kunststoffs in der Werkzeugkavität zusammenfließen. Da die Temperatur dieser Teilströme in der Regel zu gering ist, ist eine optimale Verschmelzung der Teilströme nicht mehr möglich, wodurch die Bindenaht entsteht. Im flüssigen Kunststoff enthaltene Verstärkungsfasern richten sich in der Regel längs der Bindenaht aus, das heißt, sie überbrücken die Bindenaht nicht und verstärken sie infolgedessen nicht. Bindenähte treten insbesondere dann auf, wenn das Spritzgießteil ein nicht einfach zusammenhängendes Bauteilvolumen aufweist, beispielsweise infolge von Bohrungen oder mehreren Lüfterflügeln, welche einstückig mit einem Naben- und einem Deckring verbunden sind. Ausserdem können Bindenähte auch dann auftreten, wenn bei einem Spritzgießteil an mehreren Stellen Kunststoff eingespritzt wird. Um dennoch eine hohe Belastbarkeit bei spritzgegossenen Kunststoffteilen mit Bindenähten zu erreichen, werden unterschiedliche Vorkehrungen getroffen. So wird beispielsweise mehr Material insbesondere im Bindenahtbereich oder hochfeste Materialien eingesetzt, was jedoch die Fertigungskosten und/oder das Gewicht des Lüfterteils in die Höhe treibt, wodurch Lüfter nicht mehr wirtschaftlich gefertigt werden können. Bei Lüftern ist es auch üblich, besonders belastete Lüfterteile aus Metall zu fertigen. Auch dies führt zu Mehrkosten und/oder Mehrgewicht bei der Herstellung der Lüfter.

[0003] Aus Kunststoffspritzguss gefertigte Lüfterteile haben auch neben Bindenähten festigkeitskritische Bereiche. So sind beispielsweise Übergangsstellen innerhalb eines Bauteils, beispielsweise von Lüfterflügeln zu Ringen, wie Nabenring oder Deckring, oft festigkeitskritisch. Des Weiteren können Anschlussbereiche, wie beispielsweise Löcher für Schrauben, Buchsen oder sonstige Einsätze oder Aufnahmen für Wellen oder dergleichen, festigkeitskritische Stellen sein. Oft sind Lüfterteile mit solchen festigkeitskritischen Bereichen nicht in Kunststoffspritzguss realisierbar, oder nur unter Einsatz von teurem, hochfesten Spritzgießmaterial oder großen Wandstärken.

[0004] Oft sind Lüfterteile, insbesondere Lüfterräder, Lüfterflügel, Aufhängungen oder Adapternaben, auch verformungskritisch, d.h. eine für den einwandfreien Be-

trieb eines Lüfters zulässige Verformung ist so gering, dass ein Lüfterteil nicht in Kunststoffspritzguss realisierbar ist, oder aber nur durch den Einsatz sehr teuren Spritzgießmaterials oder sehr großer Wandstärken.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen Lüfter sowie das gattungsgemäße Verfahren so auszubilden, dass die Lüfter bei hoher Belastbarkeit hinsichtlich Bauteilversagen und zulässiger Bauteilverformung einfach, mit geringem Bauteilgewicht und kostengünstig gefertigt werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird beim gattungsgemäßen Lüfter erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und bei den gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 11 bzw. 14 gelöst.

[0007] Beim erfindungsgemäßen Lüfter werden in den belastungskritischen oder verformungskritischen Bereichen Verstärkungselemente eingesetzt, die von einer Spule abwickelbare, quasi-endlosfaserverstärkte Bänder sind. Die Verstärkungsbänder können einfach von der Spule abgewickelt und auf die erforderliche Länge geschnitten werden. Dies ermöglicht eine einfache, flexible und wirtschaftliche Fertigungsweise. Die Verstärkungsbänder sind teilweise oder vollständig in den thermoplastischen Kunststoff eingebettet, aus dem ein Lüfterrad, ein Lüfterflügel bzw. ein anderes Lüfterteil hergestellt ist. Ein oder mehrere Lüfterteile des erfindungsgemäßen Lüfters lassen sich somit kostengünstig im Spritzgießverfahren fertigen. Die Verstärkungsbänder erhöhen die Belastbarkeit mindestens eines Lüfterteiles wesentlich, wodurch die Grenzdrehzahl, bei der der Lüfter betrieben werden kann, ebenfalls stark erhöht werden kann, oder wodurch beim Entwurf des Lüfterteils Wandstärke und somit Materialeinsatz und Gewicht eingespart werden können, oder wodurch eine Realisierbarkeit eines Lüfterteils in Kunststoffspritzguss erst möglich wird. Die hohe Belastbarkeit eines Lüfters hat den Vorteil, dass für eine geforderte Luftmenge kleine, kompakte Lüfter eingesetzt werden können, die mit entsprechend höheren Drehzahlen betrieben werden können. Der thermoplastische Kunststoff ist bevorzugt ein faserverstärkter Kunststoff, in den die Verstärkungsbänder zusätzlich eingebracht sind. Die Verstärkungsbänder lassen sich gezielt im Hinblick auf die Position und die Wirkungsrichtung in einem Lüfterrad, einem Lüfterflügel bzw. in anderen Lüfterteilen einbringen. Die Verstärkungsbänder können so positioniert und ausgerichtet werden, dass sie die Hauptbelastungen des entsprechenden Lüfterteiles aufnehmen oder Verformungen in kritische Richtungen vermeiden oder zumindest reduzieren.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform umgibt das Verstärkungsband eine Einstromöffnung eines Lüfterrades ringförmig mit Abstand. Das Verstärkungsband sorgt dafür, dass der kritische Randbereich dieser Einstromöffnung ausreichend verstärkt wird.

[0009] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung verläuft wenigstens ein Verstärkungsband quer zu mindestens einer Bindenaht eines Lüfterteiles. Bindenähte bilden be-

lastungskritische Bereiche eines Lüfterteils, die durch quer verlaufende Verstärkungsbänder vorteilhaft verstärkt werden. Ein Verstärkungsband kreuzt vorteilhafterweise Bindenähte, welche sich beispielsweise an Nabenring und/oder Deckring eines Lüfterrades oder an einer Adapternabe oder einem Nabenkörper befinden können.

[0010] Je nach Gestaltung der belastungskritischen Bereiche können mehrere Verstärkungsbänder über- und/oder nebeneinander im Lüfterteil vorgesehen sein. Dadurch ist eine optimale Positionierung und damit Verstärkung des Lüfterteils im Bereich seiner belastungskritischen Bereiche und/oder seiner verformungskritischen Bereiche einfach möglich.

[0011] Ein weiterer belastungskritischer Bereich eines Lüfters ist bei einem Lüfterrad der Übergang der Lüfterflügel zu wenigstens einem einteilig mit den Lüfterflügeln gefertigten Ring, wie beispielsweise einem Nabenring oder einem Deckring. Darum ist es in vorteilhafter Weise möglich, im Bereich dieses Überganges wenigstens ein Verstärkungsband so vorzusehen, dass es den Übergang kreuzt. Mit dem Verstärkungsband kann ein Lüfterrad in diesem kritischen Bereich optimal verstärkt werden.

[0012] Bei Lüfterrädern sind die Lüfterräder, Lüfterflügel oder andere Lüfterteile häufig verformungskritisch, d.h. ihre Verformung, beispielsweise ihre Durchbiegung, im Betrieb erreicht für die Funktionsweise häufig kritische Werte. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Lüfterflügel, wie häufig vorgesehen, dünne Hinterkanten haben, die im Hinblick auf eine geringe Geräuschentwicklung angestrebt werden. Wenn darum bei einer bevorzugten Ausbildung das Verstärkungsband im Bereich der Vorder- und/oder der Hinterkante der Lüfterflügel positioniert wird, können die Lüfterflügel die aus akustischen Gründen vorteilhafte dünne Hinterkante behalten oder mit dünnen Vorderkanten ausgeführt werden, ohne im Einsatz des Flügelrades zu große Durchbiegungen oder Verformungen für die Lüfterflügel zu erreichen. Diese Ausbildung führt auch zu einer erheblichen Materialeinsparung bei der Herstellung eines Lüfterrades.

[0013] Das Verstärkungsband kann sich im Lüfterflügel längs der Vorder- und/oder der Hinterkante der Lüfterflügel erstrecken, wobei die Erstreckungslänge so gewählt wird, dass die Lüfterflügel in ihrem kritischen Kantenbereich optimal verstärkt sind. Das Verstärkungsband kann sich darum über die ganze Länge in Spannweitenrichtung, aber auch nur über eine Teillänge eines Lüfterflügels erstrecken.

[0014] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind innerhalb des Lüfterflügels, also im Bereich zwischen der Vorder- und der Hinterkante, mehrere Verstärkungsbänder über deren Breite, welche sich von der Vorderkante zur Hinterkante erstreckt, verteilt angeordnet. Dadurch ist es möglich, die Lüfterflügel mit einer sehr starken Sichelform zu versehen. Ohne Einsatz der Verstärkungsbänder besteht bei stark gesichelten Lüfterflügeln, wie sie insbesondere bei Axiallüfterrädern einge-

setzt werden, die Gefahr, dass sie sich im Einsatz stark verformen und an dem das Lüfterrad umgebenden Wandring streifen. Durch den Einsatz der Verstärkungsbänder kann, selbst bei dünner Wandstärke des Lüfterflügels und hohen Drehzahlen, eine sehr starke Sichelung des Lüfterflügels eingesetzt werden, ohne dass eine unzulässige Verformung des Lüfterflügels zu befürchten ist. Da die Sichelform hinsichtlich optimaler Akustikwerte angestrebt wird, kann durch den Einsatz der Verstärkungsbänder die angestrebte hohe Geräuscharmheit des Lüfters in sehr einfacher und kostengünstiger Weise erreicht werden.

[0015] Ein Lüfterrad kann insgesamt einstückig als Spritzgießteil gefertigt werden. Es sind aber auch Lüfterräder möglich, die aus Einzelflügeln aufgebaut sind, welche jeweils einteilig aus Lüfterflügel und Anbindungselement bestehen, die an einen Nabenring angeschlossen werden. In diesem Falle sind die Lüfterflügel jeweils mit einem Anbindungselement, vorzugsweise als Flügelfuß ausgeführt, versehen, mit dem die Lüfterflügel am Nabenring gehalten werden. Flügelfüße sind vorteilhaft kalottenförmig ausgebildet, so dass die Möglichkeit besteht, die Einzelflügel zumindest bei der Montage gegenüber der Nabe so zu drehen, so dass optimale Anstellwinkel der Lüfterflügel eingestellt werden können.

[0016] Damit der Einzelflügel im Bereich des Anbindungselements eine hohe Belastbarkeit gewährleistet, sind im Anbindungselement vorteilhaft Verstärkungsbänder so untergebracht, dass sie sich über den Übergangsbereich vom Anbindungselement in den Lüfterflügel hinein erstrecken. Der kritische Übergangsbereich zwischen dem Anbindungselement und dem Lüfterflügel wird somit optimal verstärkt.

[0017] Wenn das Lüfterrad einen Nabenring aufweist, dann verläuft vorteilhaft in dem Nabenring wenigstens ein Verstärkungsband vorzugsweise wendelförmig über den Umfang des Nabenrings. Der Nabenring ist ein hochbelastetes Bauteil, weil er die Kraftübertragung von den Lüfterflügeln auf den Motor gewährleisten muss. In manchen Fällen wird ein Nabenring auf eine Welle oder auf andere Aufnahmen aufgepresst, was zu erheblichen Spannungen führt. Durch die Verwendung eines über den Umfang sich erstreckenden Verstärkungsbandes werden diese Spannungen so aufgefangen, dass eine Beeinträchtigung der Funktion des Lüfterrades vermieden wird. Das Verstärkungsband lässt sich sehr einfach im Spritzgießwerkzeug anordnen. Eine Wendelform gewährleistet in einfacher Weise über den gesamten Umfang des Nabenrings eine hohe Belastbarkeit. Da das Verstärkungsband von der Spule abgewickelt wird, lassen sich unterschiedlich hohe Nabenringe sehr einfach mit dem wendelförmig verlaufenden Verstärkungsband versehen. Es ist auch vorteilhaft, mehrere Schichten von Verstärkungsbändern jeweils wendelförmig derart anzuordnen, dass sich die Bänder kreuzen. Dadurch kann beispielsweise eine hohe Torsionssteifigkeit oder Biegesteifigkeit eines Nabenrings erreicht werden, je nach Wahl der Steigungswinkel des wendelförmigen Verlaufs.

[0018] Bevorzugt verläuft das wendelförmige Verstärkungsband über die gesamte Höhe des Nabenrings.

[0019] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform mit Einzelflügeln besteht der Nabenring aus wenigstens zwei gegeneinander geklemmten Nabenkörpern, von denen mindestens einer etwa ringförmig ist. Solche Nabenkörper werden insbesondere dann eingesetzt, wenn am Nabenring Einzelflügel mit ihrem als Flügelfuß ausgeführten Anbindungselement befestigt werden sollen. Mindestens ein Nabenkörper ist hierfür an der einem weiteren Nabenkörper zugewandten Stirnseite mit Vertiefungen versehen, in welche der Flügelfuß in montiertem Zustand eingreift.

[0020] Damit der Nabenring bzw. der Nabenkörper eine ausreichend hohe Stabilität hat, ist vorteilhaft nahe der Stirnseite der etwa ringförmigen Nabenkörper jeweils wenigstens ein Verstärkungsband vorgesehen, das sich vorteilhaft über den Umfang des Nabenkörpers erstreckt. Dadurch können die Nabenkörper unter Zwischenlage der Flügelfüße der Einzelflügel fest gegeneinander gespannt werden. Wenn die Nabe beispielsweise auf eine Welle aufgepresst wird und hierbei sehr hohe Spannungen auftreten, können diese durch den Einsatz der Verstärkungsbänder aufgenommen werden, obwohl die Nabe bzw. die Nabenkörper aus spritzgegossenem Kunststoff bestehen. Die hohen Betriebskräfte, die über die Flügelfüße in den Nabenring eingeleitet und vom Nabenring aufgenommen werden müssen, können durch den Einsatz der Verstärkungsbänder ebenfalls aufgenommen werden. Die Verwendung von metallischen Naben ist dadurch nicht mehr erforderlich.

[0021] Die Verstärkungsbänder sind in diesem Falle vorteilhaft so in den Nabenkörpern vorgesehen, dass sie auch unterhalb der Vertiefungen in der Stirnseite des Nabenkörpers verlaufen, in welche die Flügelfüße der Einzelflügel in montiertem Zustand eingreifen.

[0022] Häufig weisen Lüfterräder, insbesondere im Bereich des Nabenrings, Befestigungsöffnungen für den Durchtritt von Befestigungsschrauben auf, mit denen das Lüfterrad an einem Motor oder an einem Adapter befestigt werden kann. Im Bereich der Befestigungslöcher entstehen beim Spritzgießen häufig Bindenähte, deren nachteilige Wirkungen durch die Verstärkungsbänder aufgehoben oder erheblich verringert werden. Hierbei wird vorteilhaft jede Befestigungsöffnung von wenigstens einem Verstärkungsband umgeben. Der Einsatz des Verstärkungsbandes erlaubt es, in die Befestigungslöcher Buchsen und dergleichen einzupressen. Die dabei entstehenden Spannkraften werden vom Verstärkungsband aufgenommen.

[0023] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Lüfterrad, ein Lüfterflügel oder ein anderes Lüfterteil aus einem Stück durch Spritzgießen mittels thermoplastischem Kunststoff hergestellt. Hierfür wird in das Spritzgießwerkzeug das Verstärkungsband eingelegt und positioniert. Es wird zuvor von einer Spule abgewickelt und auf die richtige Länge abgetrennt. Eine besondere Vorformgebung oder ein besondere Zuschnitt des Verstär-

kungsbandes ist nicht erforderlich. Insbesondere sind keine Vorformwerkzeuge nötig. Es entsteht keinerlei Verschnitt, wie dies bei der Benutzung von flächigen Halbzeugen basierend auf Fasergewebe oft unvermeidbar ist. Das Verstärkungsband wird im Spritzgießwerkzeug über entsprechende Vorrichtungen positioniert und gehalten. Beispielsweise kann ein Verstärkungsband mit speziellen Stiften im Werkzeug fixiert werden. Anschließend wird in das Spritzgießwerkzeug der thermoplastische Kunststoff eingespritzt, der das vorpositionierte Verstärkungsband teilweise oder vollständig umgibt. Kurz vor Ende des Einspritzvorgangs können die Stifte mittels Hydraulik oder der Pneumatik zurückgezogen werden, sodass sich die durch die Stifte selbst entstehenden Hohlräume noch mit Kunststoffmaterial auffüllen.

