

(19)



(11)

EP 2 846 046 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
F04D 29/28 ^(2006.01) **F04D 29/30** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13004398.7**

(22) Anmeldetag: **10.09.2013**

(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

- **Hornhardt, Christian**
24229 Dänischenhagen (DE)
- **Wolf, Matthias**
24114 Kiel (DE)
- **Dr. Xia, Yingan**
24354 Rieseby (DE)

(71) Anmelder: **Punker GmbH**
24340 Eckernförde (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Magenbauer & Kollegen**
Partnerschaft mbB
Plochinger Straße 109
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
 • **Bähren, Henning**
23562 Lübeck (DE)

(54) **Ventilatorrad**

(57) Die Erfindung betrifft ein Ventilatorrad zur Förderung eines gasförmigen Fluids, mit mehreren Schaufeln (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102), die in konstanter Winkelteilung um eine Rotationsachse (2; 39; 49; 79) angeordnet sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass wenigstens eine Schaufel (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102) einen Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) und Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) sowie eine

dazwischen längs einer Verlaufskurve (11; 38; 97) erstreckte Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) aufweisen und/oder dass der Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) von einer ersten Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) und der Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) von einer zweiten Schaufelfläche (17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) bestimmt werden, die geometrisch abweichend angeordnet und/oder ausgebildet sind.

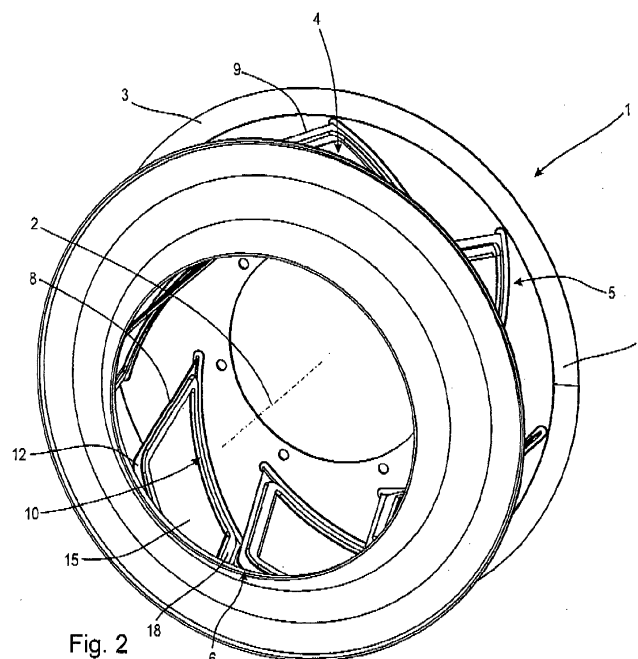


Fig. 2

EP 2 846 046 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventilatorrad zur Förderung eines gasförmigen Fluids, mit mehreren Schaufeln, die in konstanter Winkelteilung in einem ringförmigen Raumvolumen um eine Rotationsachse angeordnet sind und die mit ihren axialen, einander entgegengesetzten Endbereichen jeweils an einem Trägermittel festgelegt sind.

[0002] Ein derartiges Ventilatorrad kann als Radiallüfterrad, insbesondere mit rückwärtsgekrümmten Schaufeln, oder auch als Trommellauftrad ausgeführt sein, wie es beispielsweise aus der DE 1 628 336 A bekannt ist. Hierbei besteht das Trommellauftrad aus einer großen Anzahl schmaler Lamellen, die die Schaufeln des Rades bilden und die zwischen zwei Endringen befestigt sind, deren Radius wesentlich größer als die Breite der Lamellen ist, so dass eine trommelförmige Konstruktion gebildet wird, die auf geeignete Weise mit einer Nabe verbunden ist, z.B. mit Hilfe einer kreisförmigen Platte, die an den Lamellen an deren Mitte befestigt ist.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein verbessertes ventilatorrad, insbesondere mit verringertem Gewicht, vorzugsweise in Leichtbauweise, bereitzustellen.

[0004] Diese Aufgabe wird für ein Ventilatorrad der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass wenigstens eine Schaufel einen, insbesondere rahmenförmig, umlaufenden Randbereich und wenigstens einen vom Randbereich umgebenen Innenbereich aufweist, wobei zwischen dem Randbereich und dem Innenbereich wenigstens eine Sicke längs einer zumindest L-förmigen, vorzugsweise U-förmigen, insbesondere umlaufenden, Verlaufskurve ausgebildet ist und/oder wobei der Randbereich von einer ersten Schaufelfläche bestimmt ist und der Innenbereich von einer zweiten Schaufelfläche bestimmt ist, die geometrisch abweichend von der ersten Schaufelfläche angeordnet und/oder ausgebildet ist.

[0005] Die Funktion der wenigstens einen Sicke besteht darin, die mechanische Stabilität bei gleichzeitiger Reduzierung des Materialaufwands, insbesondere der Materialstärke, für die Schaufel zumindest nahezu beizubehalten. Dies ermöglicht eine leichtere Bauweise für das Ventilatorrad bei zumindest weitgehend gleichbleibender, insbesondere gleicher oder verbesserter Festigkeit. Durch die angestrebte Leichtbauweise für das Ventilatorrad kann ein Gesamtwirkungsgrad für ein Gebläse, das mit einem entsprechenden Ventilatorrad ausgerüstet wird, gegenüber einem bekannten Ventilatorrad positiv beeinflusst werden. Dies ist damit zu begründen, dass ein geringeres Gewicht des Ventilatorrads bei einem gegebenen Fluidmassentrom, der vom ventilatorrad gefördert werden soll, mit einem reduzierten Bedarf an Antriebsenergie einhergeht. Ferner kann die Sicke in Abhängigkeit von der Gestaltung der Verlaufskurve, die zumindest L-förmig ausgebildet ist und somit zwei in einem Winkel zueinander ausgerichtete und ineinander über-

gehende, gekrümmte oder gerade Schenkel umfasst, ergänzend oder alternativ eine vorteilhafte aerodynamische Wirkung erzielt werden. Exemplarisch weist die Schaufel eine zumindest im Wesentlichen rechteckige Grundfläche auf, wobei der ebenfalls exemplarisch rechteckig ausgebildete Innenbereich zumindest abschnittsweise durch die Sicke von einem rahmenförmig umlaufenden Randbereich abgegrenzt ist. Bei einer L-förmigen Verlaufskurve für die Sicke begrenzen die erste Schaufelfläche des Randbereichs und die zweite Schaufelfläche des Innenbereichs einen in zwei Raumrichtungen schräg zulaufenden, keilartigen Abschnitt. Bei einer U-förmigen Verlaufskurve für die Sicke bilden die beiden Schaufelflächen vorzugsweise einen in einer Raumrichtung keilförmig zulaufenden Raurnabschnitt. Bei einer umlaufenden Verlaufskurve für die Sicke können die beiden Schaufelflächen einen ringabschnittsförmigen Raumbereich begrenzen. Dabei ist stets vorgesehen, dass zumindest eine der Schaufelflächen in wenigstens einer Raumrichtung mit einer Krümmung ausgebildet ist. Ergänzend oder alternativ ist vorgesehen, dass die Schaufelflächen des Randbereichs und des Innenbereichs geometrisch abweichend voneinander angeordnet und/oder ausgebildet sind, so dass an der Schaufel wenigstens zwei voneinander unterschiedliche Flächenabschnitte ausgebildet werden, die auch eine unterschiedliche aerodynamische Wirkung beim Betrieb des Ventilatorrads aufweisen.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Zweckmäßig ist es, wenn die erste und/oder die zweite Schaufelfläche in wenigstens einer Querschnittsebene mit einer stetigen, insbesondere konstanten, Krümmung ausgebildet sind. In Abhängigkeit von den aerodynamischen Anforderungen an das Ventilatorrad kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die erste Schaufelfläche in einer ersten Querschnittsebene eine stetige Krümmung aufweist und in einer normal zur ersten Querschnittsebene ausgerichteten zweiten Querschnittsebene keine Krümmung aufweist. In gleicher Weise kann eine derartige Gestaltung auch für die zweite Schaufelfläche vorgesehen sein, womit eine einfache Herstellweise für die Schaufel gewährleistet werden kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn wenigstens eine der Schaufelflächen in der jeweiligen Querschnittsebene eine konstante Krümmung aufweist, da hierdurch eine besonders kostengünstige Herstellung einer Pressform für die jeweilige Schaufel, die insbesondere in einem Tiefziehverfahren aus einem Blechstück hergestellt wird, gewährleistet werden kann.

[0008] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Krümmung der ersten Schaufelfläche und die wenigstens eine Krümmung der zweiten Schaufelfläche gleichartig ausgebildet sind. Beispielsweise kann hierbei vorgesehen werden, dass die beiden Schaufelflächen deckungsgleich oder geometrisch identisch sind, so dass beide Schaufelflächen beispielsweise den gleichen Krüm-

mungsradius in der gleichen Querschnittsebene aufweisen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die beiden Schaufelflächen geometrisch ähnlich sind und insbesondere in einer gemeinsamen Querschnittsebene einen gemeinsamen Krümmungsmittelpunkt aufweisen.

[0009] Vorteilhaft ist es, wenn die erste und die zweite Schaufelfläche äquidistant voneinander beabstandet sind. Hierdurch lässt sich eine vorteilhafte Kombination einer einfachen Herstellweise mit günstigen aerodynamischen Eigenschaften verwirklichen.

[0010] In weiterer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Sicke längs der Verlaufskurve eine konstante Breite und/oder eine konstante Tiefe, insbesondere einen konstanten Querschnitt, aufweist.

[0011] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Schaufelfläche in genau einer Querschnittsebene gekrümmt ausgebildet ist und dass die zweite Schaufelfläche in zwei zueinander senkrechten Querschnittsebenen gekrümmt ausgebildet ist. Durch die Gestaltung der ersten Schaufelfläche mit genau einer Krümmung ist eine vorteilhafte Montage in die Trägermittel sichergestellt, da hierbei keine zwei Krümmungen berücksichtigt werden müssen. Demgegenüber ist es vorteilhaft, wenn die aerodynamisch wichtigere zweite Schaufelfläche, die die Geometrie des Innenbereichs der Schaufel bestimmt, Krümmungen in zwei Raumrichtungen aufweist, um ein besonders vorteilhaftes aerodynamisches Verhalten für die Schaufel im Ventilatorrad erzielen zu können. Somit kann auch bei einem einfachen Aufbau der Trägermittel eine komplexe aerodynamische Geometrie für das Ventilatorrad durch entsprechend ausgeformte Schaufeln realisiert werden.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die sicke längs der Verlaufskurve eine veränderliche Breite und/oder eine veränderliche Tiefe, insbesondere einen sich stetig veränderten Querschnitt aufweist. Hierdurch kann die Stabilisierungswirkung, die mit der Sicke erzielt werden soll, bereichsweise unterschiedlich vorgegeben werden, um eine vorteilhafte Anpassung der Schaufelgeometrie an abschnittsweise unterschiedliche Anforderungen zu ermöglichen. Dies wird insbesondere dann erreicht, wenn die Sicke einen sich stetig veränderten Querschnitt längs der Verlaufskurve aufweist, da hierdurch Spannungsspitzen im Schaufelmaterial reduziert oder, gänzlich vermieden werden können, wie sie bei unstetiger Ausgestaltung der Sicke auftreten könnten.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Trägermittel mit Ausnehmungen zur Aufnahme von axialen Endbereichen der schaufeln versehen ist, wobei die Ausnehmungen jeweils am Grund einer gekrümmten, an die korrespondierende Schaufelfläche angepassten Sicke ausgebildet sind. Hierdurch wird eine vorteilhafte Kraftübertragung zwischen den Trägermitteln und den Schaufeln ermöglicht, wodurch eine vorteilhafte Stabilitätssteigerung gegenüber einem Trägermittel ohne entsprechende Sicken erzielt werden

kann. Die Geometrie für die Krümmung der Sicke ergibt sich aus der geometrischen Verschneidung der Schaufel mit dem jeweiligen Trägermittel, wobei die sicke längs der Krümmung einen konstanten oder variablen Querschnitt aufweisen kann.

[0014] Bevorzugt ist vorgesehen, dass am Trägermittel wenigstens eine, vorzugsweise sternförmig ausgebildete, Einprägung eingebracht ist. Mit Hilfe einer derartigen Einprägung kann das Trägermittel auch abseits der Sicken zur Aufnahme der Schaufeln ohne zusätzlichen Materialeinsatz stabilisiert werden.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sicken im Trägermittel in Richtung des gegenüberliegend angeordneten Trägermittels vertieft ausgebildet sind. Hierdurch wird eine Festlegung der Schaufeln an den Trägermitteln beispielsweise für den Fall vereinfacht, dass die Schaufeln nach Einstecken der axialen Endbereiche in das Trägermittel stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen, festgelegt werden sollen. Durch die Sicken im Trägermittel wird nicht nur eine Stabilisierung der Verbindung zwischen Trägermittel und Schaufel erzielt, vielmehr wird auch ein Raumvolumen abseits einer vorzugsweise scheibenförmigen Außenoberfläche des Trägermittels geschaffen, in das der axiale Endbereich der Schaufel hinein ragen kann. In diesem Raumvolumen ist auch die beim verschweißen der Schaufel mit dem Trägermittel entstehende Schweißraupe angeordnet, ohne dass eine Nachbearbeitung dieser Schweißraupe zur Sicherstellung einer aerodynamisch glatten Oberfläche des Trägermittels erforderlich wäre. Bevorzugt kann vorgesehen werden, dass durch die Sicke gebildete und durch den axialen Endbereich der Schaufel sowie die Schweißraupe zumindest teilweise ausgefüllte Raumvolumen in einem nachgelagerten Arbeitsschritt in stoffschlüssiger Weise, insbesondere durch Einbringen einer aushärtbaren, gestaltlosen Masse, beispielsweise einer Kunststoffvergussmasse, vollständig und oberflächenbündig mit der ebenen Außenoberfläche des Trägermittels zu verfüllen.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Sicke in der Schaufel in radialer Richtung nach innen weisend ausgebildet ist. Hierdurch wird eine vorteilhafte Kombination einer Stabilisierungswirkung durch die Sicke mit einer möglichst geringen Beeinflussung des aerodynamischen Verhaltens der Kombination von Schaufel und Sicke am Ventilatorrad erreicht.

[0017] Zweckmäßig ist es, wenn an der Schaufel wenigstens eine in radialer Richtung nach innen und wenigstens eine in radialer Richtung nach außen weisende Sicke ausgebildet ist. Hierdurch kann eine besonders vorteilhafte Stabilisierungswirkung für die Schaufeln des Ventilatorrads erzielt werden.

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Randbereich gegenüber dem Innenbereich radial innenliegend versetzt angeordnet ist.

[0019] Vorteilhaft ist es, wenn das erste Trägermittel als teller- oder ringförmige Ronde zur drehfesten Ankopp-

lung an einer Antriebswelle und das zweite Trägermittel als Ring, insbesondere als Torusringabschnitt, mit einer zur Rotationsachse rotationssymmetrischen Krümmung ausgebildet ist.

[0020] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die beiden Trägermittel zusammen mit den, insbesondere gleichartig ausgebildeten, Schaufeln ein Radiallaufrad bilden.

[0021] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Hierbei zeigt:

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines Ventilatorrads mit mehreren, in konstanter Winkelteilung um eine Rotationsachse angeordneten Schaufeln sowie einer Ronde und einem Ring zur Festlegung der Endbereiche der schaufeln,

Figur 2 eine perspektivische Darstellung des Ventilatorrads gemäß der Figur 1,

Figur 3 eine perspektivische Darstellung einer Schaufel, wie sie in dem Ventilatorrad gemäß den Figuren 1 und 2 zum Einsatz kommt,

Figur 4 eine Schnittansicht der Schaufel gemäß der Figur 3,

Figur 5 eine zweite Ausführungsform eines Ventilatorrads mit Schaufeln, bei denen der Innenbereich und der Randbereich radial zueinander versetzt angeordnet sind,

Figur 6 eine Schnittdarstellung einer in der zweiten Ausführungsform des ventilatorrads verwendeten Schaufel,

Figur 7 eine dritte Ausführungsform eines ventilatorrads mit Schaufeln, bei denen der Innenbereich und der Außenbereich schräg zueinander ausgerichtet sind,

Figur 8 eine erste Schnittdarstellung einer in der dritten Ausführungsform des Ventilatorrads verwendeten Schaufel,

Figur 9 eine zweite Schnittdarstellung einer in der dritten Ausführungsform des Ventilatorrads verwendeten Schaufel,

Figur 10 eine vierte Ausführungsform eines Ventilatorrads mit Schaufeln, die eine einstufige Einprägung aufweisen,

Figur 11 eine Schaufel zur Verwendung im Ventilatorrad gemäß der Figur 10 mit einstufiger Einprägung,

Figur 12 eine Schaufel mit zweistufiger Einprägung,

Figur 13 eine fünfte Ausführungsform eines Ventilatorrads mit Sicken in der Ronde zur Aufnahme der axialen Endbereiche der Schaufeln,

Figur 14 eine sechste Ausführungsform eines Ventilatorrads mit Sicken im Ring und in der Ronde zur Aufnahme von axialen Endbereichen der Schaufeln,

Figur 15 eine siebte Ausführungsform eines Ventilatorrads mit einer Einprägung in der Ronde,

Figur 16 eine achte Ausführungsform eines Ventilatorrads mit Sicken in der Ronde, die einen veränderlichen Querschnitt aufweisen

Figur 17 eine schematische Draufsicht auf eine Schaufel, bei der die Sicke einer U-förmigen Verlaufskurve folgt,

Figur 18 eine schematische Seitenansicht der Schaufel gemäß der Figur 17

Figur 19 eine schematische Draufsicht auf eine Schaufel, bei der die Sicke einer L-förmigen Verlaufskurve folgt,

Figur 20 eine schematische Seitenansicht der Schaufel gemäß der Figur 19 und

Figur 21 eine schematische Schnittdarstellung der Schaufel gemäß der Figur 19.

[0022] In den Figuren 1 und 2 ist ein exemplarisch als Radiallaufrad ausgebildetes Ventilatorrad 1 dargestellt, das zur Förderung eines gasförmigen Fluids ausgebildet ist und das für eine Rotation um eine Rotationsachse 2 vorgesehen ist. Das Ventilatorrad 1 weist eine rotations-symmetrisch ausgebildete, exemplarisch ringförmige, Ronde auf, die für eine Verbindung mit axialen Endbereichen 5 von Schaufeln 4 vorgesehen ist und die zur Anbringung einer nicht dargestellten Nabe ausgebildet ist, um das Ventilatorrad 1 an einer ebenfalls nicht dargestellten Antriebswelle, beispielsweise eines elektrischen Antriebsmotors, festlegen zu können.

[0023] Die Schaufeln 4 sind ferner mit axialen Endbereichen 6, die axialen Endbereichen 5 entgegengesetzt sind, an einem exemplarisch rotationssymmetrisch ausgebildeten Ring 7 festgelegt. Der Ring 7 ist in einem radial innen liegenden Bereich als Einlaufdüse ausgebildet und weist hierzu einen zumindest im Wesentlichen torusabschnittsförmigen Ringbereich auf. Um eine gleichmäßige Förderung von gasförmigem Fluid zu ermöglichen, sind die Schaufeln 4 in konstanter Winkelteilung um die Rotationsachse 2 angeordnet und begrenzen mit ihren radial innenliegenden Schaufelkanten 8 und ihren radial

außenliegenden Schaufelkanten 9 ein nicht näher bezeichnetes ringförmiges Raumvolumen, in dem bei einer Rotation des Ventilatorrads um die Rotationsachse zu zur Förderung des gasförmigen Fluids erforderliche Beschleunigung auf das gasförmige Fluid bewirkt wird.

[0024] Exemplarisch sind die Rinde 3, die Schaufeln 4 und der Ring 7 als Blechteile ausgebildet und stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen, miteinander formstabil verbunden.

[0025] Um für das Ventilatorrad 1 bei geringem Gewicht eine hohe mechanische Stabilität auch für hohe Drehzahlen gewährleisten zu können sind die Schaufeln 4 mit einer Sicke 10 versehen, die einer umlaufenden, exemplarisch im Wesentlichen rechteckigen und in der Figur 3 näher dargestellten Verlaufskurve 11 folgt. Die Sicke 10 trennt hierbei einen exemplarisch rahmenförmig ausgebildeten Randbereich 12 von einem exemplarisch rechteckig ausgebildeten Innenbereich 15, wie dies insbesondere aus der Figur 3 ersichtlich ist.