[0024] Eine besonders vorteilhafte Methode der Positionierung der Verstärkungsbänder ist es, diese mit einem speziellen Kleber an die Werkzeugoberfläche in der Kavität des Spritzgießwerkzeugs zu kleben. Beispielsweise kann ein Thermokleber verwendet werden, mit dem die Bänder einseitig schon auf der Spule beschichtet sind und der seine klebende Wirkung erst bei einer bestimmten Temperatur entfaltet, wie sie auf dem Spritzgießwerkzeug gegeben ist. Bei dieser Methode erscheinen die Verstärkungsbänder sichtbar an der Bauteiloberfläche eines fertigen Lüfterteils, sind also nicht vollständig in sie umgebenden Kunststoff eingebettet.

[0025] Bei einer anderen Verfahrensweise wird ein Spritzgießrohrling vorgefertigt und an ihm das oder die Verstärkungsbänder befestigt, beispielsweise durch Kleben oder Schweißen. Anschließend wird der Spritzgießrohrling mit dem weiteren thermoplastischen Kunststoff zum fertigen Spritzgießteil so umspritzt, dass das/die Verstärkungsbänder vollständig umschlossen ist (sind).

[0026] Je nach Ausbildung des Lüfterteils können im Spritzgießwerkzeug bzw. am unvollständigen Spritzgießrohrling an mehreren Positionen die entsprechenden Verstärkungsbänder positioniert werden. Die Verstärkungsbänder sind so vorgesehen, dass sie die Hauptbelastungen aufnehmen oder Verformungen in kritische Richtungen verhindern. Auch die fertigungsbedingten Schwachstellen, wie die erwähnten Bindenähte, werden durch eine entsprechende Anordnung der Verstärkungsbänder verstärkt. Unnötiger Einsatz von relativ schweren, teuren und energetisch aufwändig herzustellenden Fasern mit einer Ausrichtung, in der keine Faserverstärkung nötig ist, kann gezielt vermieden werden.

[0027] Um die richtige Position und Ausrichtung der Verstärkungsbänder im Spritzgießwerkzeug zu ermitteln, wird vorteilhaft die Positionierung der Verstärkungsbänder im Spritzgießwerkzeug durch Formfüllsimulation und/oder Spannungs-Verformungs-Simulation bestimmt. Mit Spannungs-Verformungs-Simulationen können zu erwartende Spannungen und Verformungen mit Hilfe eines Computerprogramms vorhergesagt werden. Mit Formfüllsimulationen können fertigungsspezifische Eigenschaften, wie Faserausrichtung und Bindenahtver-

läufe, ebenfalls mit Hilfe eines Computerprogramms vorhergesagt werden. Computerprogramme zu Spannungs-Verformungs-Simulationen oder Formfüllsimulationen sind bekannt und auf dem Markt erhältlich.

[0028] Es ist auch möglich, kritische Bereiche, in denen eine Verstärkung mit Verstärkungsbändern notwendig ist, experimentell zu bestimmen. Dies kann beispielsweise durch die Analyse des Bruchverhaltens von unverstärkten oder unzureichend verstärkten Bauteilen erfolgen. Ein großer Vorteil des beschriebenen Verfahrens ist hierbei, dass es, wenn man eine unzureichende Verstärkung in einem bereits bestehenden Lüfterteil identifiziert, vergleichsweise einfach ist, ansonsten baugleiche Lüfterteile mit zusätzlichen Verstärkungsbändern zu versehen. Es sind keinerlei Änderungen oder Anpassungen von Spritzgießwerkzeugen, Halbzeugen, Stanzwerkzeugen oder Preformwerkzeugen nötig.

[0029] Der Anmeldungsgegenstand ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch durch alle in den Zeichnungen und der Beschreibung offenbarten Angaben und Merkmale. Sie werden, auch wenn sie nicht Gegenstand der Ansprüche sind, als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

[0030] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0031] Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 in Axialansicht eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Radiallüfterrades,
- Fig. 2 in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Radiallüfterrades,
- Fig. 3 in perspektivischer Darstellung einen Teil eines erfindungsgemäßen Radiallüfterrades,
- Fig. 4 in perspektivischer Darstellung ein erfindungsgemäßes Axiallüfterrad,
- Fig. 5 in perspektivischer Darstellung eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Radiallüfterrades,
- Fig. 6 in Axialansicht eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Axiallüfterrades,
- Fig. 7 in schematischer Darstellung einen Flügel eines Axiallüfterrades mit gesichelten Lüfterflügeln,
- Fig. 8 einen Einzelflügel eines erfindungsgemäßen Axiallüfterrades,
- Fig. 9 in Axialansicht eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Axiallüfterrades,
- Fig. 10 das Axiallüfterrad gemäß Fig. 9 in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 11 in perspektivischer Darstellung einen Nabenkörper eines erfindungsgemäßen Axiallüfterrads,

- Fig. 12 einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Lüfterrad,
- Fig. 13 in Ansicht eine Adapternabe eines erfindungsgemäßen Lüfters,
- Fig. 14 in vergrößerter Darstellung einen Schnitt durch ein mit Endlosfasern verstärktes Lüfterteil eines erfindungsgemäßen Lüfters,
- Fig. 15 einen Schnitt durch einen Lüfterflügel eines erfindungsgemäßen Lüfters in einer Ausbildung beispielsweise entsprechend den Fig. 5 oder 6,
- Fig. 16 in einer Darstellung entsprechend Fig. 13 eine weitere Ausbildung einer Adapternabe eines erfindungsgemäßen Lüfters,
- Fig. 17 in perspektivischer Darstellung ein weiteres Lüfterrad eines erfindungsgemäßen Lüfters, welches ein Nachleitrad ist.

[0032] Im Folgenden werden verschiedene im Spritzgießverfahren aus Kunststoff gefertigten Teile von Lüftern beschrieben, die mit endlosfaserverstärkten Thermoplastbändern in kritischen Bereichen versehen sind. Solche Lüfterteile können insbesondere Lüfterräder oder Lüfterflügel, aber auch andere belastete Lüfterteile wie beispielsweise Aufhängungen, Wandringe, Adapternaben oder Nabenkörper sein. Lüfterräder können im Betrieb rotierende Axial-, Radial- oder Diagonallüfterräder, oder im Betrieb stehende Vorleit- oder Nachleiträder sein.

[0033] Die Thermoplastbänder sind in das Spritzgießmaterial der Lüfterteile gezielt im Hinblick auf die Einbaustelle und die Wirkungsrichtung eingebettet, so dass diese Thermoplastbänder die Hauptbelastungen des Bauteiles aufnehmen oder dafür sorgen, dass Verformungen dieser Bauteile in kritischen Richtungen gezielt vermieden werden. Das Spritzgießmaterial besteht vorzugsweise aus einem thermoplastischen Polymer, wie beispielsweise Polyamid (PA6, PA66, PA66/6, PAPA, PPA, PA 4.6, PA12), Polyester (PBT, PET), Polypropylen (PP), PPS, PES, PESU, PEEK, ABS, PC, ASA oder dergleichen, das vorzugsweise mit Kurz- oder Langfasern, wie Glas-, Kohle-, Aramid-, oder Naturfasern, verstärkt ist. Die Platzierung und Ausrichtung der Thermoplastbänder kann beispielsweise basierend auf Spannungs-Verformungs-Simulationen der zu erwartenden Spannungen und Verformungen und/oder basierend auf Formfüllsimulationen, mit denen fertigungsspezifische Eigenschaften, wie Faserausrichtung und Bindenahtverläufe, simuliert werden können, vorgenommen werden.

[0034] Die Thermoplastbänder bilden Verstärkungsbänder, die im nicht verarbeiteten Zustand vorteilhaft aus quasi-endlosen Fasern bestehen, die in ein Matrixmaterial eingebettet sind. Die Fasern können insbesondere Glas-, Kohle-, Aramid- oder Naturfasern sein. Das Matrixmaterial kann insbesondere ein Thermoplast, wie Polyamid (PA6, PA66, PA66/6, PAPA, PPA, PA 4.6, PA12), Polyester (PBT, PET), Polypropylen (PP), PPS, PES, PESU, PEEK, ABS, PC, ASA und dergleichen sein. Be-

vorzugs-
weise ist das Matrixmaterial der Bänder gleich oder ähnlich dem Polymer des Spritzgiessmaterials. Die Ausrichtung der quasi-endlosen Fasern in solchen Bändern ist parallel zur Erstreckung der Thermoplastbänder und unidirektional. Dies ermöglicht eine sehr gezielte Einbringung der Faserverstärkung genau in einer Ausrichtung, in der die Verstärkungsfasern kritische Bauteilspannungen aufnehmen und/oder kritische Bauteilverformungen reduzieren können. Die Thermoplastbänder sind im Ausgangszustand quer zu ihrer Längserstreckung flexibel, sodass sie von einer Spule auf- und abgewickelt sowie in Bezug auf das zu fertigende Lüfterteil flexibel platziert werden können, beispielsweise in einem Spritzgiesswerkzeug oder einem Spritzgiessrohling. Solche Thermoplastbänder können auf dem Markt in großen Längen als Meterware auf Spulen aufgerollt kostengünstig bezogen werden.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Radiallüfterrad mit einem Deckring 1, der in bekannter Weise durch Lüfterflügel 2 mit einem Nabenring 3 verbunden ist. Der Deckring 1, die Lüfterflügel 2 und der Nabenring 3 sind durch Spritzgießen einstückig miteinander ausgebildet.

[0036] Beim Spritzgießen entstehen teilweise sichtbare Bindenähte, wenn beim Spritzgiessvorgang in der Werkzeugkavität zwei verschiedene Teilströme flüssigen Kunststoffmaterials zusammenfließen. Solche Bindenähte im Deckring 1 sind in Fig. 1 durch dünne gestrichelte Linien 4 angedeutet. Sie beeinträchtigen die Festigkeit des Deckrings 1 und damit letztlich auch des Lüfterrades. Die in das Material des Deckrings 1 eingebetteten Kurz- oder Langfasern richten sich im Wesentlichen entlang der Bindenähte 4 aus. Somit bilden die Bindenähte 4 häufig die Schwachstellen eines Deckrings 1 oder anderer Lüfterteile.

[0037] In den Deckring 1 sind darum im Ausführungsbeispiel die Verstärkungsbänder 5, 6 eingebettet, deren Lage durch dicke gestrichelte Linien gekennzeichnet sind. Sie erstrecken sich über den Umfang des Deckrings 1 und liegen etwa parallel zueinander. Die Verstärkungsbänder 5, 6 haben jeweils Abstand vom äußeren Rand 7 und vom inneren Rand 8 des Deckrings 1. Die Verstärkungsbänder 5, 6 sind ganz oder teilweise in das Material des Deckrings 1 eingebettet, d.h. sie befinden sich beim Spritzgiessvorgang in einem Bereich innerhalb der Kavität des zugehörigen Spritzgiesswerkzeugs und sind nach dem Spritzgiessvorgang fest und unlösbar mit dem umgebenden Kunststoff verbunden, können allerdings je nach Platzierung im Bauteil an der Oberfläche des fertigen Lüfterteils sichtbar sein. Die Verstärkungsbänder 5, 6 verlaufen quer zu den Bindenähten 4, welche sie, in Achsrichtung gemäß Fig. 1 gesehen, kreuzen. Da die Verstärkungsbänder 5, 6 über den Umfang des Deckrings 1 verlaufen, ist sichergestellt, dass unabhängig von der Zahl und/oder der Lage der Bindenähte 4 die Verstärkungsbänder 5, 6 die Bindenähte 4 kreuzen.

[0038] Die Verstärkungsbänder 5, 6 bestehen im nicht

verarbeiteten Zustand vorteilhaft aus quasi-endlosen Fasern, die in ein Matrixmaterial eingebettet sind. Im Verlaufe des Spritzgiessverfahrens werden diese Verstärkungsbänder in das Spritzgiessteil ganz oder teilweise eingebettet.

[0039] Aufgrund der Verstärkungsbänder 5, 6 hat der Deckring 1 trotz der vorhandenen Bindenähte 4 eine hohe Festigkeit. Das Radiallüfterrad kann darum auch bei sehr hohen Drehzahlen eingesetzt werden, selbst bei verhältnismäßig geringen Wandstärken des Deckrings 1.

[0040] Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 die Lage der Bindenähte 4 über den Umfang des Deckrings 1 nicht bekannt sein muss, weil die Verstärkungsbänder 5, 6 über den gesamten Umfang des Deckrings 1 verlaufen, ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 vorgesehen, die Verstärkungsbänder 5, 6 nur in den Bereichen vorzusehen, in denen sich die Bindenähte 4 befinden. Dem Fachmann ist es in der Regel bekannt, wo sich die Bindenähte beim Gießen des Lüfterrades im Deckring 1 bilden. Zusätzlich kann durch eine Formfüllsimulation der Verlauf des Spritzgießens des Laufrades simuliert werden, wobei die entstehenden Bindenähte 4 hinsichtlich ihrer Lage am Deckring 1 angegeben werden können. Der Verlauf von Bindenähten kann auch anhand von Musterlüfterrädern bestimmt werden, welche ohne Verstärkungsbänder gefertigt werden. Es ist dann möglich, die kurzen Verstärkungsbänder 5, 6 gezielt in der Spritzgiessform an den Stellen anzuordnen, an denen die Bindenähte 4 am Deckring 1 auftreten. Die kurzen Verstärkungsbänder 5, 6 sind in ihrer Länge auf die Bindenähte 4 so abgestimmt, dass die gewünschte Verstärkung erreicht wird.

[0041] Fig. 3 zeigt an einem Ausschnitt eines Radiallüfterrades eine weitere kritische Stelle an einem Lüfterrad. Es handelt sich hier um den Übergang zwischen einem Lüfterflügel 2 und einem Deckring 1 eines Radiallüfterrades. Solche Übergänge 9 können festigkeitskritische Stellen sein. Aus diesem Grunde ist dieser Übergangsbereich 9 durch die Verstärkungsbänder 5 verstärkt. Sie erstrecken sich quer zum Übergangsbereich 9 und sind teilweise oder vollständig in die Lüfterflügel 2 bzw. den Deckring 1 eingebettet. Die Verstärkungsbänder 5 können sich an der Oberfläche der Lüfterflügel 2 bzw. des Deckrings 1 befinden. Mit Hilfe von Spannungs-Verformungs-Simulationen oder Bruchbildern unverstärkter Lüfterräder können die Orte und mit Spannungs-Verformungs-Simulationen auch die Länge der Verstärkungsbänder 5 bestimmt werden, damit sie diese festigkeitskritischen Übergangsbereiche 9 ausreichend verstärken. Die Verstärkungsbänder 5 sind über die Länge der Übergangsbereiche 9 so platziert, dass der kritische Übergangsbereich 9 über seine Länge zuverlässig verstärkt wird.

[0042] Ein festigkeitskritischer Übergangsbereich 9 kann auch zwischen den Lüfterflügeln 2 und dem anderen Nabenring 3 bestehen. Dies gilt für Lüfterräder radialer, diagonaler oder axialer Bauart sowie für Vorleit- oder Nachleiträder von Lüftern (Statoren). Aus diesem

Grunde sind auch in diesen Übergangsbereichen die Verstärkungsbänder 5 an den erforderlichen Stellen vorgesehen.

[0043] Bei Axiallüfterrädern entsprechend Fig. 4 sind diese festigkeitskritischen Übergänge 9 am Übergang von den Lüfterflügeln 2 in einen Nabenring 3 vorgesehen. Die Lüfterflügel 2 stehen hier etwa radial von der Außenwand des Nabenringes 3 ab, der zylindrisch ausgebildet ist und an seiner Innenseite nach innen vorstehende Augen 11 aufweist, die wenigstens eine Durchtrittsöffnung 12 für Befestigungsschrauben aufweist. Die Übergangsstelle 9 verläuft an der Außenseite des Nabenringes 10 mit einer Steigung. Die Verstärkungsbänder 5 erstrecken sich wiederum quer, vorzugsweise senkrecht zur Übergangsstelle 9. Die Platzierung der Verstärkungsbänder 5 sowie auch ihre Länge werden durch eine Spannungs-Verformungs-Simulation einwandfrei bestimmt, so dass das Axiallüfterrad im Einsatz die gewünschte Festigkeit aufweist.

[0044] Es können pro Übergang 9 mehrere oder auch eine Vielzahl von Verstärkungsbändern 5 vorgesehen werden, je nach den gewünschten Anforderungen an das jeweilige Lüfterrad. In den Fig. 3 und 4 ist nur schematisch für jeden Übergang 9 ein Verstärkungsband 5 eingezeichnet.

[0045] Fig. 5 zeigt ein Radiallüfterrad mit den beiden Ringen 1, 3, zwischen denen sich die Lüfterflügel 2 erstrecken, die einstückig mit den beiden Ringen 1, 3 ausgebildet sind. Bei Lüfterflügeln sind häufig die Vorder- und Hinterkanten 13, 14 verformungskritisch. Im Einsatz kann ihre Durchbiegung häufig für die Funktionsweise des Lüfterrades kritische Werte erreichen. Aus akustischen Gründen sollen insbesondere die Hinterkanten 14 jedoch möglichst dünn sein. Mit Hilfe der Verstärkungsbänder kann diese Forderung erfüllt werden, ohne dass die Durchbiegung der Lüfterflügel im Betrieb des Lüfterrades kritische Werte erreicht. Bei den Lüfterflügeln 2 sind zumindest die Hinterkanten 14 durch die Verstärkungsbänder 5 verstärkt. Sie erstrecken sich vorteilhaft über die gesamte Länge der Hinterkante 14. Wie bei den vorigen Ausführungsformen sind die Verstärkungsbänder 5 teilweise oder vollständig in das Material des Lüfterflügels 2 eingebettet. Die Verstärkungsbänder 5 sind so längs der Hinterkante 14 vorgesehen, dass sie geringen Abstand von der Hinterkante haben.

[0046] Ein Verstärkungsband 5 kann auch an der Vorderkante 13 vorgesehen sein. Auch in diesem Fall ist das Verstärkungsband 5 teilweise oder vollständig in das Material des Lüfterflügels 2 eingebettet. Das Verstärkungsband 5 erstreckt sich vorteilhaft über die gesamte Länge der Vorderkante 13.

[0047] Es ist weiter möglich, die Verstärkungsbänder 5 an der Vorderkante 13 und an der Hinterkante 14 des Lüfterflügels 2 vorzusehen, wenn dies aus Festigkeits- bzw. Belastungsgründen erforderlich sein sollte. Es ist auch denkbar, in mittleren Bereichen über die gesamte Breite eines Lüfterflügels zwischen dessen Vorderkante 13 und Hinterkante 14 Bänder vorzusehen, welche sich

in Spannweitenrichtung, also quer zu Naben- bzw. Deckring, erstrecken, um die Durchbiegung der Lüfterflügel zu reduzieren.

[0048] Die Länge und/oder die Breite des Bereiches, in dem die Verstärkungsbänder 5 vorgesehen sind, sowie deren Ausrichtung werden durch Spannungs-Verformungs-Simulationen vorab berechnet und bestimmt. Der Einsatz der Verstärkungsbänder 5 erlaubt es, die Lüfterflügel 2 verhältnismäßig dünn auszubilden, wodurch eine beträchtliche Materialeinsparung möglich ist. Aufgrund der Verstärkungsbänder 5 können die Lüfterflügel 2 dünner ausgebildet sein als die herkömmlichen Lüfterflügel, die lediglich mit den spritzvergossenen Kurz- oder Langfasern versehen sind. Es kann auch unter Umständen ein kostengünstiger und/oder leichter Kunststoff für das Spritzgiessverfahren verwendet werden, beispielsweise mit geringerem Fasergehalt, da die Verstärkungsbänder den umgebenden Kunststoff entlasten können.

[0049] Fig. 6 zeigt ein Axiallüfterrad mit dem Nabenring 3 und den quer von ihm abstehenden Lüfterflügeln 2. Sie haben die Vorderkante 13 sowie die Hinterkante 14. Die Vorderkante 13 sowie die Hinterkante 14 haben einen sichelförmigen Verlauf. Solche gesichelten Axiallüfterflügel verformen sich im Betrieb häufig sehr stark in radialer Richtung. Es besteht dabei die Gefahr, dass die Lüfterflügel 2 an dem sie umgebenden Wandring streifen. Aus diesem Grunde wird bei den herkömmlichen Lüfterflügeln aus spritzgegossenem Kunststoff die Sichelung verringert, was allerdings dazu führt, dass die Akustikwerte größer werden.

[0050] Durch den Einsatz der Verstärkungsbänder 5 ist es möglich, die Lüfterflügel 2 mit einer optimalen Sichelung zu versehen, so dass die Akustikwerte im optimalen Bereich liegen, ohne dass die Gefahr besteht, dass sich die Axiallüfterflügel 2 stark verformen. Insbesondere wird durch den Einsatz der Verstärkungsbänder 5 verhindert, dass die Lüfterflügel 2 an dem umgebenden Wandring streifen.

[0051] Die Verstärkungsbänder 5 werden so innerhalb der Lüfterflügel 2 positioniert, dass die Verformung der Lüfterflügel 2 minimiert ist. Die Verstärkungsbänder 5 erstrecken sich im dargestellten Ausführungsbeispiel über den größten Teil der spannweiten Längen der Lüfterflügel 2. Mit Hilfe von Spannungs-Verformungs-Simulationen kann die Position sowie die Zahl der Verstärkungsbänder 5 festgelegt werden.

[0052] Die Lüfterflügel 2 können gewunden ausgebildet sein oder jede andere für den Einsatzfall erforderliche Form aufweisen. Die Verstärkungsbänder 5 stellen sicher, dass die Lüfterflügel sich im Betrieb nicht unzulässig stark verformen können. Die Verstärkungsbänder 5 sind wiederum teilweise oder vollständig in das Spritzgiessmaterial der Lüfterflügel 2 eingebettet. Die Länge der einzelnen Verstärkungsbänder 5 innerhalb eines Lüfterflügels 2 sowie ihr Abstand voneinander kann durch Spannungs-Verformungs-Simulationen bestimmt werden.

[0053] Anhand von Fig. 7, welche schematisch eine

Axialansicht eines Axiallüfterflügels zeigt, soll der Begriff Sichelung eines Axiallüfterflügels definiert werden. Durch den Lüfterflügel 2 werden zur Lüfterradachse 15 koaxiale Zylinderschnitte gelegt. Unvollständige Zylinderschnitte von Lüfterflügeln sollen dabei nicht betrachtet werden. Ein vollständiger Zylinderschnitt beinhaltet als eine zusammenhängende Fläche Lüfterflügelbereiche von der Vorderkante 13 bis zur Hinterkante 14. Die Mittellinien 18 dieser Zylinderschnitte haben jeweils ihren längenmäßigen Mittelpunkt 19. Die spezielle Mittellinie 18a des radial äußersten vollständigen Zylinderschnitts hat den Mittelpunkt 19a. Jeder Mittelpunkt 19 definiert mit der Lüfterradachse 15 eine Ebene 16, speziell bildet der Mittelpunkt 19a mit der Lüfterradachse die Ebene 16a. Für jede radiale Position ist nun der Winkel α zwischen der zugehörigen Ebene 16 und der Ebene 16a definiert. Mit dem Verlauf des Winkels α wird hier die Sichelung eines Axiallüfterflügels definiert. Von einem stark gesichelten Flügel wird gesprochen, wenn der maximal auftretende Betrag von α größer als 10° ist, von einem sehr stark gesichelten, wenn dieser maximale Betrag größer als 20° ist. Es ist bekannt, dass eine starke Sichelung vorteilhaft insbesondere für niedrige Lärmission eines Axiallüfters ist.

[0054] Anhand von Fig. 8 wird ein weiterer kritischer Bereich eines Axiallüfterrades beschrieben. Es besteht aus Einzelflügeln 2a, die an einen Nabenring 3 angesetzt werden. Jeder Einzelflügel 2a besteht aus jeweils einem Lüfterflügel 2 und einem Anbindungselement 20, welches im Ausführungsbeispiel als Flügelfuß ausgeführt ist, mit dem er am Nabenring 3 in einer bekannten Weise befestigt wird. Bei solchen Einzelflügeln 2a ist eine kritische Stelle der Übergang vom Anbindungselement 20 in den Lüfterflügel 2. Hier erfolgt die Krafteinleitung vom Anbindungselement 20 in den Lüfterflügel 2. Dieser Bereich ist, wie durch die gestrichelten Linien veranschaulicht, mit den Verstärkungsbändern 5 verstärkt.

[0055] Ein als Flügelfuß ausgeführtes Anbindungselement 20 hat vorteilhaft kreisförmigen Umriss und ist etwa pilzförmig ausgebildet. Die Verstärkungsbänder 5 erstrecken sich vom Anbindungselement 20 bis in den Lüfterflügel 2. Sie verlaufen hierbei quer zum Übergangsbereich 9 zwischen dem Anbindungselement 20 und dem Lüfterflügel 2. Die Verteilung sowie die Länge der Verstärkungsbänder 5 können wiederum durch Spannungs-Verformungs-Simulationen festgelegt werden. Die Verstärkungsbänder 5 stellen sicher, dass am kritischen Bereich 9 hohe Kräfte aufgenommen werden können, ohne ein Abbrechen des Einzelflügels 2a an der Übergangsstelle 9 befürchten zu müssen. Die Verstärkungsbänder 5 sind vorteilhaft über den Umfang des als Flügelfuß ausgeführten Anbindungselements 20 verteilt angeordnet und teilweise oder ganz in das Material des Einzelflügels 2a eingebettet.

[0056] Anbindungselemente 20 eines Einzelflügels 2a können auch eine andere Ausführungsform aufweisen als die eines Flügelfusses. Beispielsweise kann ein Einzelflügel 2a mit einer Schraube an einem entsprechend

gestalteten Nabenring 3 befestigt werden. Die Anbindungselemente 20 bestehen dann dementsprechend aus einer entsprechenden Auflagefläche seitlich am Einzelflügel 2a, an der der Einzelflügel 2a im zusammengebauten Zustand an einem Gegenstück des Nabenrings 3 anliegt, sowie einem Durchgangsloch für eine Schraube. Auch solche Anbindungselemente 20 bzw. ihr Übergang 9 zum Lüfterflügel 2 sind hochbelastete Bereiche und können vorteilhafterweise mit Verstärkungsbändern 5, 6 verstärkt werden. Bei einem Anbindungselement 20 mit einem Durchgangsloch kann insbesondere ein Verstärkungsband, welches im Spritzgiessmaterial das Durchgangsloch umfängt, den Einzelflügel 2a vorteilhaft verstärken.

[0057] Die Fig. 9 und 10 zeigen ein Axiallüfterrad, bei dem der Nabenring 3 im Materialinneren mit Verstärkungsbändern 5 verstärkt ist. Die Nabenringe 3 sind im Betrieb häufig hochbelastete Teile, weil sie die Kraftübertragung vom Motor auf die Flügel 2 gewährleisten müssen. In manchen Fällen werden die Nabenringe 3 auch auf eine Welle oder andere Aufnahmen aufgespreßt, was zu zusätzlichen Spannungen im Nabenring 3 führt.

[0058] Diese hohen Belastungen des Nabenringes 3 werden dadurch aufgefangen, dass in den Nabenring 3 das Verstärkungsband 5 eingebettet wird. Es verläuft im Ausführungsbeispiel wendelförmig nahezu über die gesamte axiale Höhe des Nabenringes 3. Die Steigung des Verstärkungsbandes 5 sowie der Höhenbereich, in dem sich das Verstärkungsband befindet, richten sich nach den kritischen Bereichen innerhalb des Nabenringes 3. Die Position und der Verlauf des wendelförmigen Verstärkungsbandes 5 kann wiederum durch Spannungs-Verformungs-Simulationen ermittelt werden. Das Verstärkungsband 5 ist teilweise oder vollständig in das Material des Nabenringes 3 eingebettet.

[0059] Je nach Belastung des Nabenringes 3 kann auch mehr als nur ein Verstärkungsband 5 vorgesehen sein, wobei diese mehreren Verstärkungsbänder jeweils wendelförmig verlaufend im Nabenring 3 angeordnet werden. Mehrere Lagen wendelförmig verlaufender Verstärkungsbänder können auch so angebracht sein, dass sich die Verstärkungsbänder benachbarter Lagen kreuzen. Verstärkungsbänder 5 können auch in etwa kreisförmig verlaufend im Nabenring 3 eingebracht sein.

[0060] Fig. 11 zeigt einen Nabenkörper 22 eines aus Einzelflügeln 2a mit einem als Flügelfuß ausgebildeten Anbindungselement 20 aufgebauten Axiallüfterrades. Zwei solcher Nabenkörper 22 werden spiegelbildlich zueinander fest miteinander verbunden, wobei zwischen den beiden Nabenkörpern die Einzellüfterflügel 2a gemäß Fig. 7 mit ihrem als Flügelfuß ausgebildeten Anbindungselement 20 verspannt werden. Der Nabenkörper 22 hat über seinen Umfang verteilt Vertiefungen 23, die jeweils ein Anbindungselement 20 des Einzelflügels 2a aufnehmen.

[0061] Der Nabenkörper 22 hat einen Boden 24, in dem sich zentral eine Öffnung 25 befindet. Im montierten

Zustand ragt durch die Öffnung 25 eine Welle, auf welcher der Nabenkörper 22 befestigt wird. Die Öffnung 25 ist von einer umlaufenden Ringwand 26 umgeben. Längs des äußeren Randes des Bodens 24 verläuft ein umlaufender Rand 27, der in Axialrichtung des Nabenkörpers 22 höher ist als die Ringwand 26. In der Stirnseite des ringförmigen hochgestellten Randes 27 sind die Vertiefungen 23 angeordnet. Im Bereich zwischen den benachbarten Vertiefungen 23 liegen Aufnahmeöffnungen 28 für Schrauben, mit denen die beiden Nabenkörper 22 unter Zwischenlage der als Flügelfüße ausgebildeten Anbindungselemente 20 gegeneinander verschraubt werden. Durch die Verspannungsprozesse entstehen im Nabenkörper 22 sehr hohe Spannungen. Aus diesem Grunde werden häufig Nabenkörper aus metallischem Werkstoff eingesetzt. Durch Einsatz der Verstärkungsbänder 5 ist es möglich, die Nabenkörper 22 trotz der hohen Spannung aus Kunststoffspritzguss herzustellen. Die Verstärkungsbänder 5, 6 verlaufen über den Umfang des Nabenkörpers 22 und sind im Rand 27 vorgesehen. Die beiden Verstärkungsbänder 5, 6 verlaufen nahe der Stirnseite 29 des Randes 27 und werden so um die Vertiefungen 23 herumgeführt, dass sie mit geringem Abstand zum Boden 30 der Vertiefungen 23 verlaufen. Die Verstärkungsbänder 5, 6 werden so positioniert, dass sie nicht in den Bereich der Aufnahmeöffnungen 28 kommen. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel sind die Verstärkungsbänder 5, 6 teilweise oder vollständig in das Material des Nabenkörpers 22 eingebettet.

[0062] Im Ausführungsbeispiel sind zwei etwa parallel zueinander liegende Verstärkungsbänder 5, 6 vorgesehen. Je nach den auftretenden Belastungen im Nabenkörper 22 können weitere Verstärkungsbänder an den erforderlichen Bereichen in das Material des Nabenkörpers 22 eingebettet werden. Die Verstärkungsbänder 5, 6 sind so vorgesehen, dass sie die Spannungen, die im Bereich der Vertiefungen 23 auftreten, aufnehmen können. Wenn darum die Einzelflügel 2a mit ihrem als Flügelfuß ausgeführten Anbindungselement 20 in den Vertiefungen 23 der beiden Nabenkörper 22 verspannt werden, lassen sich die Spannungen mit Hilfe der Verstärkungsbänder 5, 6 sicher aufnehmen. Dies hat zur Folge, dass die Nabenkörper 22 nicht mehr aus metallischem Werkstoff, sondern als Kunststoffspritzgussteile gefertigt werden können.

[0063] Im in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel werden zwei gleiche Nabenkörper 22 spiegelbildlich zu einem Nabenring 3 gegeneinander verschraubt. Bei ähnlichen Ausführungsformen können auch zwei oder mehrere unterschiedliche Nabenkörper zu einem Nabenring 3 miteinander verbunden werden, so dass die als Flügelfüße ausgebildeten Anbindungselemente 20 in dem Nabenring 3 verklemmt sind. Die mit dem Verklemmen der Flügelfüße einhergehenden hohen Bauteilspannungen in einem oder mehreren der Nabenkörper können sinngemäß mit eingebetteten Verstärkungsbändern abgefangen werden.

[0064] Im in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel

wird der Nabenring auf einer Welle befestigt. Andere Ausführungsformen können so gestaltet sein, dass sie auf dem Flansch beispielsweise eines Außenläufermotors befestigt werden können. Bei solchen Nabenringen können die Teile 24, 26 komplett fehlen.