[0026] Aus der Figur 4 geht hervor, dass bei diesem ersten Ausführungsbeispiel eines Ventilatorrads 1 die Schaufeln 4 derart ausgebildet sind, dass eine vom Randbereich 12 bestimmte erste Schaufelfläche 16 und eine vom Innenbereich bestimmte zweite Schaufelfläche 17 geometrisch identisch sind, so dass beide Schaufelflächen 16, 17 die vollständige Oberfläche der Schaufel 4 abseits der Sicke 10 überdecken. Ferner ist vorgesehen, dass sowohl die erste Schaufelfläche 16 als auch die zweite Schaufelfläche 17 in einer nicht dargestellten Querschnittsebene, die die Rotationsachse 2 des Ventilatorrads 1 umfasst, keine Krümmung aufweisen. Demgegenüber ist aus der Figur 4 zu entnehmen, dass die Schaufel 4 in einer Querschnittsebene, die normal zur Rotationsachse 2 des Ventilatorrads 1 ausgerichtet ist, eine einheitliche Krümmung für die beiden Schaufelfläche 16, 17 aufweisen, die exemplarisch konzentrisch zueinander angeordnet und somit deckungsgleich sind.

[0027] Darüber hinaus ist vorgesehen, dass die Sicke 10 längs der Verlaufskurve 11 eine konstante Breite sowie eine konstante Tiefe aufweist, so dass ein rahmenförmiger Bodenbereich 18 der Sicke 10 geometrisch ähnlich zur ersten und zweiten Schaufelfläche 16, 17 ausgebildet ist.

[0028] Durch diese Strukturierung der Schaufeln 4 für das Ventilatorrad 1 kann unter Beibehaltung von Festigkeitsanforderungen, wie sie durch den jeweiligen Einsatzfall für das Ventilatorrad 1 bestimmt werden, eine Reduzierung des Materialaufwands für die Schaufeln 4 erzielt werden. Somit kann das Gesamtgewicht des Ventilatorrads 1 verringert werden, ohne dass hierbei Einbußen bei der Stabilität oder der Lebensdauer für das Ventilatorrad in Kauf genommen werden müssen.

[0029] Bei der in der Figur 5 dargestellten zweiten Ausführungsform eines Ventilatorrads 21 sowie bei sämtlichen weiteren Ausführungsformen von Ventilatorrädern, wie sie in den weiteren Figuren offenbart werden, wird lediglich Bezug auf die unterschiedliche Gestaltung gegenüber dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Veni-

latorrad 1 genommen.

[0030] Das Ventilatorrad 21 unterscheidet sich vom Ventilatorrad 1 hinsichtlich der Gestaltung seiner Schaufeln 22 dadurch, dass der Randbereich 23 und der Innenbereich 24 zwei geometrisch ähnliche, äquidistant von einander beabstandete Schaufelflächen 25, 26 bestimmen, wie dies insbesondere aus der Seitenansicht der Schaufel 22 gemäß der Figur 6 hervorgeht. Ansonsten weist die Schaufel 22 die gleichen geometrischen Eigenschaften wie die Schaufel 4, insbesondere im Hinblick auf die lediglich in einer Raumrichtung gekrümmte Ausführung auf. Ferner sind die Schaufelflächen 25, 26 aufgrund der äquidistanten Ausführung konzentrisch zueinander ausgerichtet weisen Krümmungsradien auf, die sich in ihrem Betrag um den Abstand der beiden Schaufelflächen 25, 26 unterscheiden.

[0031] Bei der in der Figur 7 dargestellten dritten Ausführungsform eines Ventilatorrads 31 sind die Schaufeln 32 derart ausgebildet, dass ein Randbereich 33 und ein Innenbereich 34 eine erste Schaufelfläche 35 bzw. eine zweite Schaufelfläche 36 bestimmen, die schräg zueinander ausgerichtet sind. Hierdurch ergibt sich auch, dass die Sicke 37 entlang der exemplarisch ebenfalls im Wesentlichen rechteckig ausgebildeten Verlaufskurve 38 eine variable Tiefe aufweist, wie den Figuren 8 und 9 entnommen werden kann, sind die Krümmungen der Schaufelflächen 35 und 36 in einer die Rotationsachse 39 des Ventilatorrads 31 umfassenden Querschnittsebene exzentrisch zueinander angeordnet. Ferner schließen die Schaufelflächen 35 und 36 gemäß der Darstellung der Figur 9 in einer nicht dargestellten, normal zur Rotationsachse 39 ausgerichteten Querschnittsebene einen spitzen Winkel ein.

[0032] Bei der vierten Ausführungsform eines Ventilatorrads 41 gemäß der Figur 10 ist die in Figur 11 näher dargestellte Schaufel 42 mit einer einstufigen Einprägung versehen, durch die der Innenbereich 44 vom Randbereich 43 abgesetzt wird. Exemplarisch ist vorgesehen, dass die vom Innenbereich 44 bestimmte Schaufelfläche 46 gegenüber der vom Randbereich 43 bestimmte Schaufelfläche 45 gleichmäßig um einen vorgegeben Betrag und somit äquidistant versetzt angeordnet ist. vorzugsweise sind die beiden Schaufelflächen 45 und 46 geometrisch ähnlich ausgebildet. Weiterhin ist exemplarisch vorgesehen, dass die beiden Schaufelflächen 45, 46 in einer Querschnittsebene, die die Rotationsachse 49 des Ventilatorrads 41 umfasst, krümmungsfrei ausgebildet sind. Ferner ist exemplarisch vorgesehen, dass die beiden Schaufelflächen 45, 46 in einer normal zur Rotationsachse 49 ausgerichteten Querschnittsebene jeweils in gleicher, geometrisch ähnlicher Weise gekrümmt ausgebildet sind. Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform einer Schaufel, die mit einer Einprägung im Sinne der Ausgestaltung gemäß den Figuren 10 und 11 ausgebildet ist, kann auch eine schräge Einprägung für den Innenbereich gegenüber dem Randbereich vorgesehen sein, wodurch ein in der Figur 11 sichtbarer, dort mit konstanter Höhe umlaufender Randbereich 50

bei der nicht dargestellten Ausführungsform eine über seine Verlaufskurve variable Höhe aufweisen würde.

[0033] Bei der in Figur 12 dargestellten Variante der in den Figuren 10 und 11 dargestellten Schaufel 42 ist die Schaufel 42a mit einer zweiten Einprägung ausgebildet, durch die ein weiterer Innenbereich 44a mit einer weiteren, nicht näher dargestellten Schaufelfläche bestimmt wird. Exemplarisch ist vorgesehen, dass der Innenbereich 44a geometrisch ähnlich zum Innenbereich 44 ausgebildet ist, wie er in der Figur 11 als einheitliche Fläche und in der Figur 12 als rahmenförmig umlaufender Flächenbereich vorgesehen ist. Der Randbereich 43 ist bei der Schaufel 42a identisch zum Randbereich 43 der Schaufel 42 ausgebildet. Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform der Schaufel gemäß Figur 8 kann eine schiefe Anordnung der insgesamt drei Schaufelflächen zueinander vorgesehen sein, sofern dies beispielsweise durch aerodynamische Erfordernisse oder durch erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Stabilität der Schaufel erforderlich ist.

[0034] Bei der in Figur 13 dargestellten fünften Ausführungsform eines Ventilatorrads 51 sind die Schaufeln 52 mit jeweils einem axialen Endbereich in die Ronde 53 eingesteckt. Hierzu sind in der Ronde 53 bogenförmige Ausnehmungen in der Art von Schlitzten ausgebildet, die hinsichtlich ihres Krümmungsverlaufs an die Krümmung der Schaufeln 52 angepasst sind und hinsichtlich einer Schlitzbreite der Materialstärke der Schaufeln 52 entsprechen. Die Ausnehmungen 54 sind jeweils am Grund von Sicken 55 eingebracht, die die Ausnehmungen 54 umgeben. Bei der fünften Ausführungsform des Ventilatorrads 51 ist vorgesehen, dass die Sicken 55 entlang ihrer jeweiligen Verlaufskurven, die mit den Ausnehmungen 54 übereinstimmen, eine konstante Breite und eine konstante Tiefe, insbesondere also einen konstanten Querschnitt, aufweisen. Ferner ist exemplarisch vorgesehen, dass die Sicken 55 in Richtung der Schaufeln 52 in die Ronde 53 eingepreßt sind, wodurch bezogen auf eine Rondenoberfläche 56, die exemplarisch kreisringförmig ausgebildet ist, eine versenkte Anordnung der axialen Endbereiche der Schaufeln 52 ermöglicht wird. Ferner erlauben die Sicken 55 ein Verschweißen der axialen Endbereiche der Schaufeln 52 mit der Ronde 53, ohne dass hierdurch die beim Schweißvorgang entstehende Schweißraupe über die Rondenoberfläche 56 absteht würde.

[0035] Bei der in Figur 14 dargestellten sechsten Ausführungsform eines Ventilatorrads 61 sind die Schaufeln 62 beidseitig mit ihren axialen Endbereichen sowohl in der Ronde 63 als auch im Ring 67 eingesteckt, wobei die Ronde 63 in gleicher Weise wie die Ronde 53 gemäß der fünften Ausführungsform des Ventilatorrads 51 ausgebildet ist. Der Ring 67 ist bei der sechsten Ausführungsform des Ventilatorrads 61 ebenfalls mit Ausnehmungen 68 versehen, die den Ring 67 durchsetzen und das Einstecken der jeweiligen axialen Endbereiche der Schaufeln 62 ermöglichen. Für eine stabile Aufnahme der axialen Endbereiche der Schaufeln 62 sind die Aus-

nehmungen 68 jeweils am Grund einer Sicke 69 angeordnet, sodass beim Einstecken der axialen Endbereiche der Schaufeln 62 sowie beim stoffschlüssigen Verbinden der Schaufeln 62 mit dem Ring 67 insbesondere durch Schweißen, keine Erhöhungen an der rotationssymmetrisch ausgebildeten Ringoberfläche 70 erzeugt werden.