[0065] Fig. 12 zeigt eine weitere kritische Stelle an einem Lüfterrad. Dargestellt ist als Ausschnitt der Bereich, in dem das Lüfterrad an einem Motor oder an einem Adapter befestigt wird, ähnlich dem in Fig. 1 zu erkennenden inneren Bereich zur Befestigung des Nabenrings 3 an einem Motor oder einem Adapter. Hierfür sind Befestigungslöcher 31 vorgesehen, die über den Umfang einer zentralen Öffnung 32 im Nabenring 3 verteilt angeordnet sind. Zwischen den Befestigungslöchern 31 und dem Rand 33 der Öffnung 32, welche insbesondere die Funktion der Zentrierung zu einem Motor oder einer Adapternabe übernimmt, befinden sich schmale Bereiche 34, die Schwachstellen des Nabenrings 3 darstellen. Darüber hinaus entstehen in diesen schmalen Bereichen 34 oft Bindenähte 4, die zu einer weiteren Schwächung des ohnehin schon festigkeitsschwachen Bereiches 34 führen.

[0066] Aus diesem Grunde sind die Befestigungslöcher 31 über ihren Umfang durch ein Verstärkungsband 5 verstärkt. Die Verstärkungsbänder 5 liegen mit Abstand vom Rand der Befestigungslöcher 31 sowie vom Rand 33 der zentralen Öffnung 32 und sind wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen teilweise oder vollständig in das Material des Nabenrings 3 eingebettet. Aufgrund der Verstärkungsbänder 5 können in die Befestigungslöcher 31 Buchsen oder dergleichen eingepresst werden, ohne dass sich diese Maßnahme nachteilig auf die Festigkeit in den schmalen Bereichen 34 auswirkt.

[0067] Fig. 13 zeigt eine Adapternabe 35 eines Lüfters, die ebenfalls aus Kunststoffspritzguss besteht. Die Adapternabe 35 hat die zentrale, mittige Öffnung 36, die im Ausführungsbeispiel von zwei mit Abstand zueinander liegenden Verstärkungsbändern 5, 6 umgeben ist. Die Verstärkungsbänder 5, 6 sowie der Rand 37 der Öffnung 36 liegen etwa coaxial bzw. konzentrisch zueinander. Aufgrund dieser Ausbildung können die sehr hohen Spannungen aufgenommen werden, die durch das Aufpressen der Adapternabe 35 auf eine Welle oder einen Konus entstehen. Die Verstärkungsbänder sind teilweise oder vollständig in das Material der Adapternabe 35 eingebettet. Die Zahl und der Verlauf der Verstärkungsbänder 5, 6 um die zentrale Öffnung 36 kann durch eine Spannungs-Verformungs-Simulation optimiert werden, so dass die Verstärkungsbänder 5, 6 so angeordnet werden können, dass eine maximale Verstärkung der Adapternabe 35 im Bereich der Öffnung 36 erreicht wird.

[0068] Fig. 14 zeigt beispielhaft im Querschnitt drei übereinander angeordnete Verstärkungsbänder 5, 6, die in ein Bauteil aus Kunststoff eines Lüfters (Lüfterteil) eingebracht sind. Sie sind im Ausführungsbeispiel gleich ausgebildet, können je nach Einsatzfall aber auch eine unterschiedliche Ausbildung haben. Die Verstärkungsbänder 5 sind vollständig in das Material des Lüfterteiles

38 eingebettet. Die gleich ausgebildeten Verstärkungsbänder 6 sind nur teilweise in das Material des Lüfterteiles 38 eingebettet und sind an der Oberfläche des fertigen Lüfterteiles 38 sichtbar. Die Verstärkungsbänder 5, 6 haben die quasi endlosen Fasern 39, die in die Matrix 40 eingebettet sind. Die Fasern 39 sind unidirektional ausgerichtet und verlaufen parallel zueinander. Die Fasern 39 können insbesondere hohe Zugspannungen senkrecht zur Zeichnungsebene aufnehmen. Darum sind die Verstärkungsbänder 5, 6 so im Spritzgiessbauteil angeordnet, dass die Fasern 39 die entsprechenden Spannungen aufnehmen können. Die genaue Platzierung der Verstärkungsbänder 5, 6 sowie die Lage der Fasern 39 können beispielsweise durch Spannungs-Verformungs-Simulationen optimiert werden.

[0069] Fig. 15 zeigt einen Schnitt durch einen Lüfterflügel 2, wie er sich beispielsweise bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 5, 6 oder 17 darstellen kann. Er hat im Querschnitt das Profil eines Tragflügels und weist im Bereich der Vorderkante 13 sowie im Bereich der dünnen Hinterkante 14 jeweils ein Verstärkungsband 5 auf. Insbesondere das Verstärkungsband 5 im Bereich der dünnen Hinterkante 14 führt zu einer sehr hohen Belastbarkeit des Lüfterflügels 2.

[0070] Je nach Belastbarkeit des Lüfterflügels 2 können im Bereich zwischen der Vorderkante 13 und der Hinterkante 14 weitere Verstärkungsbänder in den Lüfterflügel 2 eingebettet sein.

[0071] Das Profil des Lüfterflügels 2 ist vorteilhaft so ausgebildet, dass seine Dicke d sowohl von der Vorderkante 13 als auch von seiner Hinterkante 14 aus stetig zunimmt. Die maximale Dicke d_{max} weist der Lüfterflügel 2 in einem Bereich auf, der näher bei der Vorderkante 13 als bei der Hinterkante 14 liegt.

[0072] Um niedrige Akustikwerte zu erreichen, ist die Hinterkante 14 des Lüfterflügels 2 gemäß Fig. 15 besonders dünn ausgebildet. Um dies zu erreichen, nimmt die Flügeldicke des ohnehin schon dünnen Flügelprofils über den relativ kurzen Bereich sh_k nahe der Hinterkante nochmals stark ab. So kann beispielsweise die Flügeldicke in einem Bereich sh_k , welcher kleiner als 10% der gesamten Sehnenlänge ist, zur Hinterkante 14 hin nochmals um 30%-70% abnehmen. Bei derart dünn zulauenden Hinterkanten verhindert die Einbringung eines oder mehrerer Verstärkungsbänder 5 in Spannweitenrichtung (quer zur Zeichnungsfläche) eine zu große Verformung im Betrieb.

[0073] Fig. 16 zeigt die Adapternabe 35, bei der die Befestigungslöcher 31 nahe dem äußeren Rand 41 vorgesehen sind. Die Befestigungslöcher 31 sowie die zentrale Öffnung 36 sind jeweils von Verstärkungsbändern 5 umgeben. Die Befestigungslöcher 31 sind beispielhaft jeweils von einem Verstärkungsband 5 und die zentrale Öffnung 36 beispielhaft von zwei Verstärkungsbändern 5, 6 umgeben. Die Anordnung und der Verlauf der Verstärkungsbänder 5, 6 entspricht dem anhand von Fig. 13 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Die die Befestigungsöffnungen 31 umgebenden Verstärkungsbänder 5

sind entsprechend Fig. 12 vorgesehen und angeordnet.

[0074] Das Beispiel gemäß Fig. 16 zeigt, dass am Lüfter gleichzeitig unterschiedlichste Teile des Lüfters durch die Verstärkungsbänder 5, 6 verstärkt werden können.

[0075] Fig. 17 zeigt schließlich ein mit Verstärkungsbändern verstärktes Lüfterrad aus Kunststoffspritzguss, welches ein Nachleitrad ist. Im Sinne der vorliegenden Erfindung stellen neben Laufrädern axialer, diagonaler oder radialer Bauart auch Vorleit- oder Nachleiträder Lüfterräder dar. Das Nachleitrad gemäß Fig. 17 besteht im Wesentlichen aus Lüfterflügeln 2, einem Nabenring 3 sowie einem Deckring 1. Das Nachleitrad hat im Ausführungsbeispiel neben aerodynamischen Funktionen auch die Funktion der Aufhängung eines (nicht dargestellten) Motors mit (nicht dargestelltem) rotierendem Axiallüfterrad, welche in eingebautem Zustand vom Deckring 1 des Nachleitrads umgeben sind. Zur Befestigung des Motors ist am Nabenring 3 ein Flansch 43 vorgesehen, in dem noch Bohrungen 31 zur Fixierung eines Motors vorgesehen sind. Zur Befestigung des Nachleitrads an einer Gerätwand oder dergleichen ist am Deckring 1 ein weiterer Befestigungsflansch 44 mit Bohrungen 42 vorgesehen. Das Nachleitrad muss nun ein Motorlüfterrad bei Transport, Lagerung und Betrieb lagesicher relativ zur Gerätwand und insbesondere auch relativ zum Deckring 1 halten. Die Flügel eines Motorlüfterrades dürfen nicht an der Innenwand 45 des Deckrings 1 des Nachleitrades streifen. Deswegen ist selbst unter hohen Belastungen nur eine sehr geringe Verformung des Flansches 43 des Nabenrings 3 relativ zum Deckring 1 zulässig. Somit dürfen sich die Flügel 2 des Nachleitrades nur in äußerst geringem Maße verformen. Um dies bei vertretbarem Materialeinsatz in einem Kunststoffspritzgiesseteil zu ermöglichen, sind in den Bereichen von Vorderkante 13 und Hinterkante 14 der Lüfterflügel 2 jeweils ein oder mehrere Verstärkungsbänder 5, 6 eingebracht, welche ganz oder teilweise in sie umgebenden Kunststoff eingebettet sind. Solche Verstärkungsbänder werden vorteilhaft an allen Lüfterflügeln 2 des Nachleitrads vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel verstärken diese Bänder gleichzeitig auch die Übergänge 9 zwischen Lüfterflügeln 2 und Naben- bzw. Deckring 3, 1.

[0076] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 17 sind auch die Bohrungen 42 noch mit Verstärkungsbändern verstärkt, ähnlich wie die Bohrungen 31 im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 12. Auch im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 17 sind Bindenähte und hohe Belastungen in den Bereichen der Bohrungen 42 zu erwarten. Die Verstärkungsbänder 5 befinden sich in diesem Ausführungsbeispiel allerdings in den Bohrungen 42 an der Werkstückoberfläche, d.h. sie sind nicht vollständig im umgebenden Kunststoff eingebettet. Die Verstärkungsbänder wurden vor dem Spritzgiessprozess direkt auf die Stifte im Spritzgiesswerkzeug, welche die Negativteile der Bohrungen darstellen, aufgewickelt und dann umspritzt. Vorteilhaft werden die Bänder noch auf den Stiften fixiert, beispielsweise mit einem speziellen Klebstoff, beispielsweise einem Thermoklebstoff.

[0077] Anhand der verschiedenen Beispiele wird ersichtlich, dass Lüfterräder sowie andere Lüfterteile, wie beispielsweise Nabenkörper, Wandringe oder Aufhängungen, aus spritzgegossenem, faserverstärktem Kunststoff mit einer hohen Festigkeit hergestellt werden können, indem zusätzlich im Spritzgiessteil die quasi-endlosfaserverstärkten Bänder 5, 6 ganz oder teilweise eingebettet sind. Diese Verstärkungsbänder 5, 6 werden gezielt im Hinblick auf ihre Position und in ihrer Wirkungsrichtung so in das Bauteil eingebracht, dass die gewünschte Verstärkung erreicht wird. Die Verstärkungsbänder 5, 6 können über entsprechende Vorrichtungen vor dem Spritzgiessvorgang im Spritzgiesswerkzeug selbst platziert und mit geeigneten Vorrichtungen gehalten werden. Wird der Kunststoff in das Spritzgiesswerkzeug eingebracht, werden die Verstärkungsbänder von der flüssigen Kunststoffmasse ganz oder teilweise umgossen.

[0078] Beispielsweise können die Verstärkungsbänder im Spritzgiesswerkzeug durch spezielle Stifte gehalten werden, die vor Beendigung des Spritzgiessvorgangs so zurückgezogen werden, dass die Bereiche, die zu Beginn des Spritzgiessvorgangs noch von den Stiften eingenommen wurden, noch mit Kunststoffschmelze verfüllt werden.

[0079] Eine weitere sehr vorteilhafte Methode der Platzierung der Verstärkungsbänder im Spritzgiesswerkzeug besteht darin, sie an den Innenwänden des Spritzgiesswerkzeugs im Bereich der Werkzeugkavität zu befestigen. Dies kann vorzugsweise durch Kleben erreicht werden, beispielsweise mit einem Thermoklebstoff, der seine klebende Wirkung erst bei der erhöhten Temperatur des Spritzgiesswerkzeugs entfaltet. Bei dieser Technik kann ein Verstärkungsband zumindest teilweise an der fertigen Werkstückoberfläche sichtbar vorhanden sein.

[0080] Es ist aber auch möglich, einen Spritzgiessrohling vorzufertigen, welcher noch nicht das gesamte Volumen des fertigen Bauteils aufweist, und an ihm das Verstärkungsband 5, 6 zu befestigen, was beispielsweise in einfacher Weise durch Schweißen oder Kleben durchgeführt werden kann. Dieser Spritzgiessrohling mit dem befestigten Verstärkungsband wird dann in einem weiteren Spritzgiessvorgang nochmals umgossen, so dass der Spritzgiessrohling auf die fertige Kontur gebracht wird.

[0081] Wie anhand der verschiedenen Beispiele erläutert, können im Spritzgiessteil ein oder mehrere Verstärkungsbänder eingebracht sein. Sie werden so positioniert und ausgerichtet, dass sie die Hauptbelastungen des jeweiligen Bauteiles aufnehmen oder Verformungen in kritischen Richtungen gezielt vermeiden. Auch fertigungsbedingte Schwachstellen, insbesondere die Bindenähte 4, können gezielt durch den Einsatz der Verstärkungsbänder 5 verstärkt werden.

[0082] Die Positionierung und Ausrichtung der Verstärkungsbänder innerhalb des Spritzgiessteiles kann durch Spannungs-Verformungs-Simulationen im Hin-

blick auf die zu erwartenden Spannungen und Verformungen simuliert und optimiert werden. Mit Formfüllsimulationen können fertigungsspezifische Eigenschaften simuliert werden, wie Faserausrichtung und Bindenahtverläufe.

[0083] Formfüllsimulationssoftware und Spannungs-Verformungs-Simulationssoftware sind allgemein bekannt und im Handel erhältlich.

[0084] Lüfterräder, Lüfterflügel, Adapternaben, Aufhängungen oder sonstige Lüfterteile können vollständig aus Kunststoff gefertigt werden. Die Laufräder können mit hohen Grenzdrehzahlen betrieben werden. Aufgrund der Verstärkungsbänder 5, 6 muss kein teures Material, wie metallischer Werkstoff, eingesetzt werden, sondern es kann der kostengünstige Kunststoff zur Herstellung verwendet werden. Trotz des kostengünstigeren Materials können gleiche oder sogar höhere Grenzdrehzahlen erreicht werden wie bei Verwendung von metallischem Werkstoff. Die Verformungen im Betriebszustand, beispielsweise bei stark geschalteten Axiallüftern, werden erheblich reduziert. Wandstärken und somit Spritzgiessmaterialeinsatz bei der Fertigung von Lüfterteilen können reduziert werden.

Patentansprüche

1. Lüfter mit mindestens einem Lüfterrad mit Lüfterflügeln (2), welche mit mindestens einem Ring (1, 3) miteinander verbunden sind, wobei mindestens ein Lüfterrad, ein Lüfterflügel (2) und/oder ein anderes Lüfterteil (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) mindestens einen belastungskritischen Bereich aufweist, der mit mindestens einem Verstärkungselement (5, 6) verstärkt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungselement (5, 6) ein von einer Spule abwickelbares Band ist, welches aus einer Thermoplastmatrix besteht, die unidirektionale, parallel zur Länge des Verstärkungsbandes verlaufende, quasi endlose Fasern umschließt, und dass das Lüfterteil (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) ein aus thermoplastischem Kunststoff gespritztes Teil ist, in das das Verstärkungselement (5, 6) teilweise oder vollständig eingebettet ist.
2. Lüfter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungsband (5, 6) eine Ein- oder Ausströmöffnung eines Rings (1, 3) des Lüfterrades mit Abstand ringförmig umgibt, und dass das Verstärkungsband (5, 6) vorzugsweise quer zu mindestens einer Bindenaht (4) eines Lüfterteiles (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) verläuft und diese kreuzt.
3. Lüfter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Verstärkungsbänder (5, 6) über- und/oder nebeneinander und/oder quer zueinander im Lüfterteil (1, 2, 3, 20,

22, 35, 38) angeordnet sind.

4. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsbänder (5, 6) nahe der Vorder- und/oder der Hinterkante (13, 14) von Lüfterflügeln (2) vorgesehen sind und sich vorzugsweise längs der Vorder- und/oder der Hinterkante (13, 14) der Lüfterflügel (2) erstrecken. 5
5. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsbänder (5, 6) im Bereich von Lüfterflügeln (2) über deren Breite zwischen Vorderkante (13) und Hinterkante (14) verteilt angeordnet sind und sich jeweils etwa in Spannweitenrichtung der Lüfterflügel (2) erstrecken. 10
6. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass im Nabenring (3) und/oder Deckring (1) wenigstens ein Verstärkungsband (5) vorzugsweise wendelförmig über den Umfang des Nabenrings (3) bzw. des Deckrings (1) verläuft. 20
7. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsbänder (5, 6) am Übergang (9) von einem Lüfterflügel (2) zu wenigstens einem Ring (1, 3) so vorgesehen sind, dass sie den Übergang (9) kreuzen. 25
8. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass das Lüfterrad Einzelflügel (2a) hat, welche jeweils einteilig aus einem Lüfterflügel (2) und einem Anbindungselement (20) bestehen, vorzugsweise als Flügelfuß ausgebildet, mit dem die Einzelflügel (2a) an einen Nabenring (3) angebunden sind, und dass vorteilhaft im Anbindungselement (20) Verstärkungsbänder (5, 6) untergebracht sind, die sich vorzugsweise quer über den Übergangsbereich (9) zwischen Anbindungselement (20) und Lüfterflügel (2) hinaus in den Lüfterflügel (2) erstrecken. 30
9. Lüfter nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Nabenring (3) aus wenigstens zwei gegeneinander geklemmten Nabenkörpern (22) besteht, und dass vorteilhaft nahe der Stirnseite (29) eines ringförmigen Nabenkörpers (22) wenigstens ein Verstärkungsband (5, 6) vorgesehen ist, das sich über den Umfang des Nabenkörpers (22) erstreckt. 40
10. Lüfter nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Verstärkungsband (5, 6) wenigstens eine Befestigungsöffnung (31, 42) eines Lüfterteiles (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) umgibt. 45

11. Verfahren zur Herstellung eines Lüfterteils eines Lüfters nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem ein Lüfterrad, ein Lüfterflügel (2) oder ein anderes Lüfterteil (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) in einem Spritzgiesswerkzeug hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass in das Spritzgiesswerkzeug wenigstens ein Verstärkungsband (5, 6) eingelegt und positioniert wird, das zuvor von einer Spule abgewickelt und auf die richtige Länge abgetrennt worden ist, und dass anschließend der Kunststoff eingespritzt wird, der das Verstärkungsband (5, 6) teilweise oder vollständig umschließt. 5
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Verstärkungselement (5, 6) vor dem eigentlichen Spritzgiessvorgang an der Werkzeuginnenwand im Bereich der Werkzeugkavität des Spritzgiesswerkzeuges lagesicher fixiert wurde, vorzugsweise mit einem Thermoklebstoff, und somit nur teilweise in den umgebenden Kunststoff eingebettet ist. 10
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Verstärkungselement (5, 6) durch Stifte lagesicher in der Kavität des Spritzgiesswerkzeuges fixiert wird, welche vor Beendigung des Spritzgiessvorgangs so aus der Werkzeugkavität zurückgezogen werden, dass ein Bereich, in dem sie sich zu Beginn des Spritzgiessvorgangs noch befunden haben, mit Kunststoffschmelze geschlossen wird. 25
14. Verfahren zur Herstellung eines Lüfters nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem ein Lüfterrad, ein Lüfterflügel (2) oder ein anderes Lüfterteil (1, 2, 3, 20, 22, 35, 38) in einem Spritzgiesswerkzeug hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Spritzgiessrohling vorgefertigt und an ihm mindestens ein Verstärkungsband (5, 6) befestigt wird, vorzugsweise durch Schweißen oder Kleben, und dass der Spritzgiessrohling anschließend mit weiterem thermoplastischen Kunststoff so umspritzt wird, dass das Verstärkungsband (5, 6) teilweise oder vollständig umschlossen ist. 30
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Positionierung eines Verstärkungsbandes (5, 6) im Spritzgiesswerkzeug bzw. am Spritzgiessrohling basierend auf einer Spannungs-Verformungs-Simulation und/oder einer Formfüllsimulation vorgenommen wird. 45