[0036] Bei der in Figur 15 dargestellten siebten Ausführungsform eines Ventilatorrads 71 ist an der Ronde 73 eine Einprägung 74 zur Verstärkung der Stabilität der Ronde 73 vorgesehen. Die Einprägung 74 umfasst exemplarisch eine ringförmige, konzentrisch zur Rotationsachse verlaufende Sicke 75, die in Richtung der Schaufeln 72 vertieft ist. Die Sicke 75 wird durch radiale Querstege 76 unterteilt, die erhaben aus der Sicke 75 in einer von den Schaufeln 72 wegweisenden Richtung abragen. An einem äußeren Randbereich der Sicke 75 sind in radialer Richtung nach außen sternförmig abragende Sicken 77 vorgesehen, die ebenfalls in Richtung der Schaufeln 72 in die Ronde 73 eingepreßt sind und jeweils einen schmalen Innenbereich mit größerer Sickentiefe und einen den Innenbereich umgebenden Außenbereich mit geringerer Sickentiefe aufweisen.

[0037] Bei der in Figur 16 dargestellten achten Ausführungsform eines Ventilatorrads 81 sind die Schaufeln 82 mit axialen Endbereichen durch die Ronde 83 gesteckt, wozu in der Ronde 83 Ausnehmungen 84 ausgebildet sind, deren Verlaufskurve der Krümmung der Schaufeln 82 entspricht. Die Ausnehmungen 84 sind jeweils am Grund von Sicken 85 angeordnet, wobei die Sicken 85 abweichend von der Gestaltung der Sicken 55 bei der fünften Ausführungsform eines Ventilatorrads 51, wie es in der Figur 9 dargestellt ist, eine längs ihrer Verlaufskurve variable Breite und Tiefe aufweisen. Exemplarisch ist vorgesehen, dass die Sicken 85 ausgehend von einem radial innenliegenden Bereich mit geringer Breite und geringer Tiefe hinzu einem radial außenliegenden Bereich mit größerer Breite und größerer Tiefe ausgebildet sind. Ferner sind die Sicken 85 in Richtung der Schaufeln 82 in die Ronde 83 eingepreßt, so dass sich in dem von den Schaufeln 82, der Ronde 83 und dem Ring 87 begrenzten aerodynamisch wirksamen Strömungsraum eine vorteilhafte aerodynamische Wirkung durch die Sicken 85 ergibt. Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind in der Ronde und/oder Ring noch zusätzliche Sicken vorgesehen, die ebenfalls in Richtung der Schaufeln eingepreßt sind und die ebenfalls für eine Beeinflussung der aerodynamischen Eigenschaften vorgesehen sind.

[0038] Bei der in den Figuren 17 und 18 dargestellten Ausführungsformen einer Schaufel 92 umgibt der Randbereich 93 den Innenbereich 94 in der Art eines Rahmens. Dabei ist der Innenbereich 94 derart ausgeformt, dass die Schaufelfläche 96 des Innenbereichs 94 gegenüber der Schaufelfläche 95 des Randbereichs 93 verkippt angeordnet ist. Exemplarisch ist ein stetiger Übergang zwischen Randbereich 93 und Innenbereich 94 vorgesehen, ferner wird der Innenbereich 94 gegenüber dem Randbereich 93 durch eine Sicke 98 getrennt, die

einer U-förmigen Verlaufskurve 97 folgt. Die Sicke 98 weist exemplarisch eine konstante Breite und eine variable Tiefe auf.

[0039] Bei der in den Figuren 19, 20 und 21 dargestellten Ausführungsform einer Schaufel 102 ist der Innenbereich 104 gegenüber dem Randbereich 103 verkippt angeordnet, weist jedoch an den zwei gestrichelt dargestellten Rändern 107 und 108 einen stetigen Übergang zwischen der Schaufelfläche 105 des Randbereichs 103 und der Schaufelfläche 106 des Innenbereichs 104 auf. Hieraus ergibt sich eine L-förmige Sicke 109, die vorliegend zwei gerade Schenkel 110 und 111 umfasst, wobei eine Sickentiefe an einem Schnittpunkt der beiden Schenkel 110 und 111 am größten ist.

Patentansprüche

1. Ventilatorrad zur Förderung eines gasförmigen Fluids, mit mehreren Schaufeln (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102), die in konstanter Winkelteilung in einem ringförmigen Raumvolumen um eine Rotationsachse (2; 39; 49; 79) angeordnet sind und die mit ihren axialen entgegengesetzten Endbereichen (5, 6) jeweils an einem Trägermittel (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) festgelegt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Schaufel (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102) einen, insbesondere rahmenförmig, umlaufenden Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) und wenigstens einen vom Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) umgebenen Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) aufweist, wobei zwischen dem Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) und dem Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) wenigstens eine Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) längs einer zumindest L-förmigen, vorzugsweise U-förmigen, insbesondere umlaufenden, Verlaufskurve (11; 38; 97) ausgebildet ist und/oder wobei der Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) von einer ersten Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) bestimmt ist und der Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) von einer zweiten Schaufelfläche (17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) bestimmt ist, die geometrisch abweichend von der ersten Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) angeordnet und/oder ausgebildet ist.
2. Ventilatorrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und/oder die zweite Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105 - 17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) in wenigstens einer Querschnittsebene mit einer stetigen, insbesondere konstanten, Krümmung ausgebildet sind.
3. Ventilatorrad nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Krümmung der ersten Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) und die wenigstens eine Krümmung der zweiten Schaufelfläche (17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) gleichartig

ausgebildet sind.

4. Ventilatorrad nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105 - 17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) äquidistant voneinander beabstandet sind.
5. Ventilatorrad nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) längs der Verlaufskurve (11; 38; 97) eine konstante Breite und/oder eine konstante Tiefe, insbesondere einen konstanten Querschnitt, aufweist.
6. Ventilatorrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) in genau einer Querschnittsebene gekrümmt ausgebildet ist und dass die zweite Schaufelfläche (17; 26; 36; 46; 46a; 96; 106) in zwei zueinander senkrechten Querschnittsebenen gekrümmt ausgebildet ist.
7. Ventilatorrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) längs der Verlaufskurve (11; 38; 97) eine veränderliche Breite und/oder eine veränderliche Tiefe, insbesondere einen sich stetig verändernden Querschnitt aufweist.
8. Ventilatorrads nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägermittel (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) mit Ausnahmen zur Aufnahme von axialen Endbereichen (5, 6) der Schaufeln (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102) versehen ist, wobei die Ausnahmen jeweils am Grund einer bogenförmigen, an die korrespondierende Schaufelfläche (16; 25; 35; 45; 95; 105) angepassten Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) ausgebildet sind.
9. Ventilatorrad nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Trägermittel (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) wenigstens eine, vorzugsweise sternförmig ausgebildete, Einprägung (74) eingebracht ist.
10. Ventilatorrad nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sicken (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) im Trägermittel (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) in Richtung des gegenüberliegend angeordneten Trägermittels (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) vertieft ausgebildet sind.
11. Ventilatorrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Sicke (10; 37; 55; 69; 85; 98; 109) in der Schaufel (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102) in radialer Richtung nach innen weisend ausgebildet ist.

12. Ventilatorrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Schaufel wenigstens eine in radialer Richtung nach innen und wenigstens eine in radialer Richtung nach außen weisende Sicke ausgebildet ist. 5
13. Ventilatorrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Randbereich (12; 23; 33; 43; 93; 103) gegenüber dem Innenbereich (15; 24; 34; 44; 44a; 94; 104) radial innenliegend versetzt angeordnet ist. 10
14. Ventilatorrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Trägermittel (3; 53; 63; 73; 83) als teller- oder ringförmige Ronde zur drehfesten Ankopplung an einer Antriebswelle und das zweite Trägermittel (7; 67; 87) als Ring, insbesondere als Torusringabschnitt, mit einer zur Rotationsachse (2; 39; 49; 79) rotations-symmetrischen Krümmung ausgebildet ist. 15
20
15. Ventilatorrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Trägermittel (3, 7; 53; 63, 67; 73; 83, 87) zusammen mit den, insbesondere gleichartig ausgebildeten, Schaufeln (4; 32; 42; 52; 62; 72; 82; 92; 102) ein Radiallaufrad bilden. 25

30

35

40

45

50

55

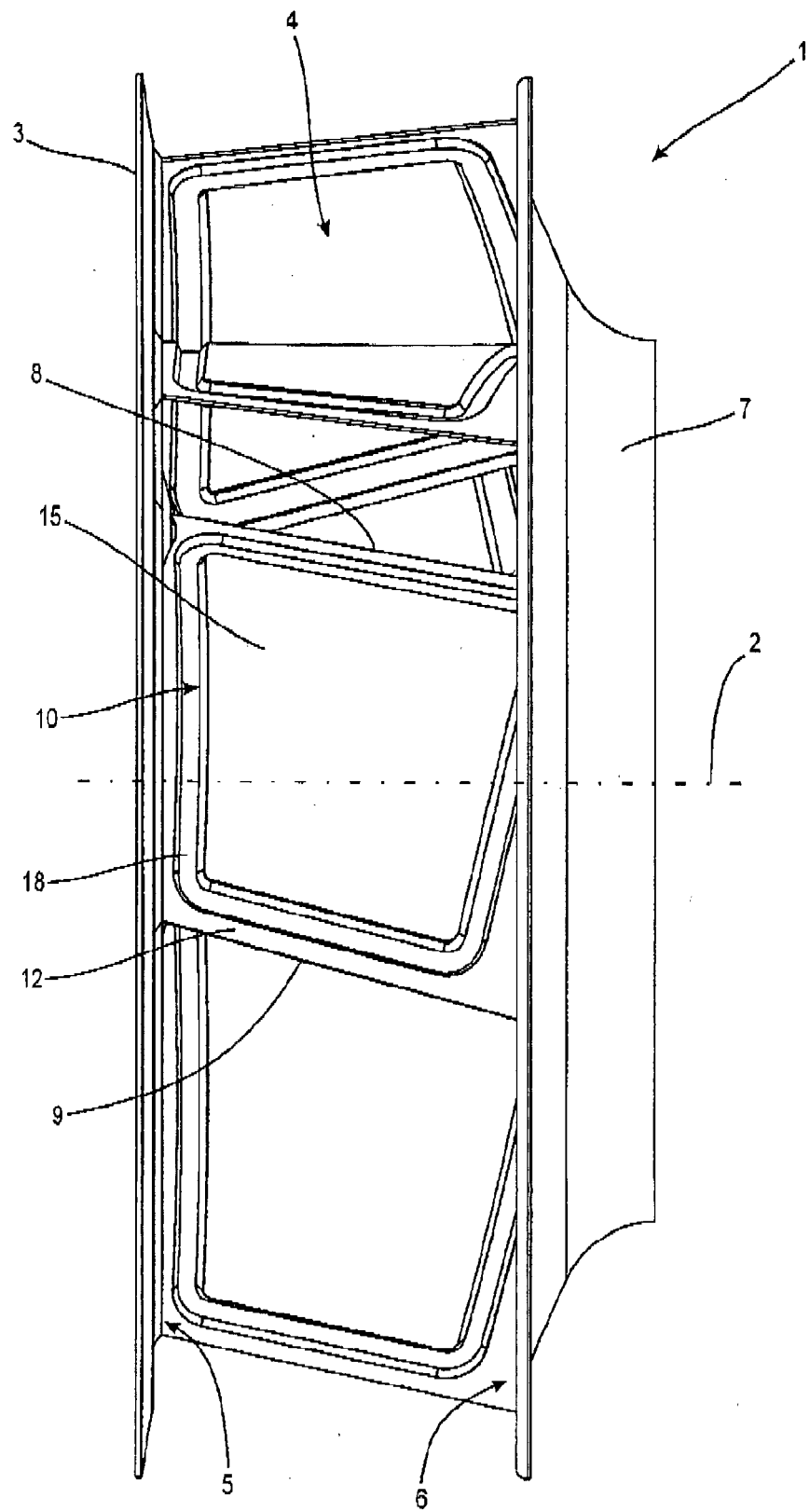
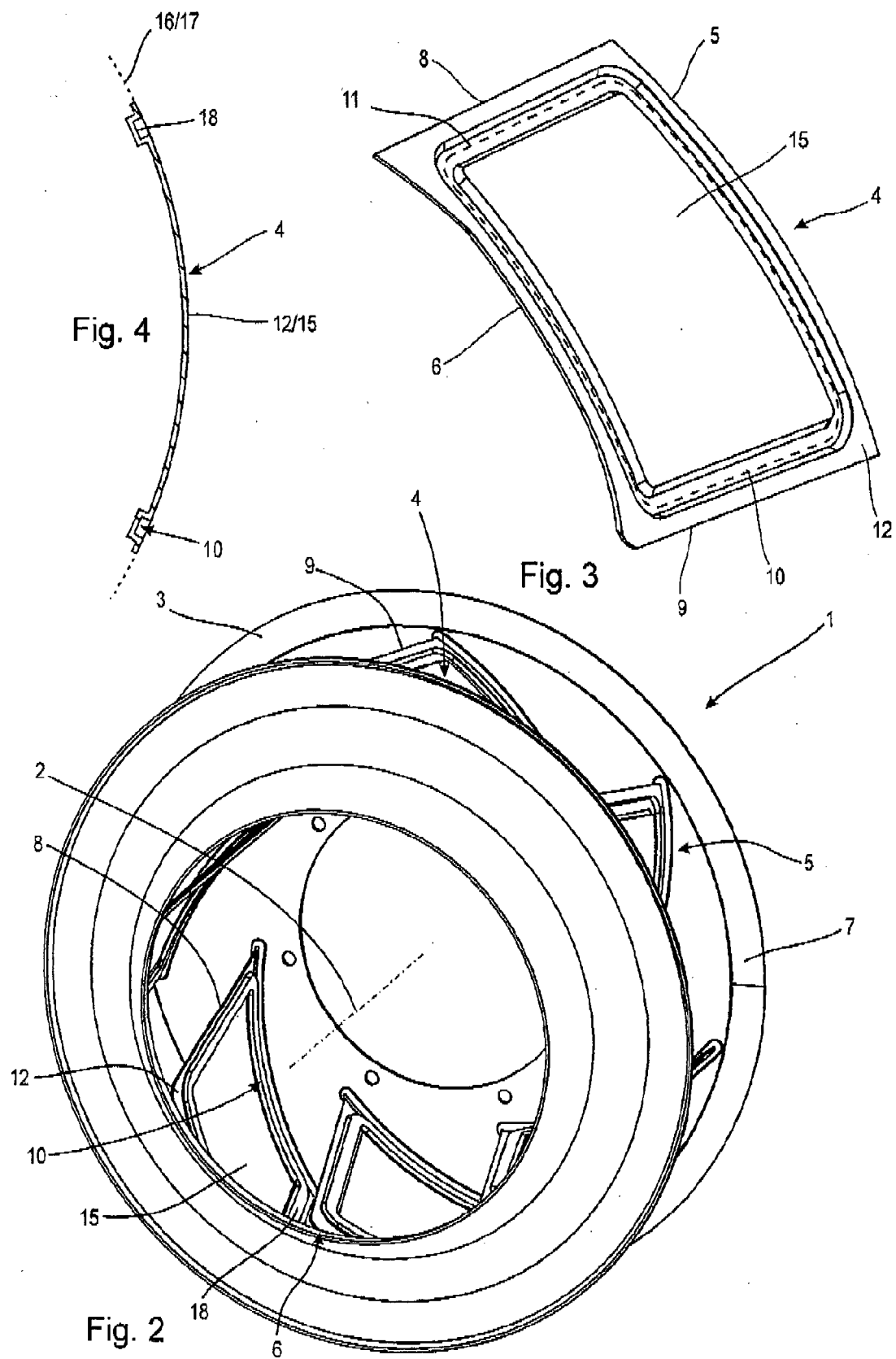