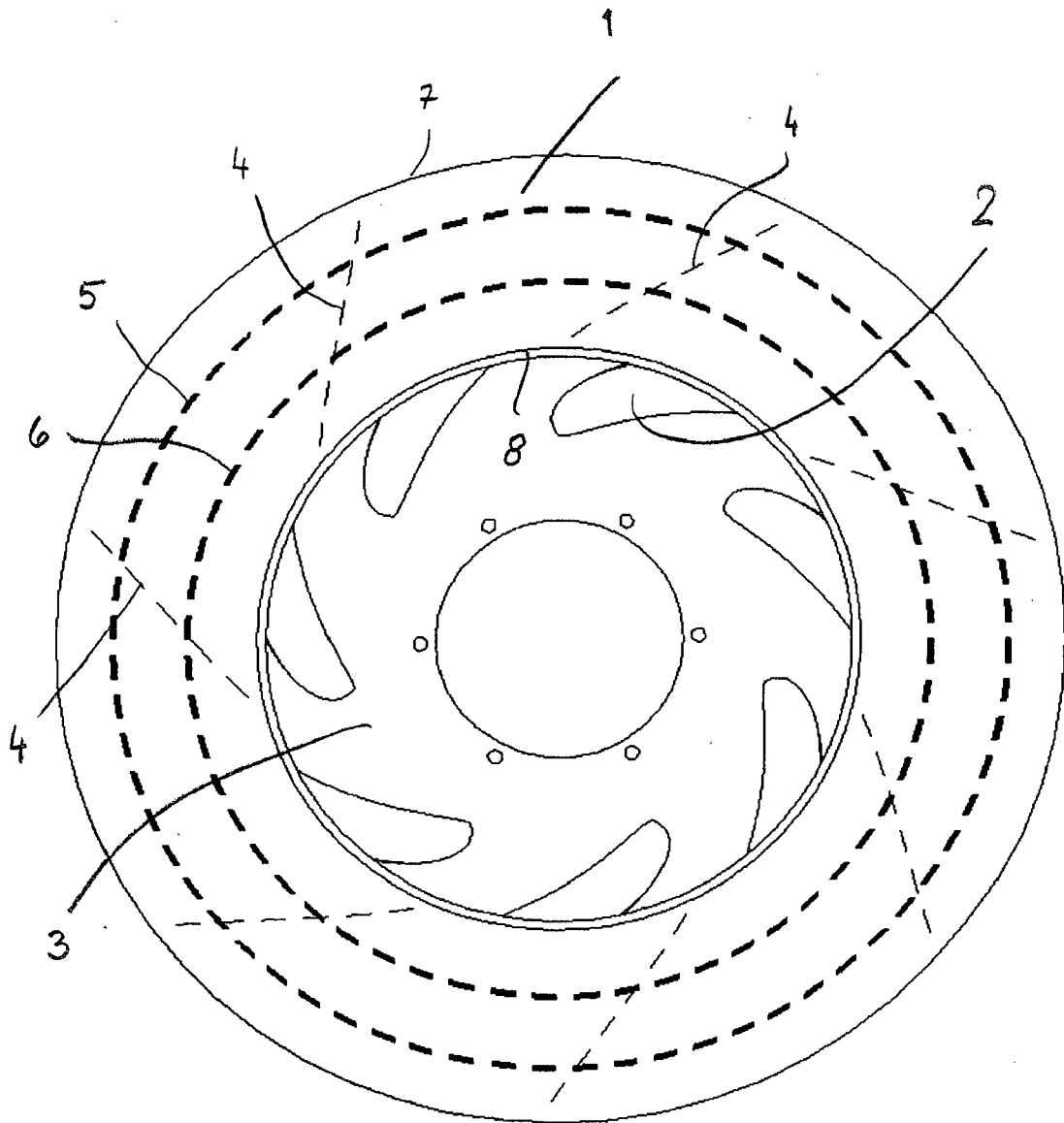


Fig. 1

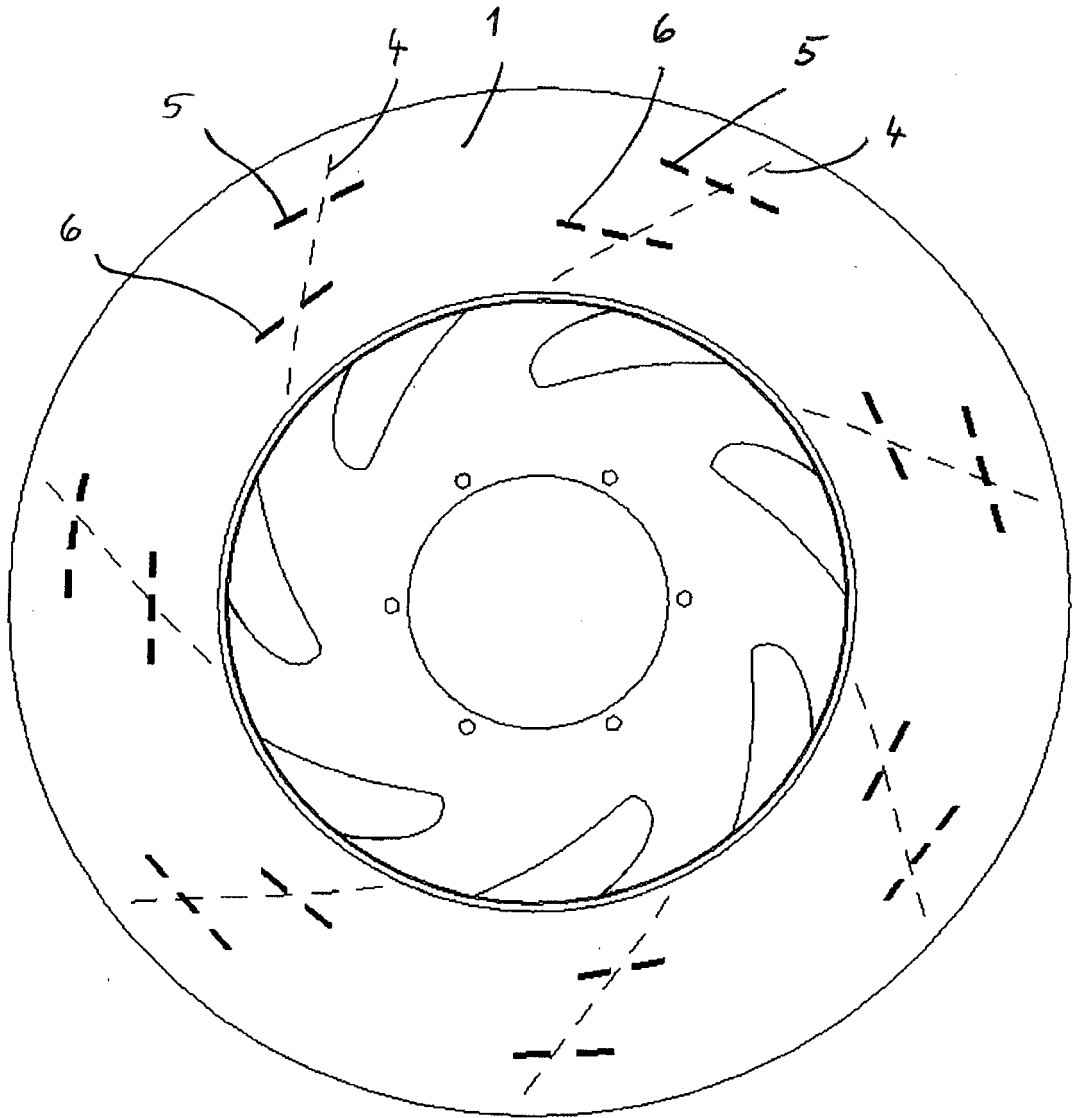


Fig. 2

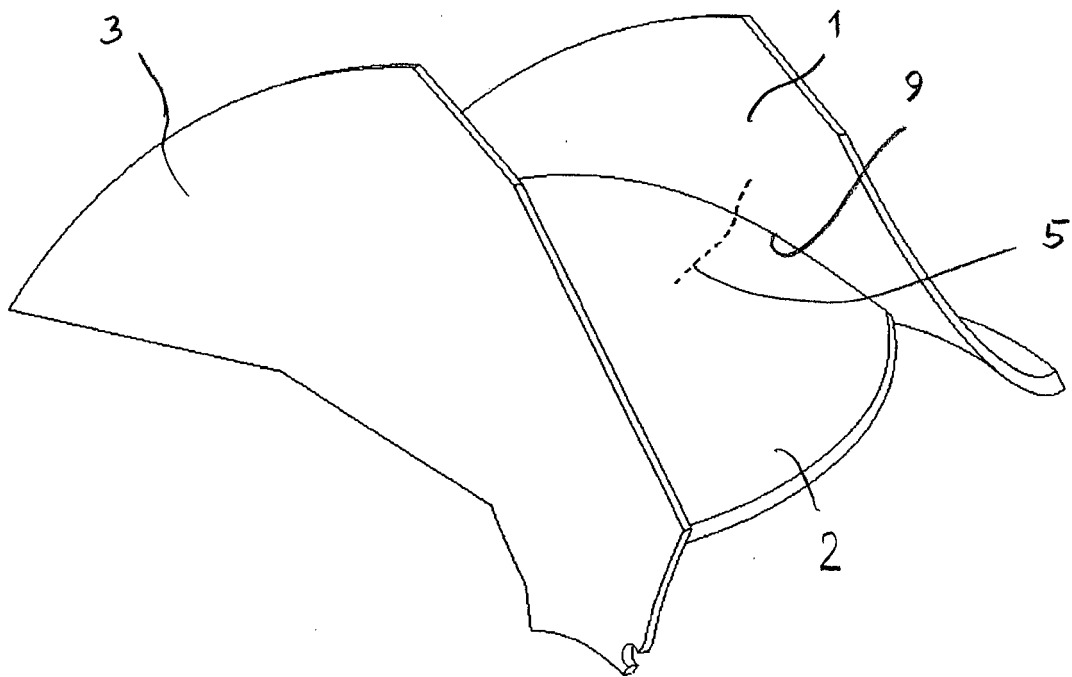


Fig. 3

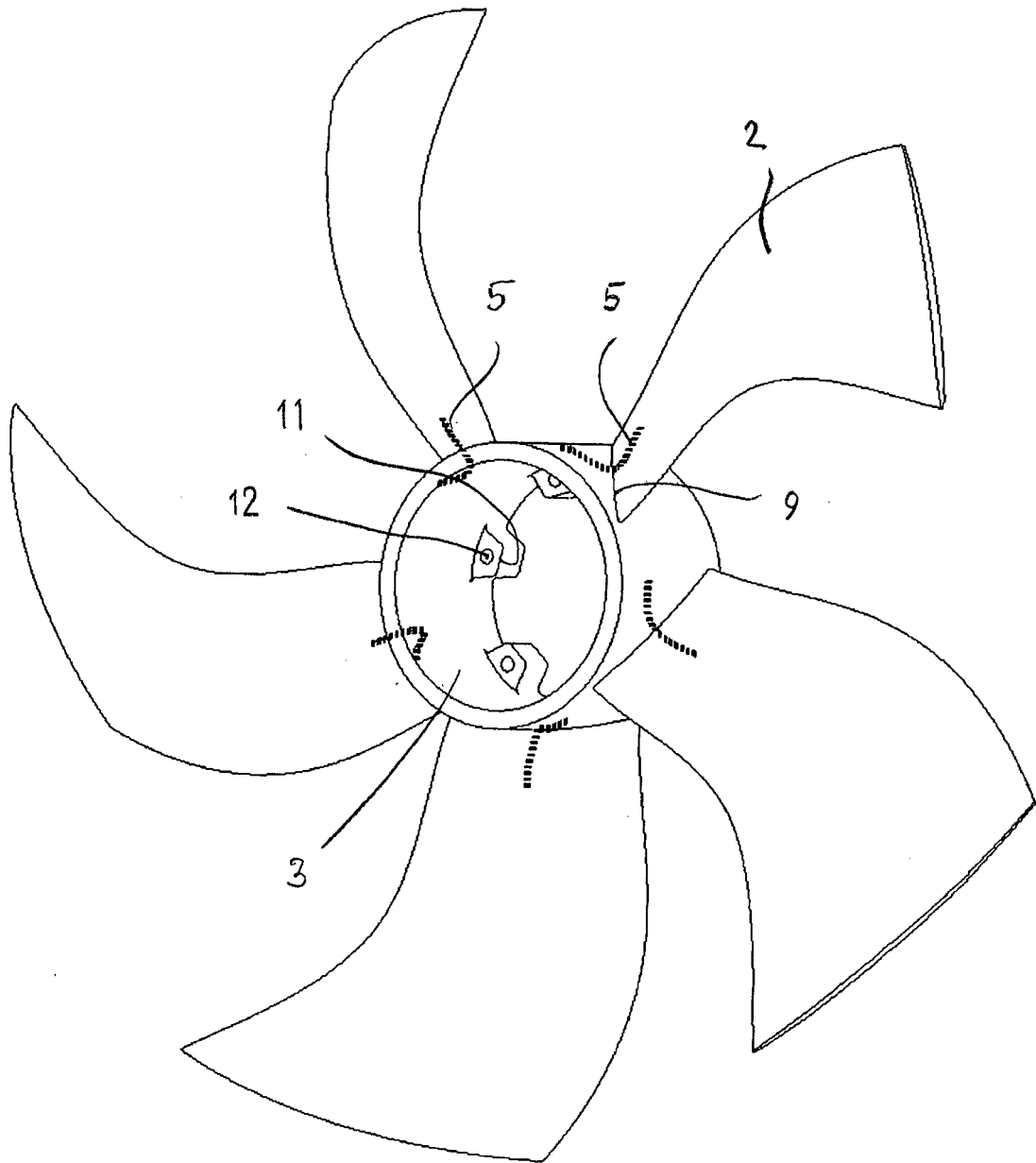


Fig. 4

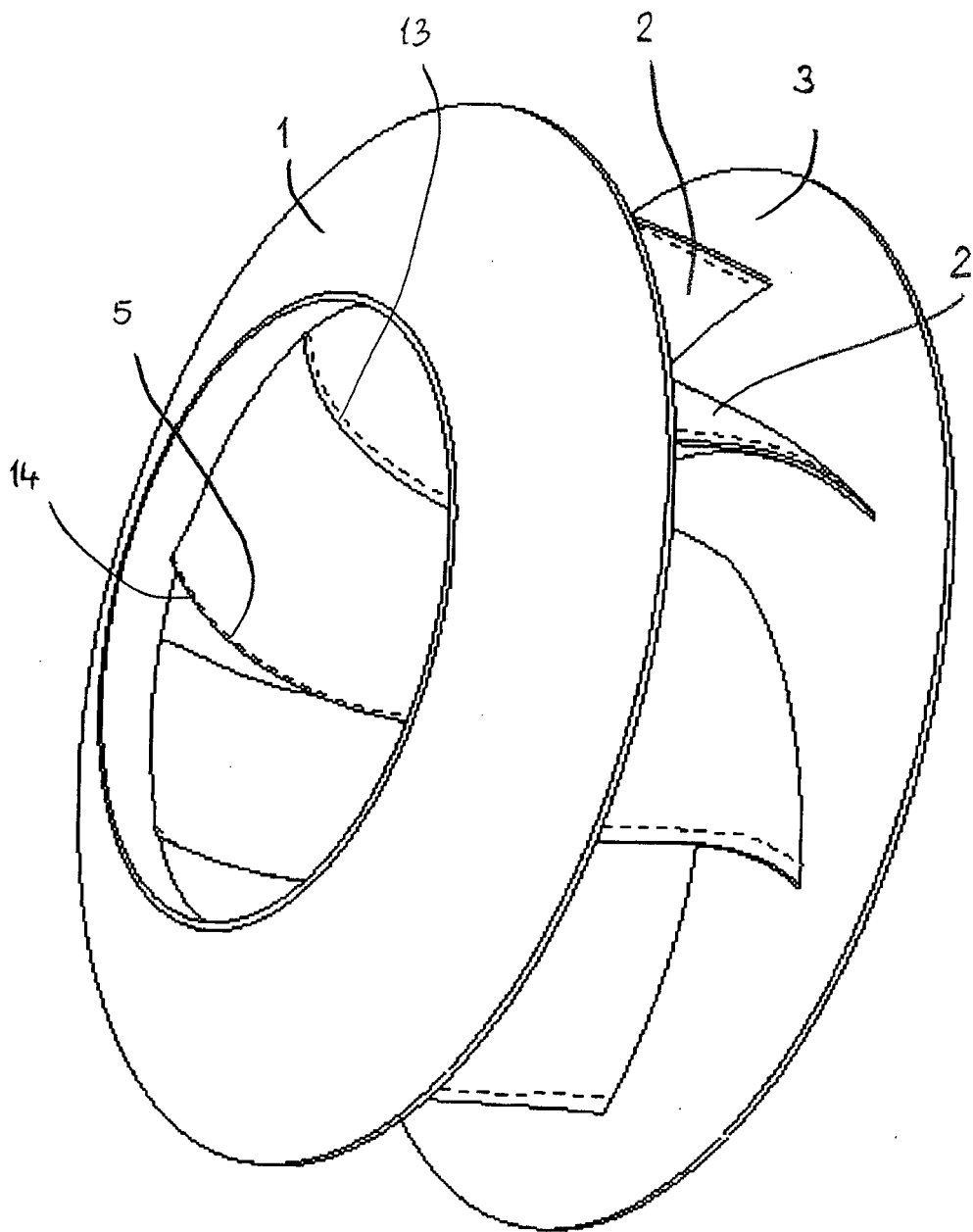


Fig. 5

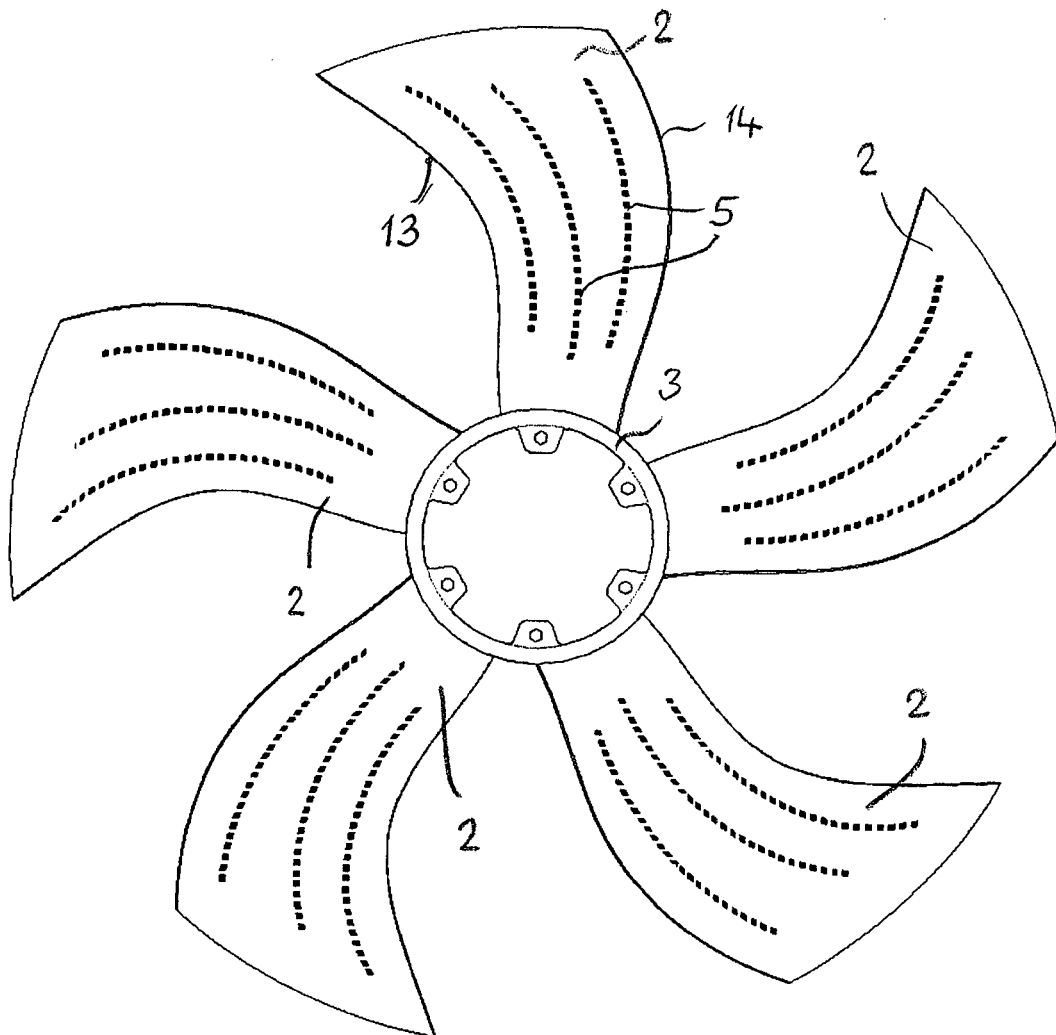
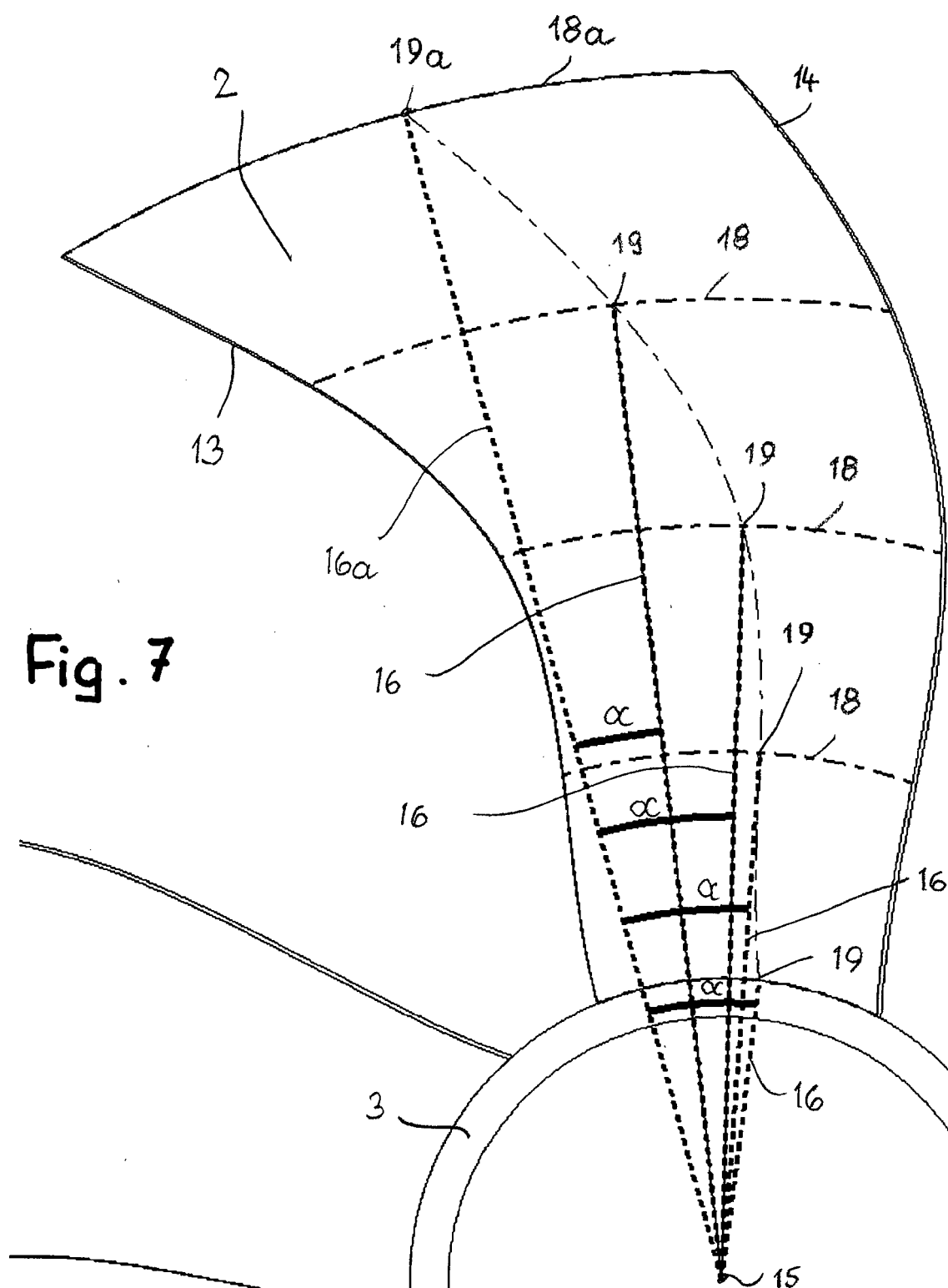