Fig. 1



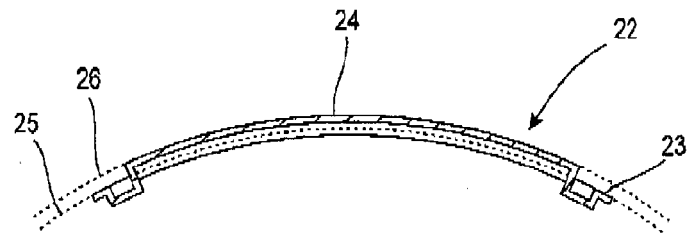


Fig. 6

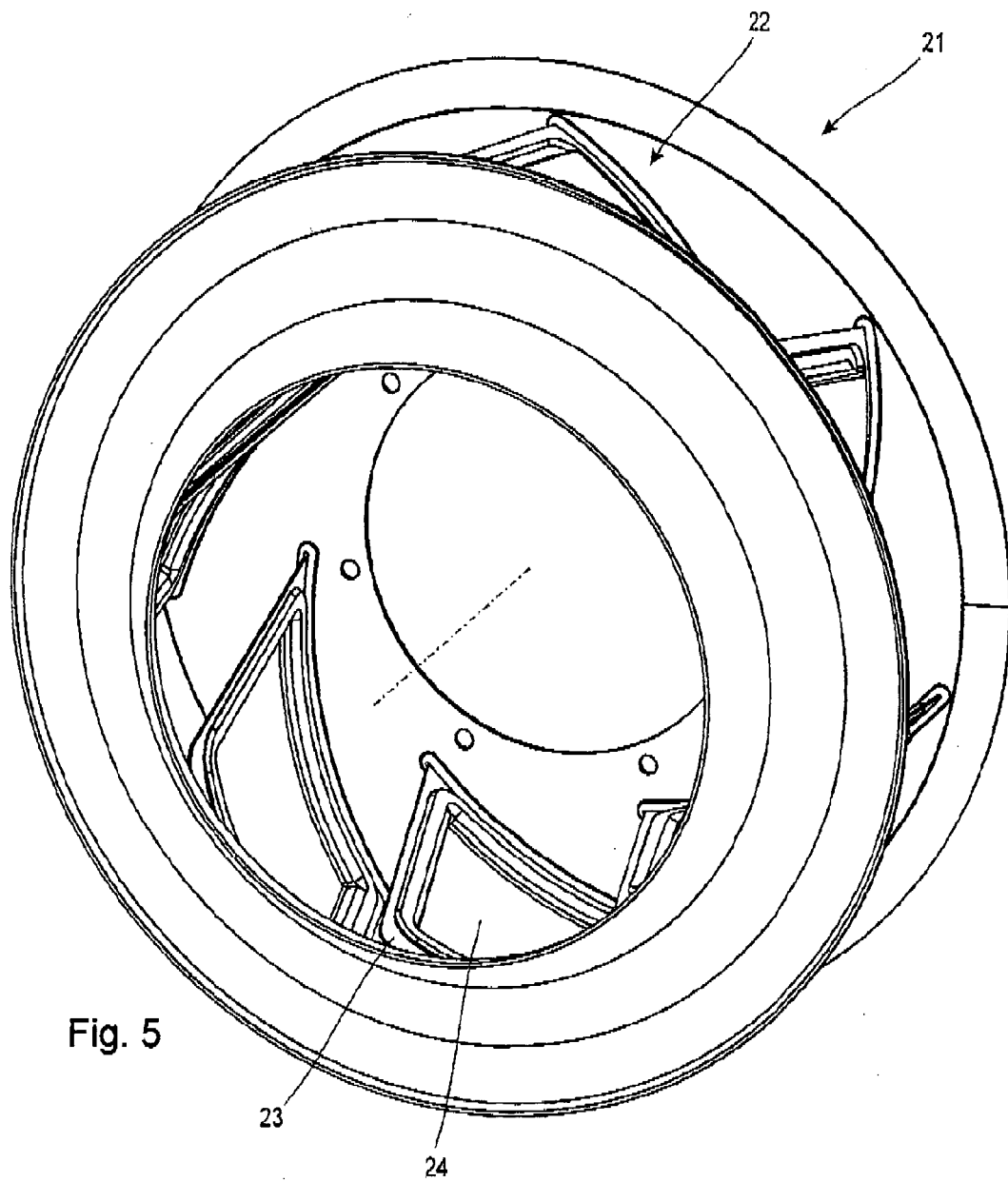
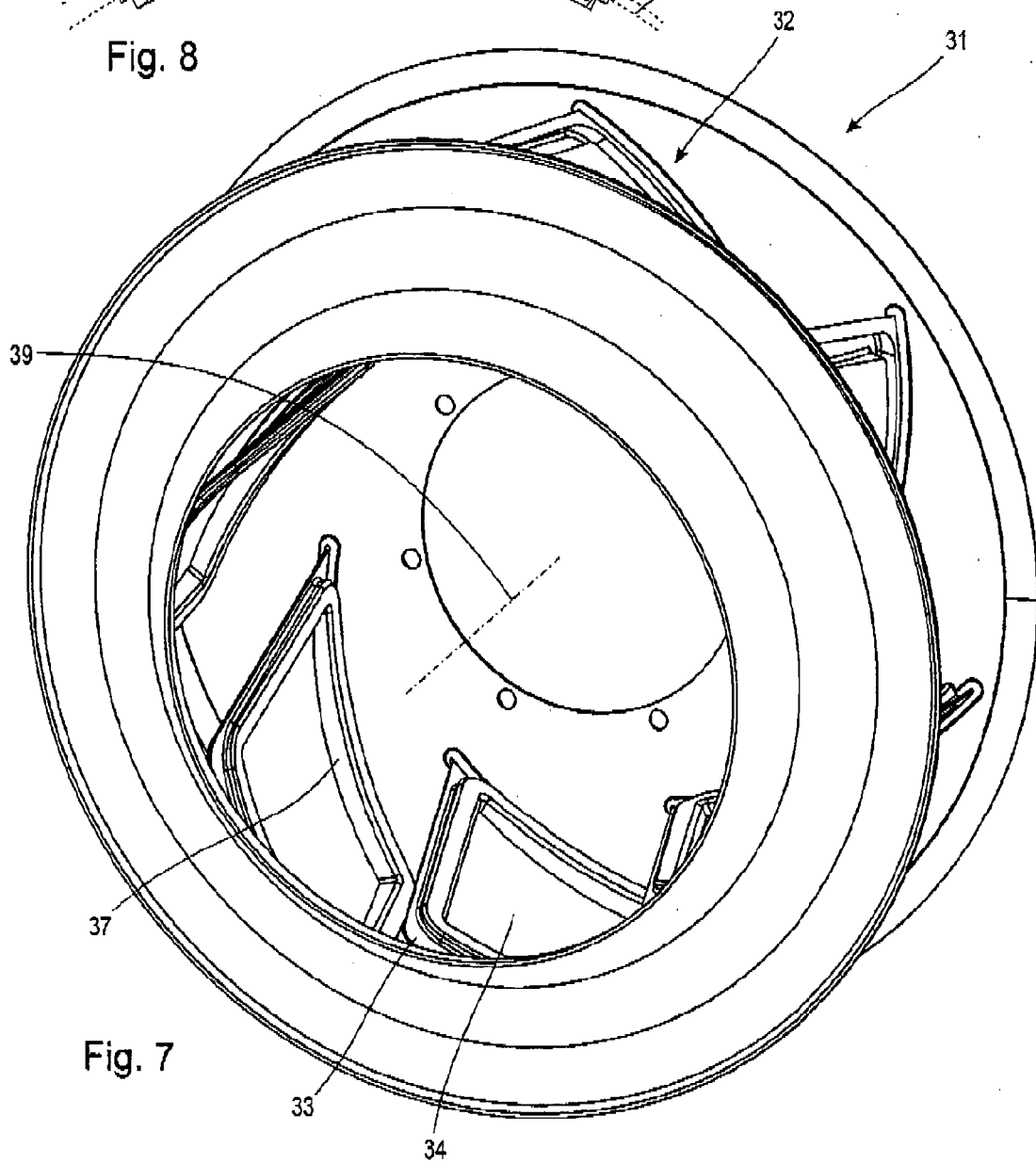
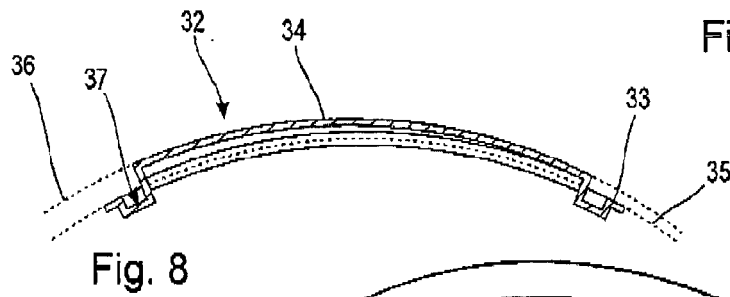
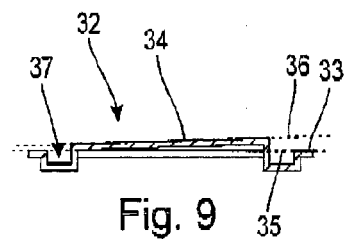


Fig. 5



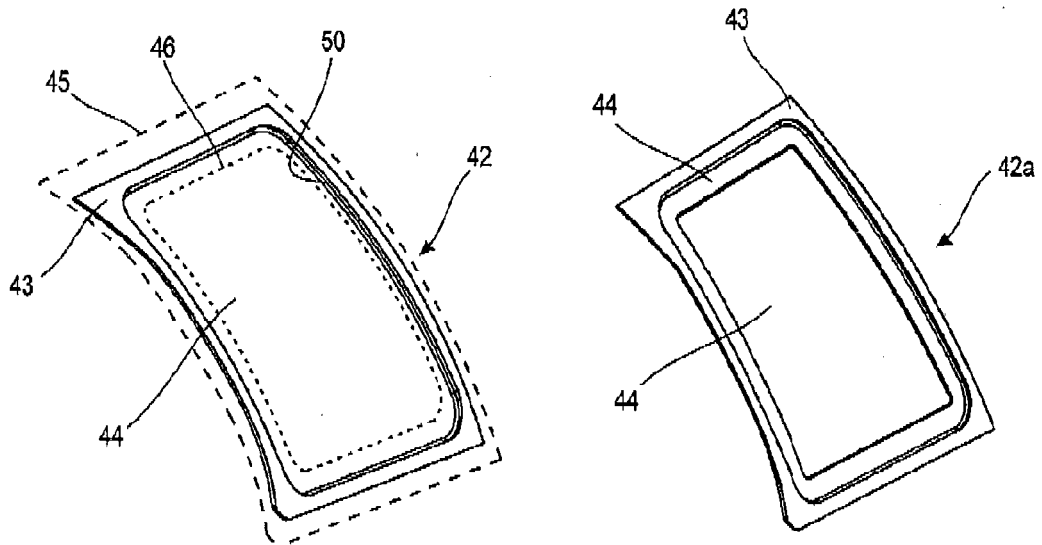


Fig. 11

Fig. 12

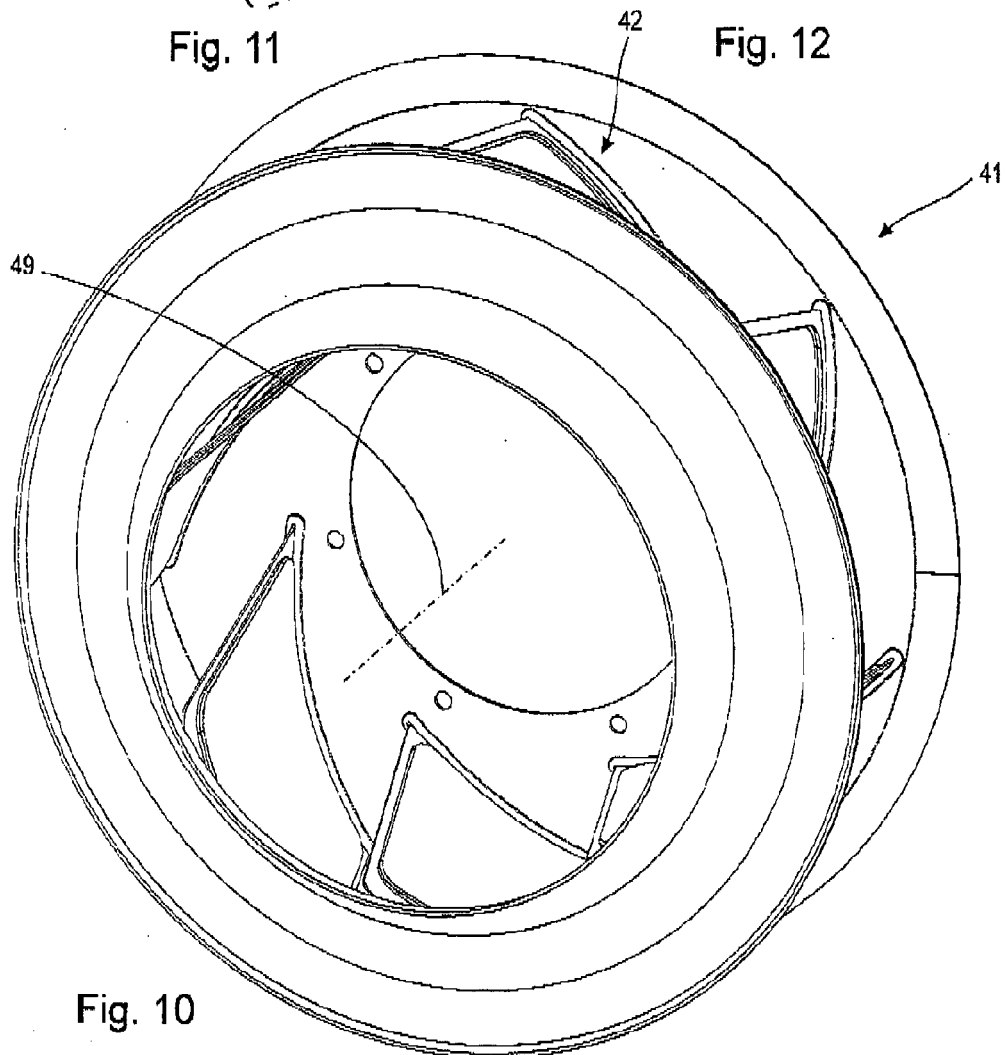


Fig. 10

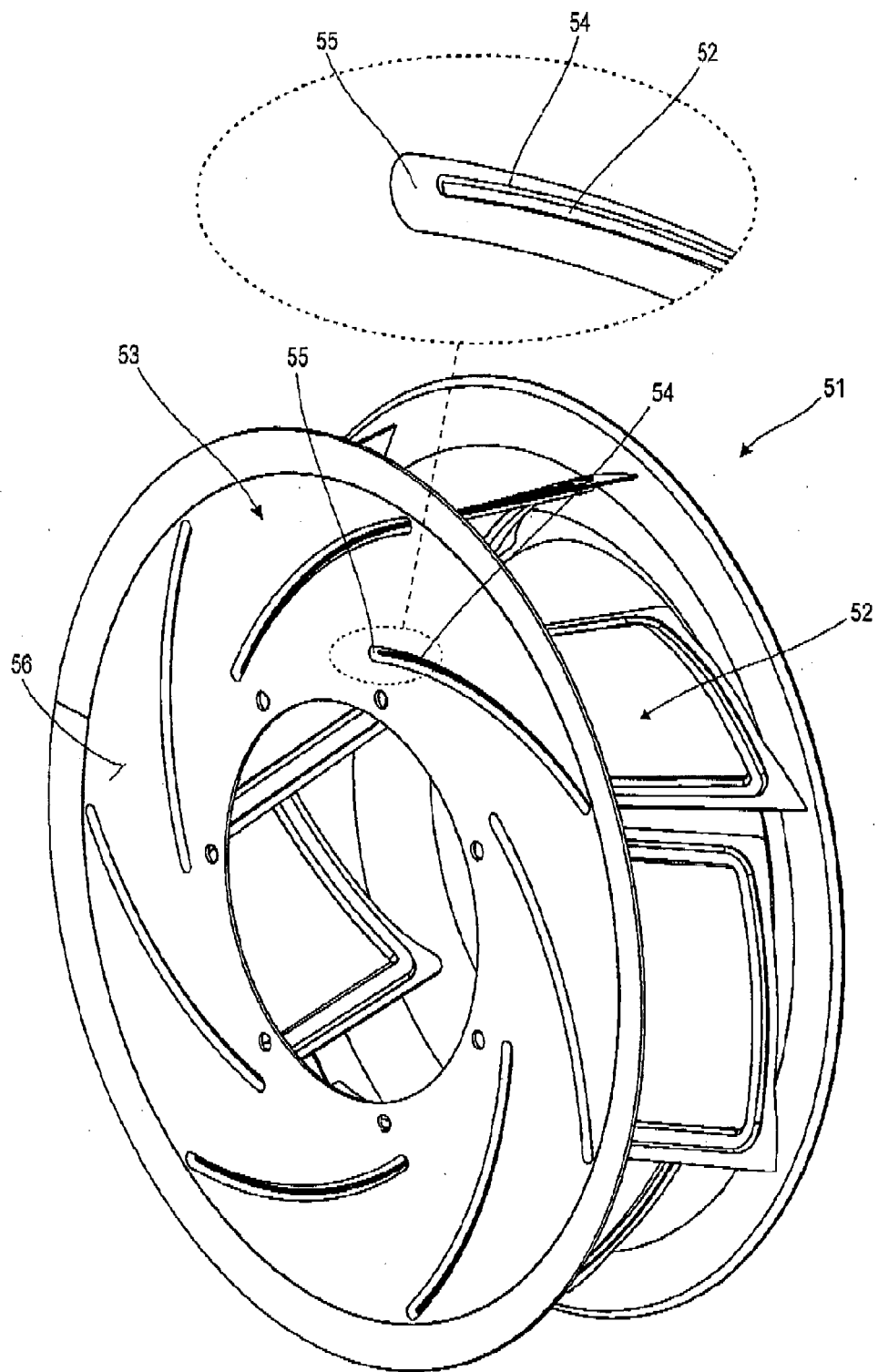


Fig. 13

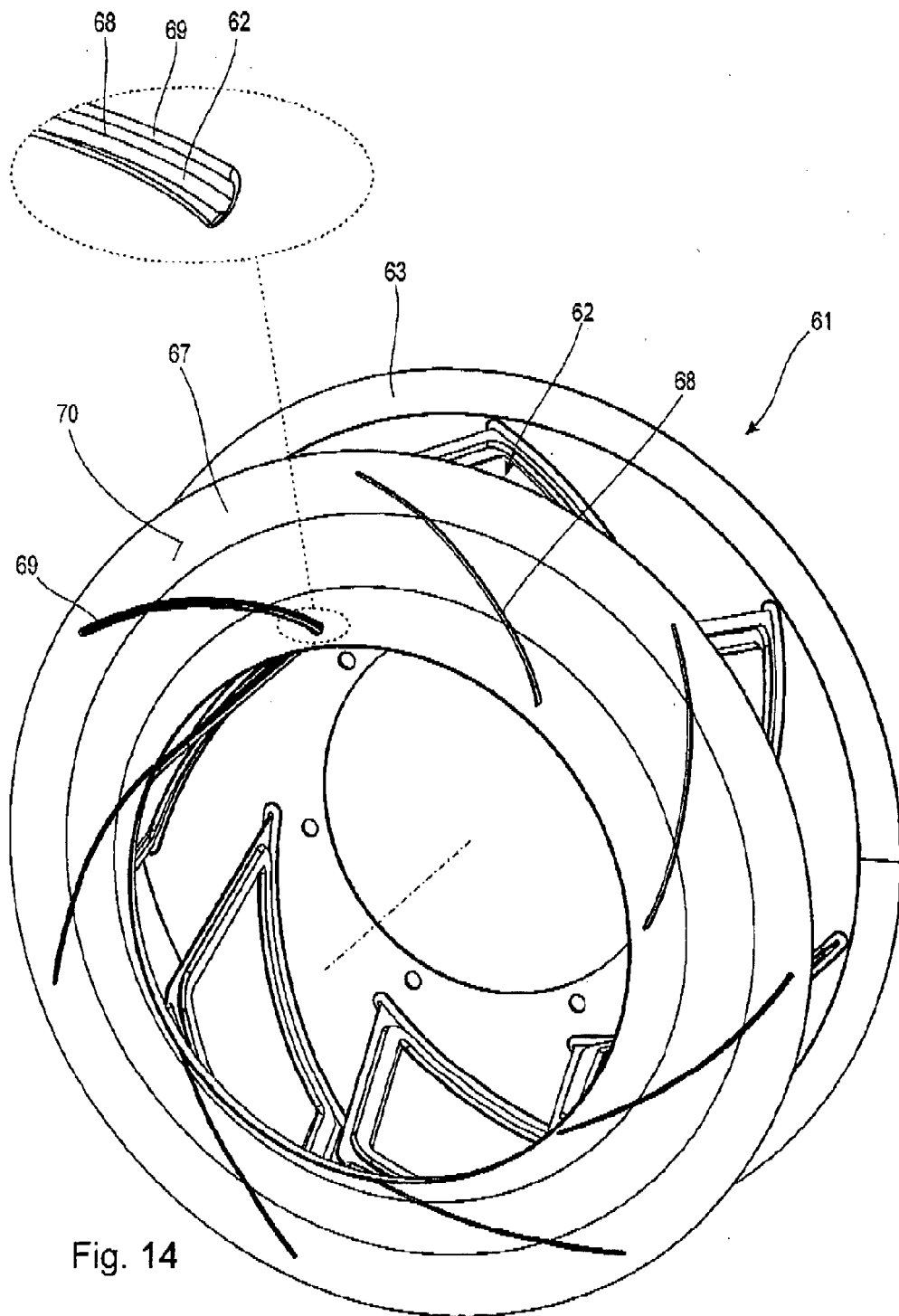


Fig. 14

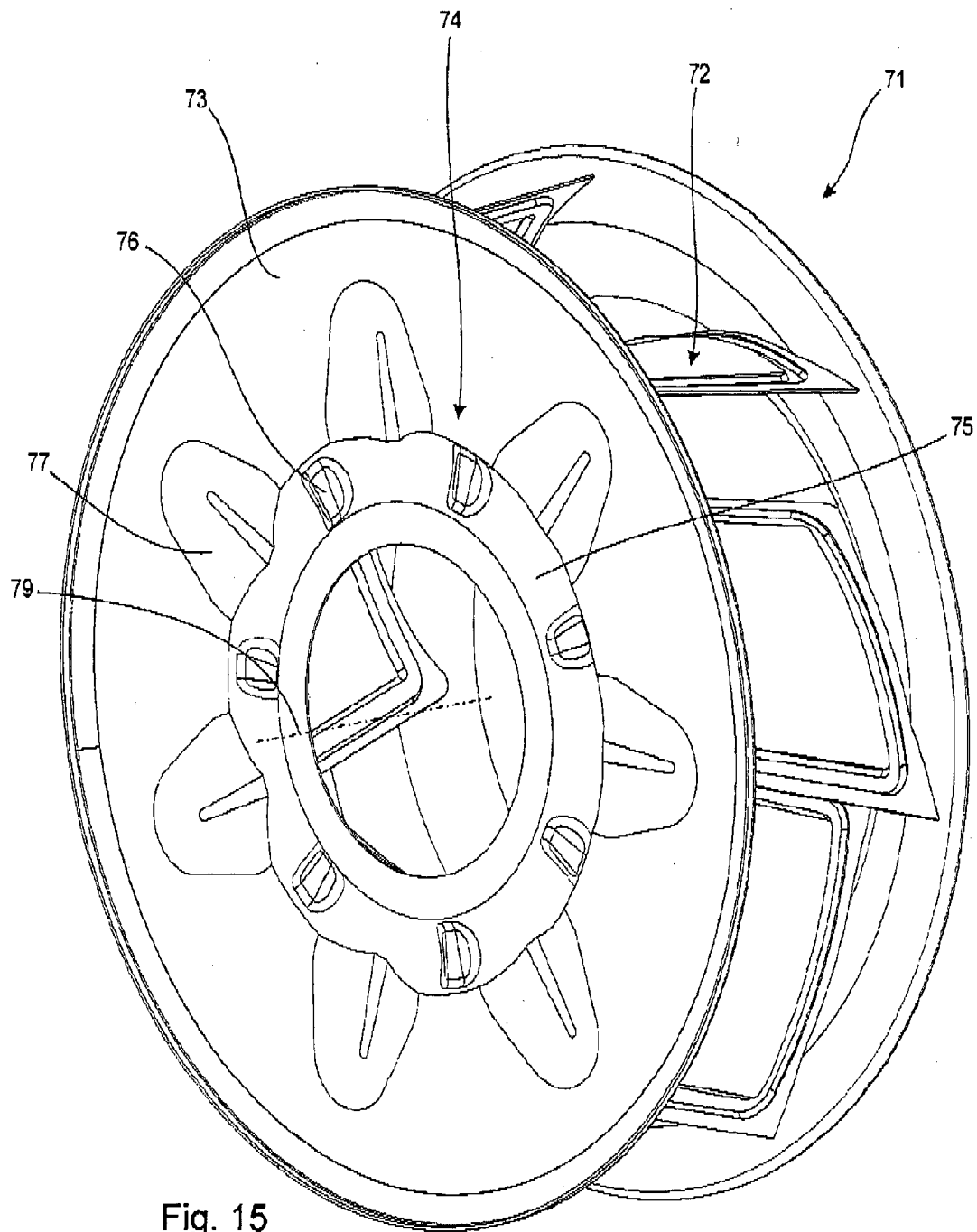


Fig. 15

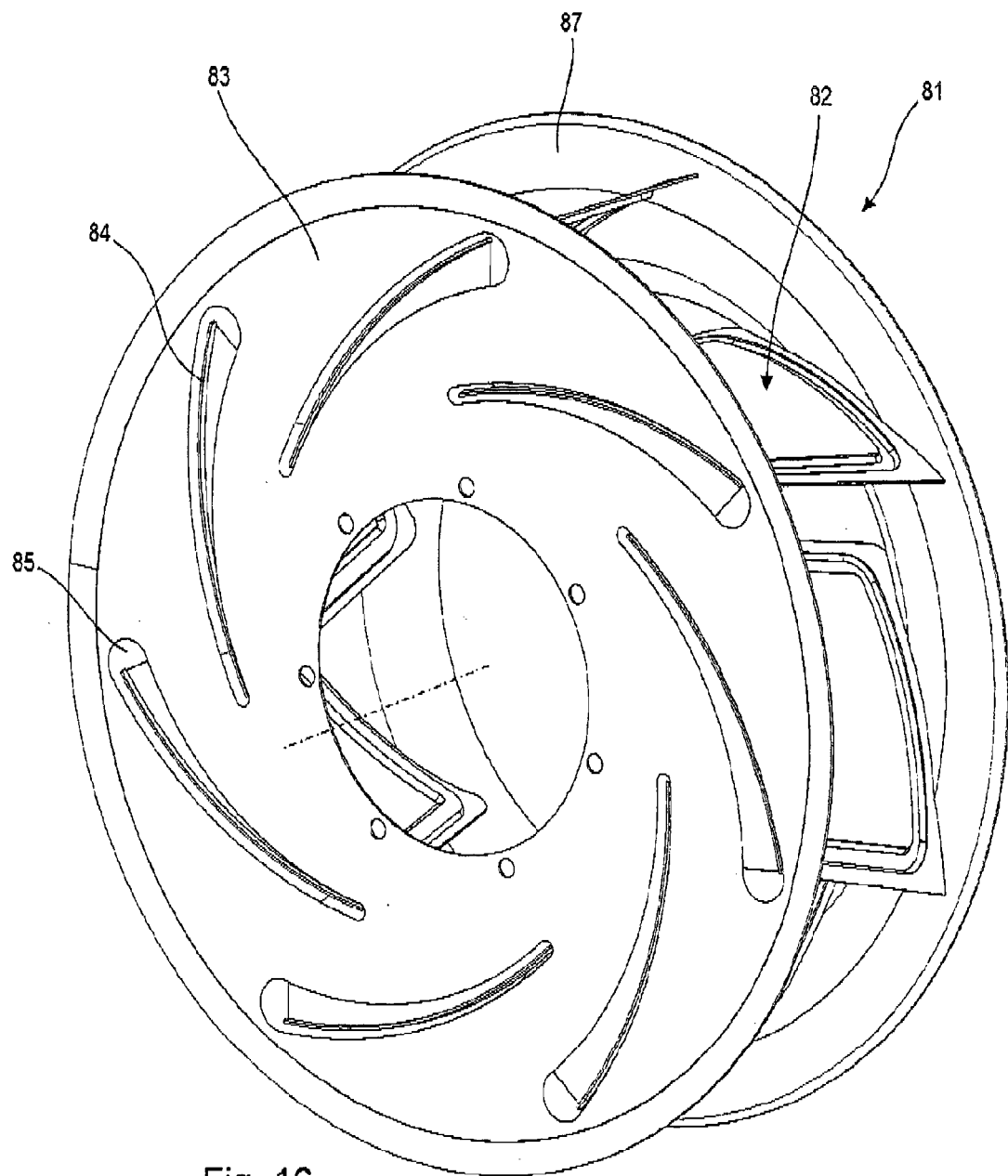
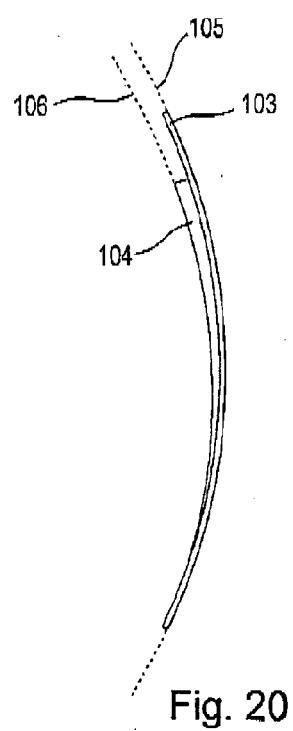
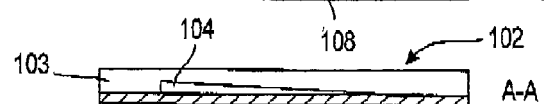
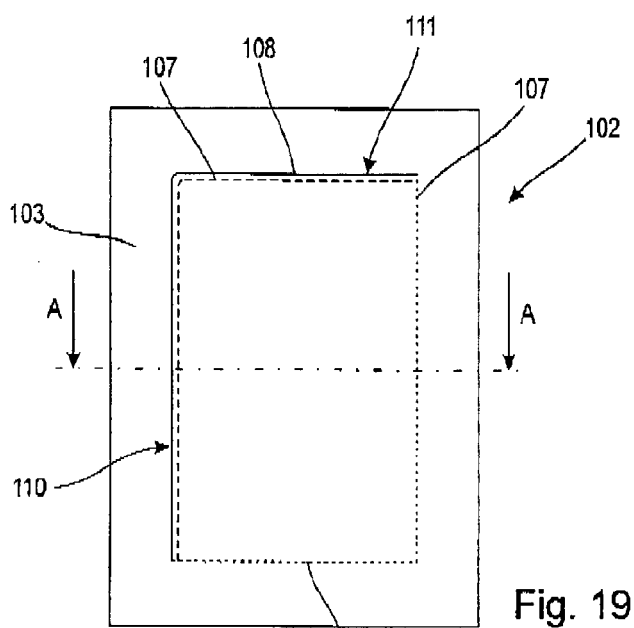
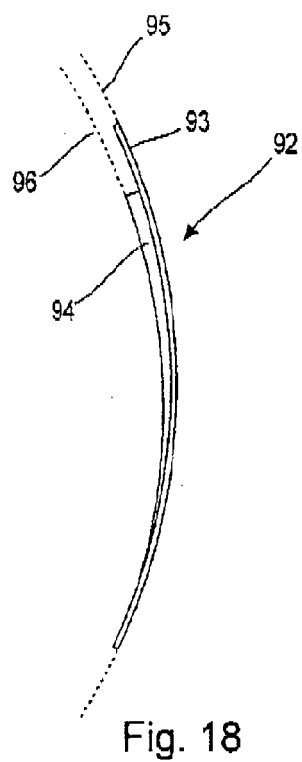
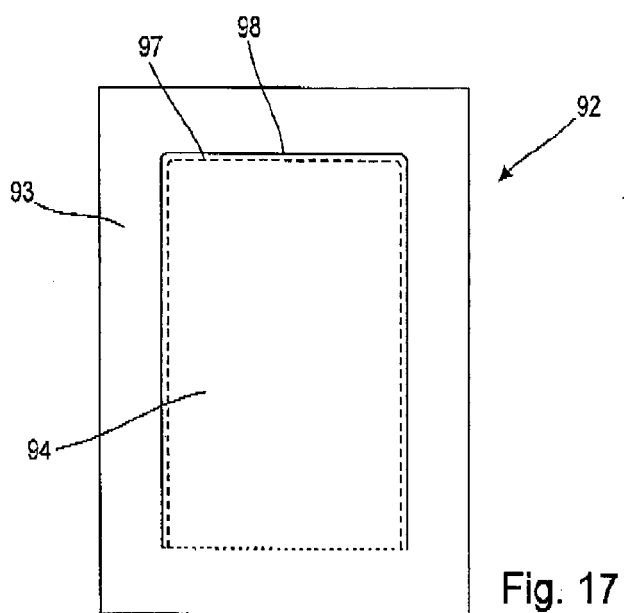


Fig. 16





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 00 4398

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	WO 2012/140690 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; IKEDA TAKASHI [JP]; TAKAGI MASAHIKO [JP]) 18. Oktober 2012 (2012-10-18)	1	INV. F04D29/28 F04D29/30
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-14 * & US 2014/023501 A1 (IKEDA TAKASHI [JP] ET AL) 23. Januar 2014 (2014-01-23) * das ganze Dokument *	2-15	
A	----- US 1 059 161 A (HUGUENIN ALBERT [CH]) 15. April 1913 (1913-04-15) * das ganze Dokument * * Abbildung 3 *	1	
A	----- US 2003/143070 A1 (HUANG WEN-SHI [TW] ET AL) 31. Juli 2003 (2003-07-31) * Abbildung 4B *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		3. Februar 2014	Ingelbrecht, Peter
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 00 4398

03-02-2014

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.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2012140690 A1	18-10-2012	CN 103477084 A	25-12-2013
		EP 2698543 A1	19-02-2014
		US 2014023501 A1	23-01-2014
		WO 2012140690 A1	18-10-2012

US 1059161 A	15-04-1913	KEINE	

US 2003143070 A1	31-07-2003	DE 20216177 U1	16-01-2003
		JP 3089871 U	15-11-2002
		TW 517787 U	11-01-2003
		US 2003143070 A1	31-07-2003

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1628336 A [0002]