Fig. 6



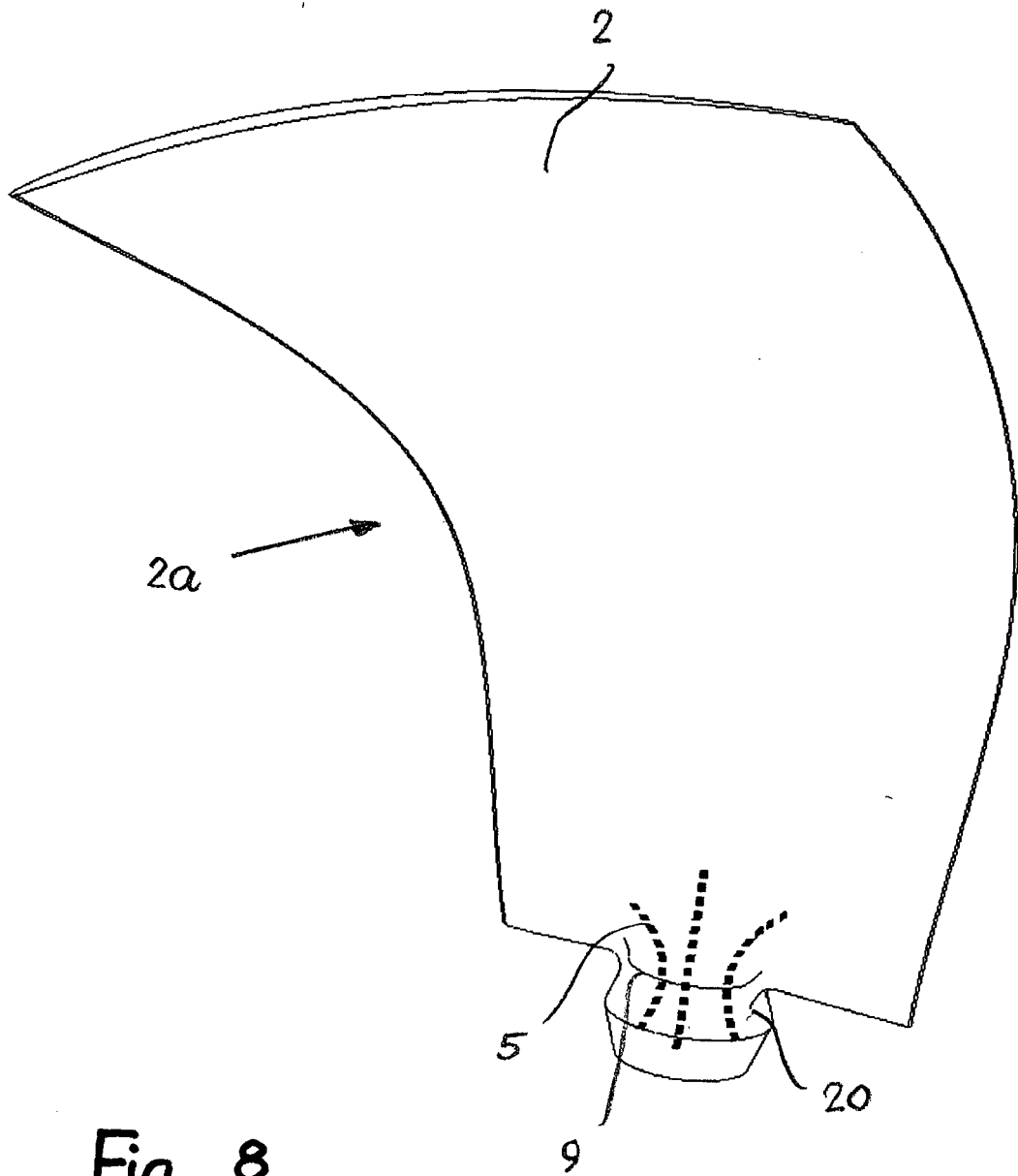


Fig. 8

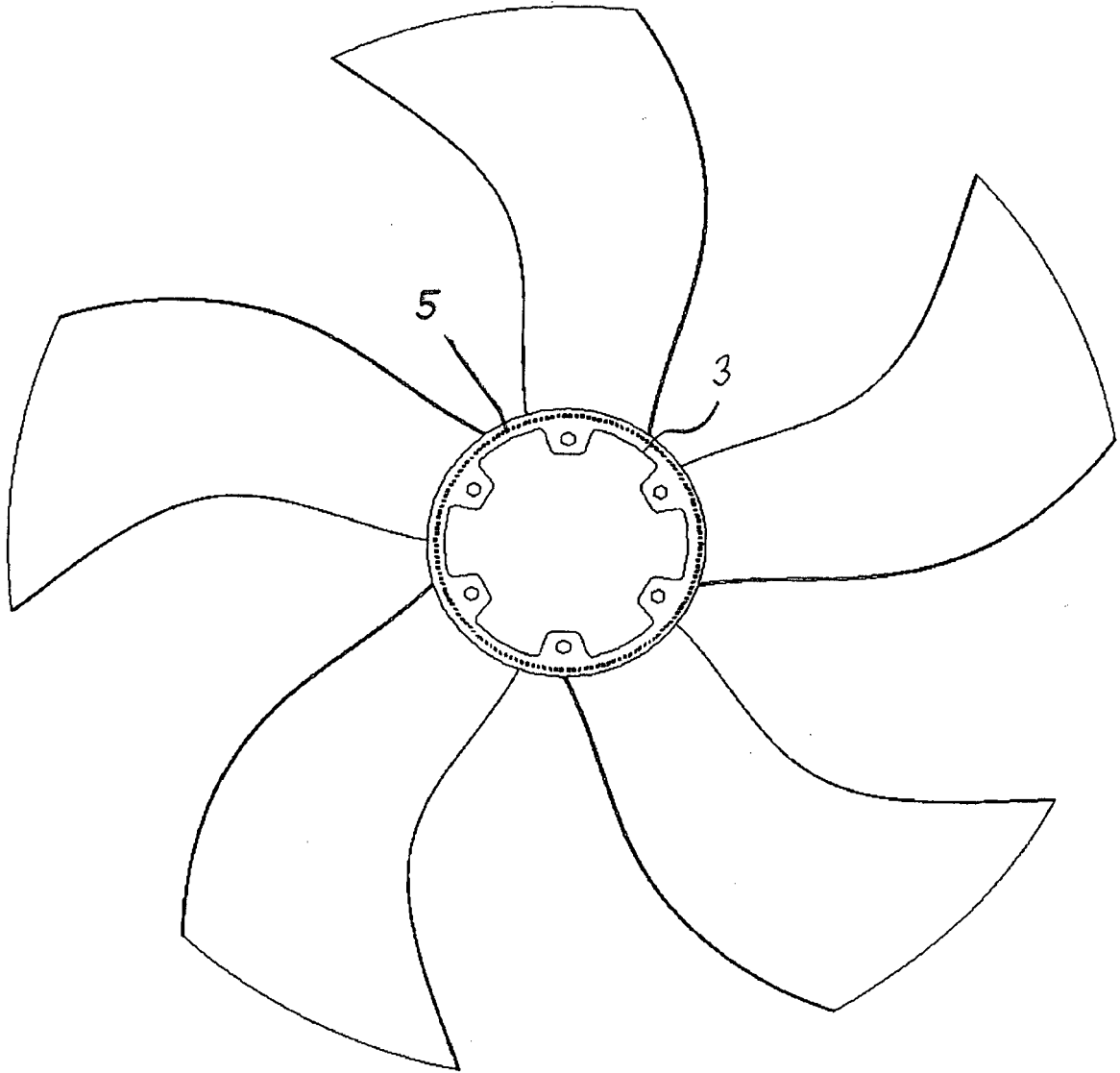


Fig. 9

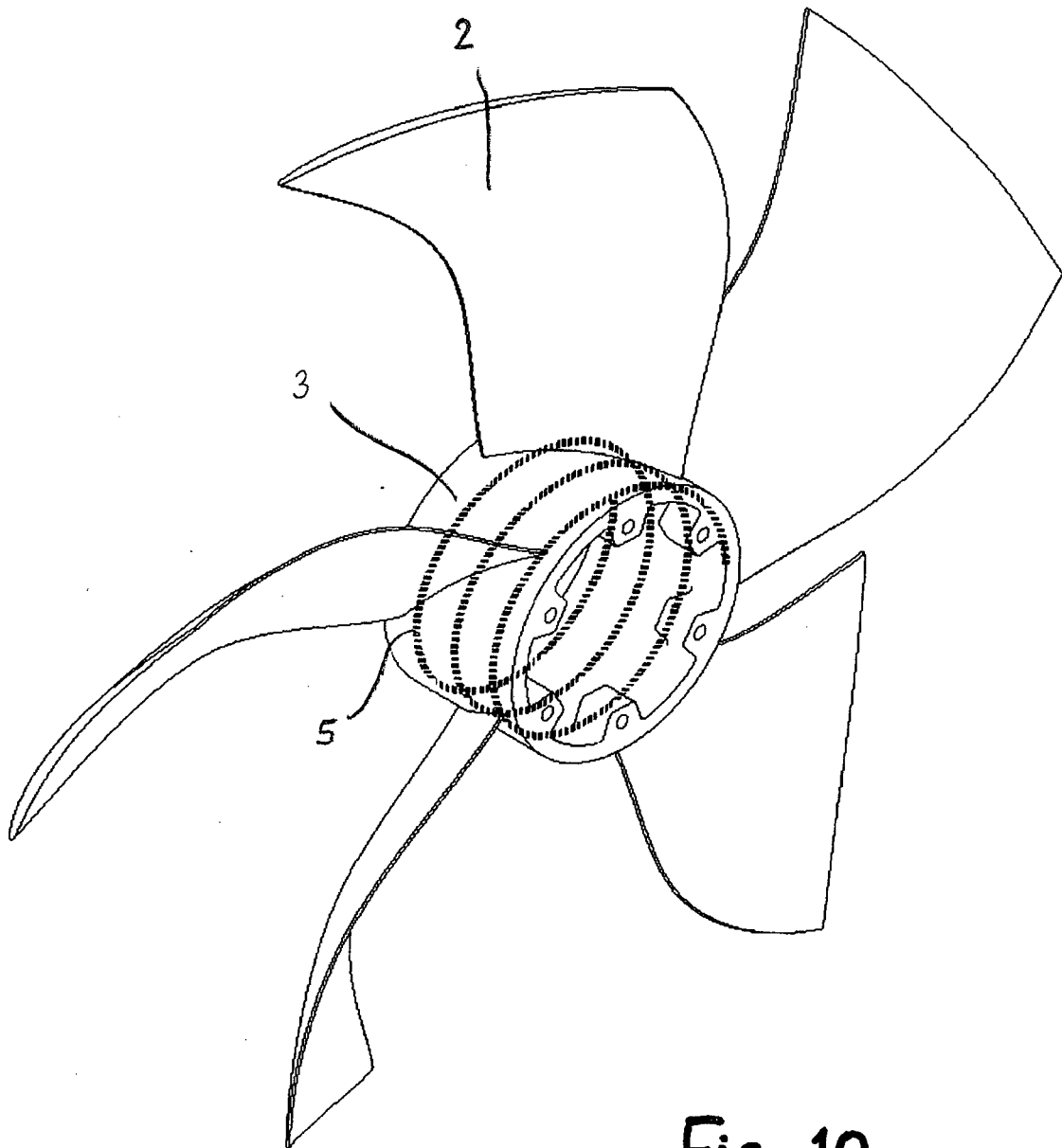


Fig. 10

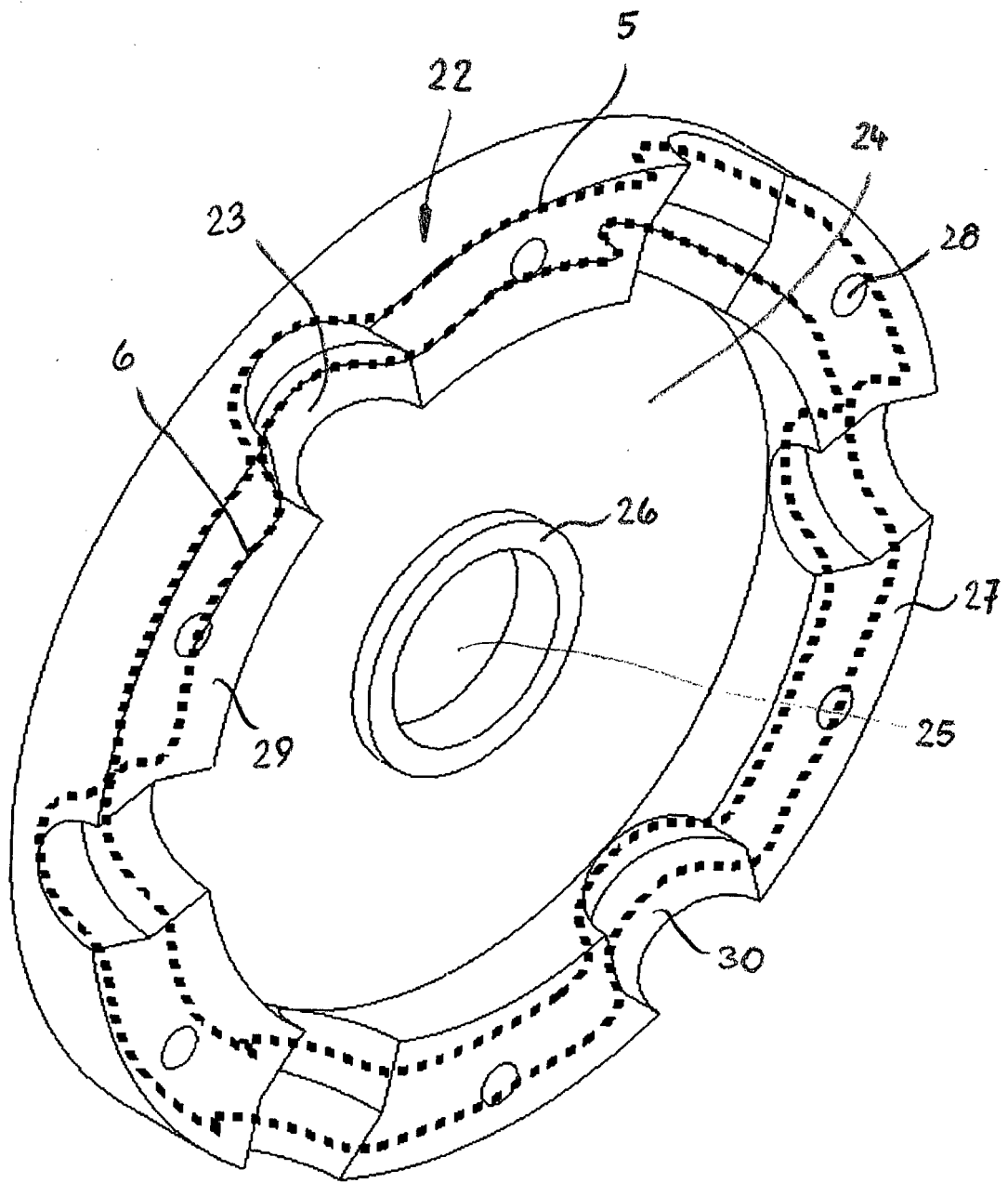


Fig. 11

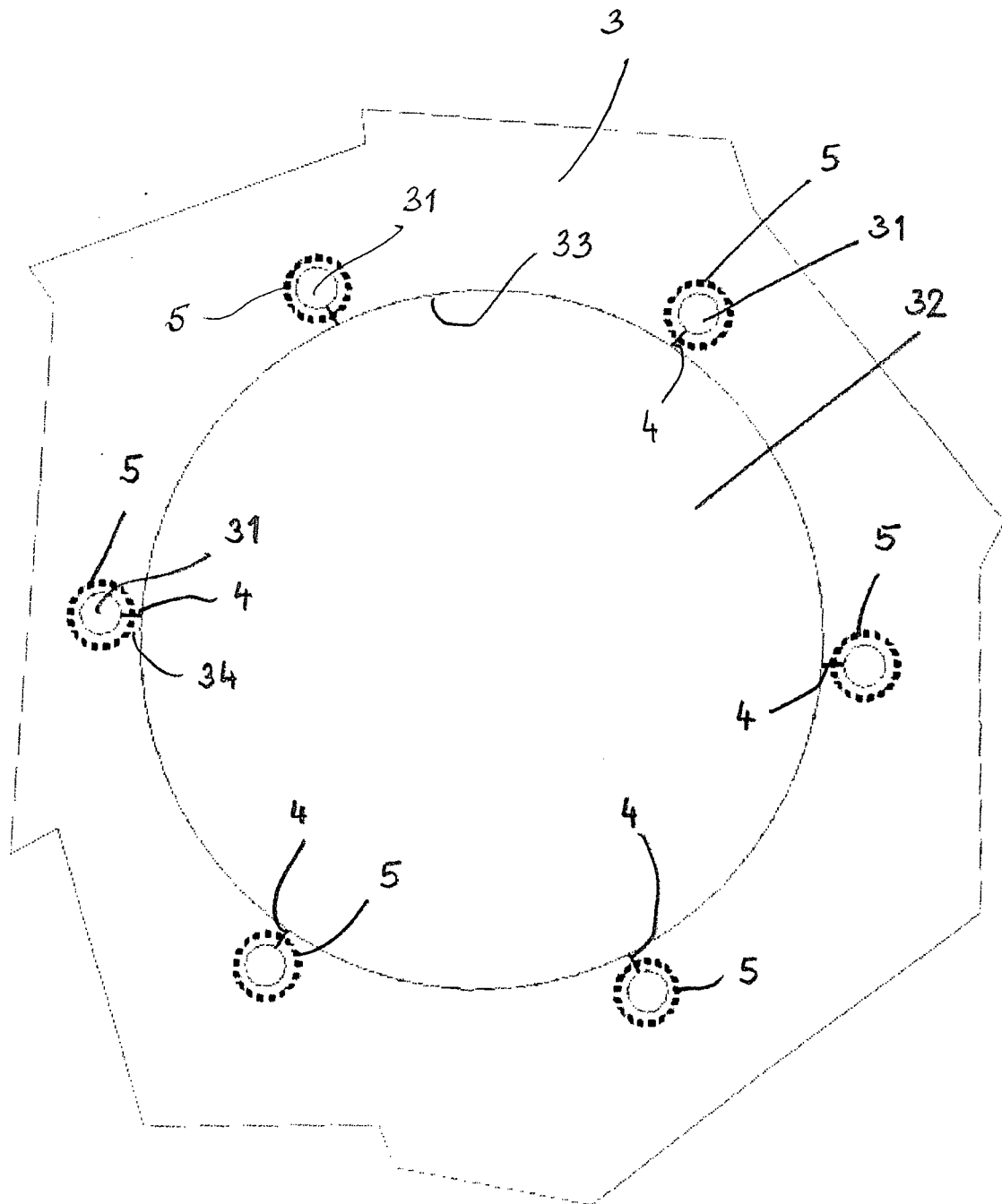


Fig. 12

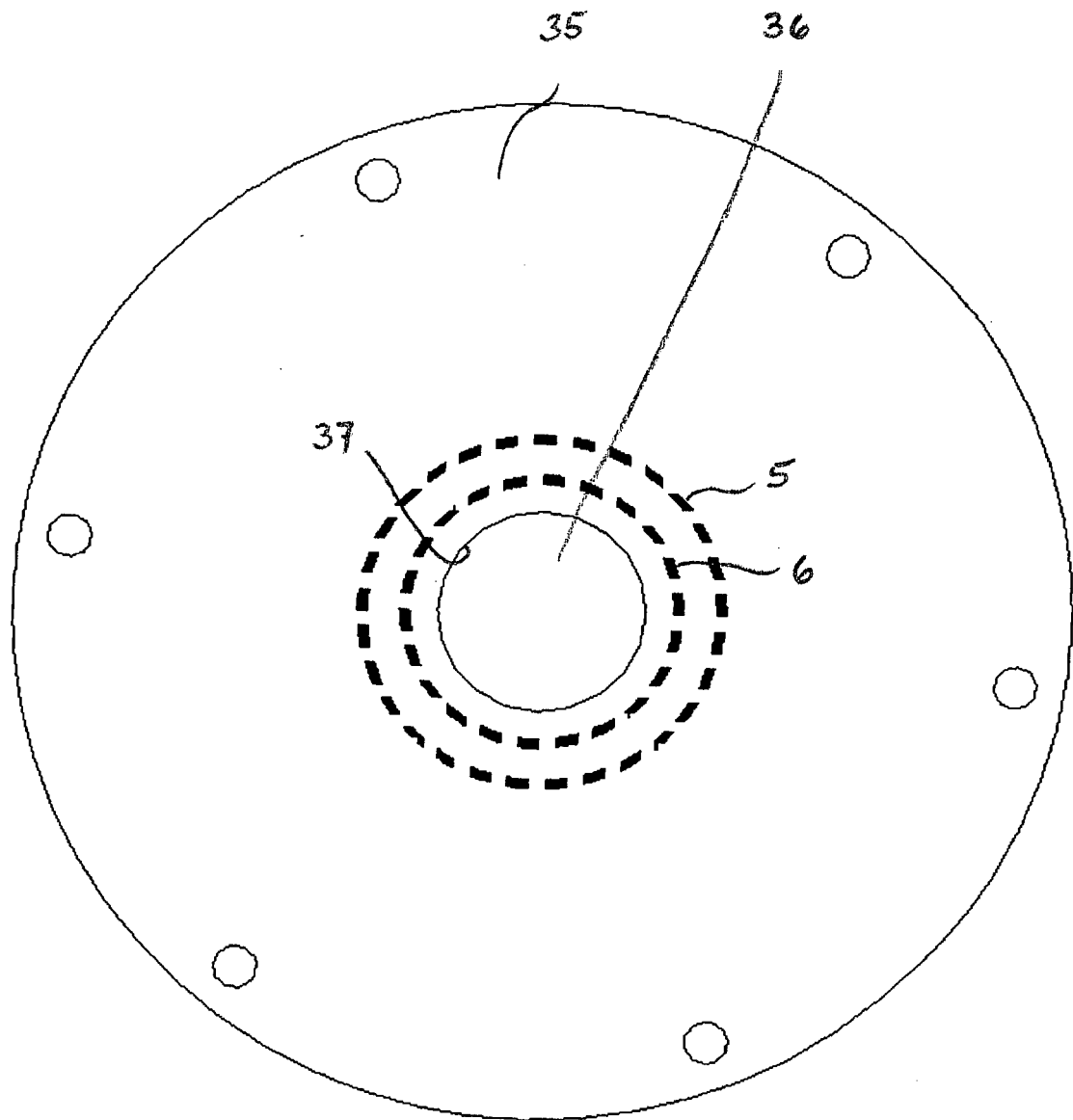


Fig. 13

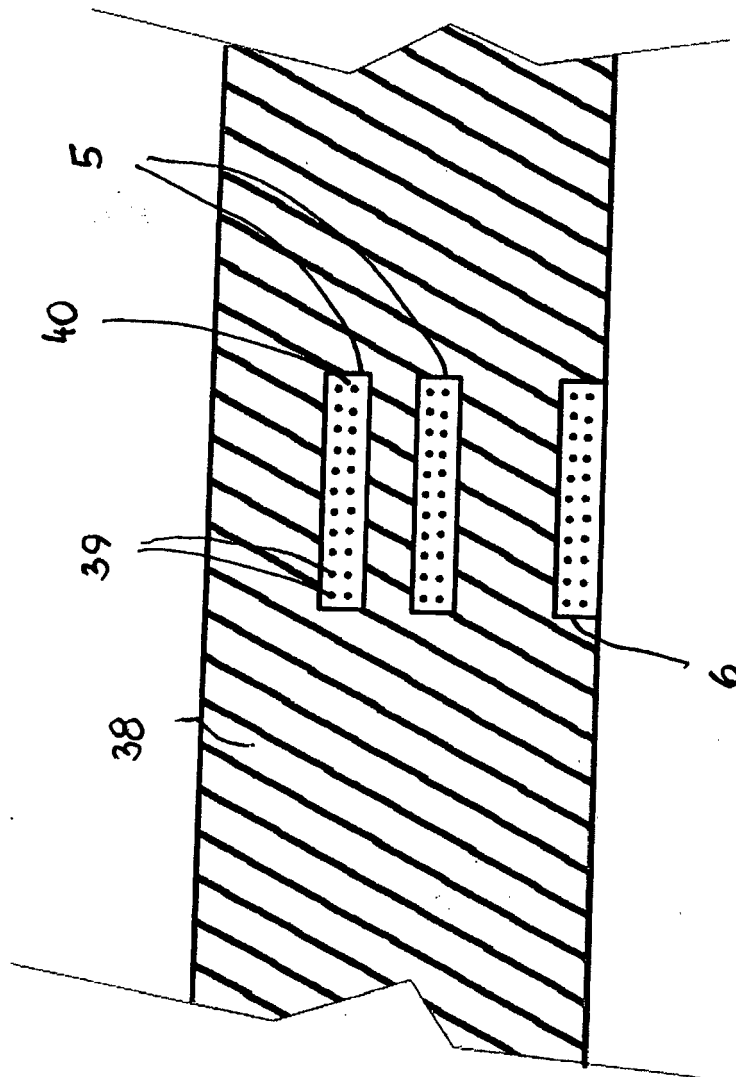


Fig. 14

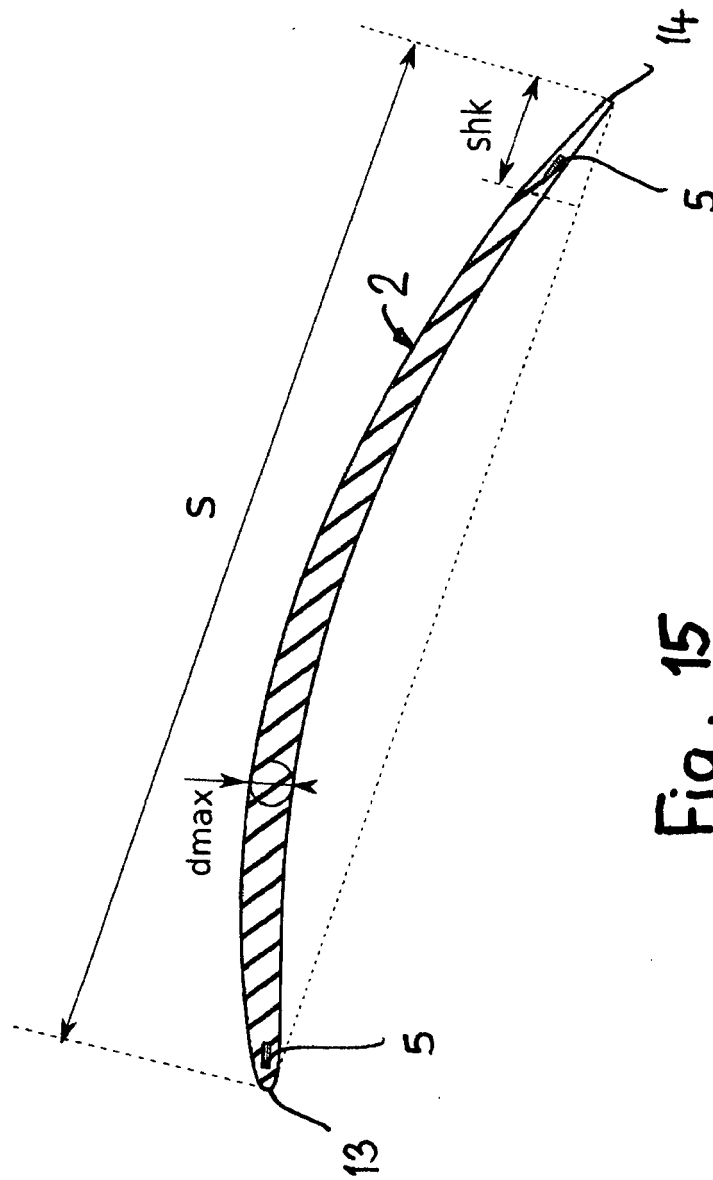


Fig. 15

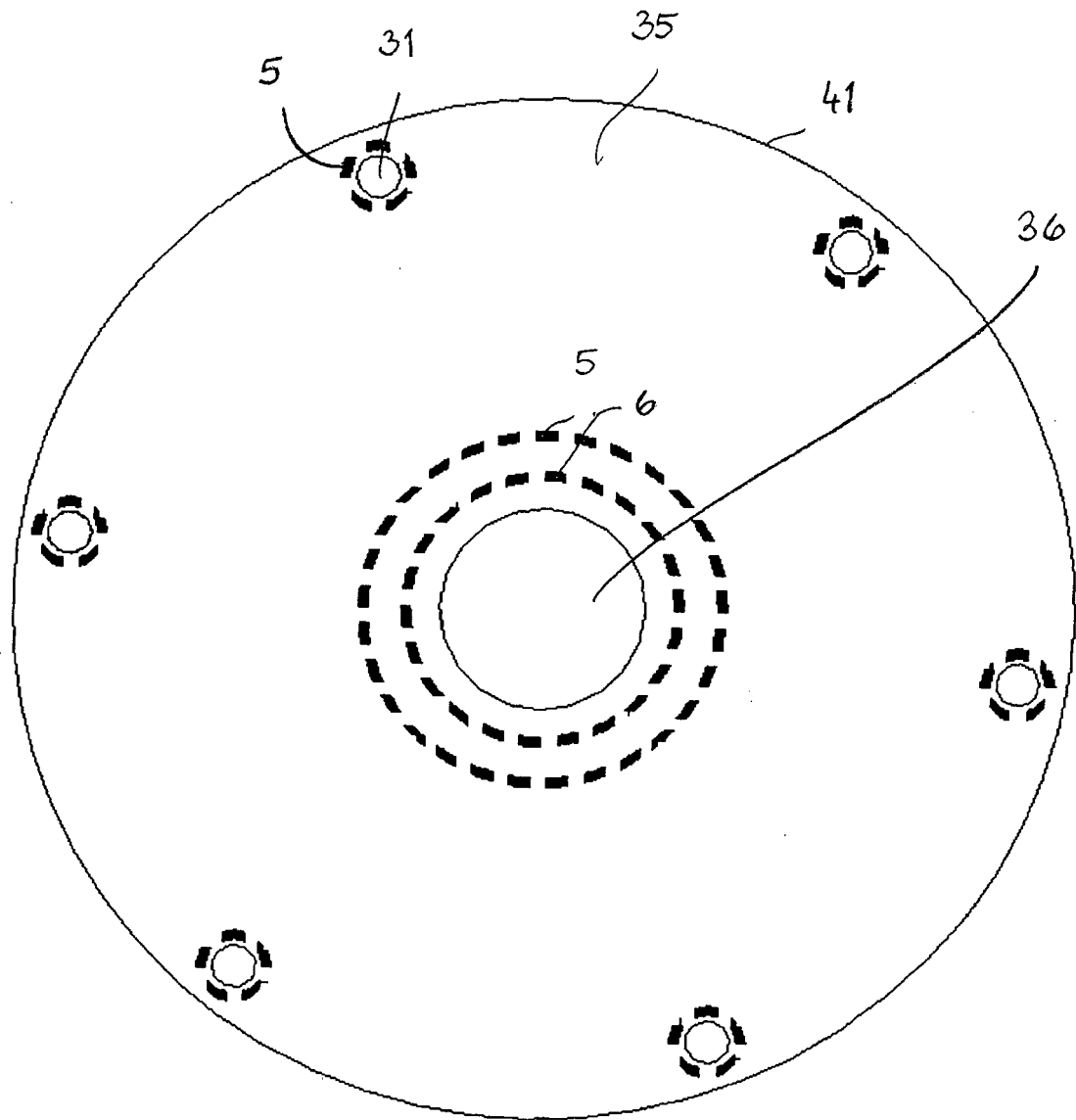


Fig. 16

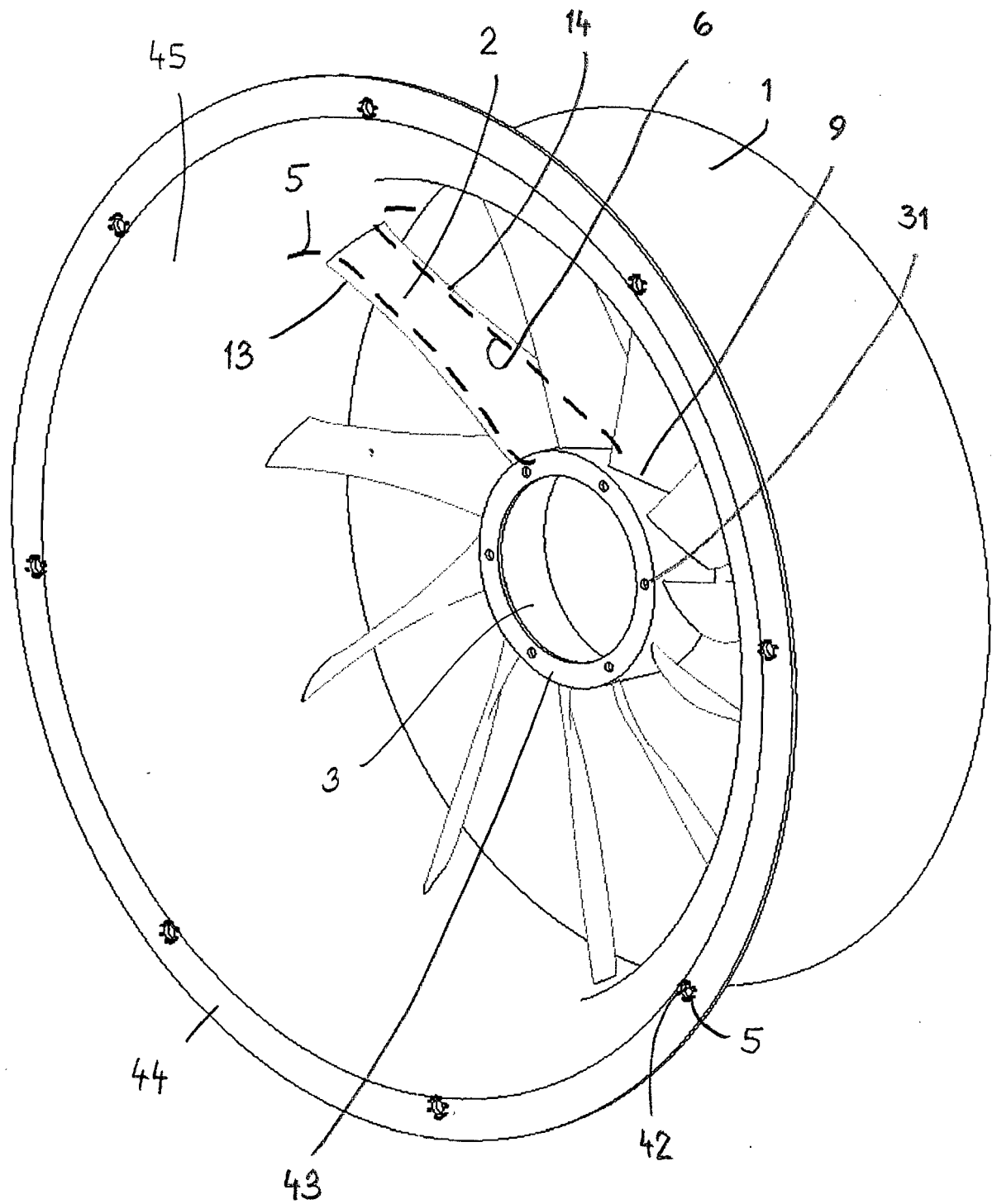


Fig. 17



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 1289

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	EP 1 704 990 A1 (ALCAN TECH & MAN LTD [CH]) 27. September 2006 (2006-09-27) * Absatz [0012] - Absatz [0050]; Abbildungen 1-12 * * Absatz [0074] - Absatz [0082] *	1,3-5,8,14,15	INV. F04D29/02 F04D29/28 F04D29/32 F04D29/38
X	JP H05 87095 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6. April 1993 (1993-04-06) * Absatz [0013] - Absatz [0015] * * Absatz [0025] - Absatz [0026] * * Absatz [0033]; Abbildungen 1-5 *	1,3-5,11-13	
X	DE 20 2011 052411 U1 (EBM PAPST Mulfingen GmbH & Co [DE]) 22. März 2013 (2013-03-22) * Absatz [0001] - Absatz [0004]; Abbildungen 1-16 * * Absatz [0016] - Absatz [0033] *	1-10	
X	EP 0 754 863 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 22. Januar 1997 (1997-01-22) * Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 29; Abbildungen 1a-1c *	1-3,6,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X,P	WO 2016/045797 A2 (ZIEHL ABEGG SE [DE]) 31. März 2016 (2016-03-31) * das ganze Dokument *	1-3,6,10	F04D B29C B29L B29D
A	US 6 386 831 B1 (STAHL HERMANN [DE] ET AL) 14. Mai 2002 (2002-05-14) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 1. November 2016	Prüfer Herdemann, Claire
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 03.82 (P04C03)

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

EP 16 00 1289

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.

01-11-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1704990 A1	27-09-2006	AT 533613 T DK 1704990 T3 EP 1704990 A1 ES 2375623 T3 HR P20120114 T1 PT 1704990 E	15-12-2011 27-02-2012 27-09-2006 02-03-2012 29-02-2012 07-02-2012
JP H0587095 A	06-04-1993	KEINE	
DE 202011052411 U1	22-03-2013	DE 202011052411 U1 WO 2013092289 A1	22-03-2013 27-06-2013
EP 0754863 A1	22-01-1997	DE 19525829 A1 EP 0754863 A1 US 5800128 A	16-01-1997 22-01-1997 01-09-1998
WO 2016045797 A2	31-03-2016	DE 102014014287 A1 WO 2016045797 A2	24-03-2016 31-03-2016
US 6386831 B1	14-05-2002	DE 19751729 A1 EP 1032766 A1 US 6386831 B1 WO 9927258 A1	02-06-1999 06-09-2000 14-05-2002 03-06-1999

EPO FORM P0461

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