

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Juni 2024 (20.06.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/125734 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 29/02 (2006.01) *F04D 29/40* (2006.01)
F04D 29/18 (2006.01) *F04D 29/68* (2006.01)
F04D 29/26 (2006.01) *F01D 5/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2023/200244

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. Dezember 2023 (05.12.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 213 765.5
16. Dezember 2022 (16.12.2022) DE

(71) Anmelder: **ZIEHL-ABEGG SE** [DE/DE]; Heinz-Ziehl-
Straße, 74653 Künzelsau (DE).

(72) Erfinder: **LOERCHER, Frieder**; Arnsdorf 17, 74542
Braunsbach (DE). **GROSS, Andreas**; Schulstraße 38,
74632 Kirchensall (DE).

(74) Anwalt: **ULLRICH & NAUMANN**; Schneidmühlstraße
21, 69115 Heidelberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: FLOW MACHINE AND METHOD FOR PRODUCING A FLOW MACHINE COMPONENT GUIDING A FLOW
MEDIUM

(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSMASCHINE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER EIN STRÖMUNGSMEDIUM
FÜHRENDEN KOMPONENTE EINER STRÖMUNGSMASCHINE

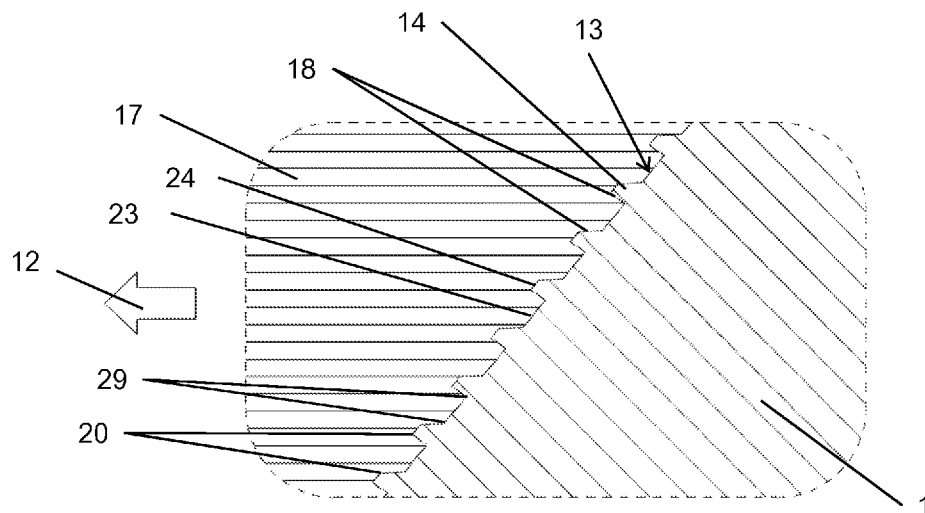


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a flow machine, in particular a turbomachine, preferably a fan, having at least one component guiding a flow medium, for example blades of an impeller, guide vanes, hub ring, cover ring, base disc, nozzle or housing parts/components, wherein the component guiding the flow medium is produced by casting, preferably by injection moulding from plastic, and riblets are formed at least partially at and/or on and/or in the surface of the component in a region around which flow takes place. The invention also relates to a method for producing a component guiding a flow medium.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere Turbomaschine, vorzugsweise Ventilator, mit mindestens einer ein Strömungsmedium führenden Komponente, beispielsweise Flügel eines Laufrads, Nachleitflügel, Naberring, Deckring, Bodenscheibe, Düse oder Gehäuseteile-/Komponente, wobei die das Strömungsmedium führende Komponente gusstechnisch, vorzugsweise spritzgusstechnisch aus Kunststoff, hergestellt ist und dabei an und/oder auf und/oder in der Oberfläche der Kom-



WO 2024/125734 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

ponente in einem umströmten Bereich, zumindest teilweise, Riblets ausgebildet sind, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer ein Strömungsmedium führenden Komponente

STRÖMUNGSMASCHINE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER EIN STRÖMUNGSMEDIUM FÜHRENDEN KOMPONENTE EINER STRÖMUNGSMASCHINE

5

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere Turbomaschine, vorzugsweise Ventilator, mit mindestens einer ein Strömungsmedium führenden Komponente, wie beispielsweise Flügel eines Laufrads, Nachleitflügel, Nabenring, Deckring, Bodenscheibe, Düse oder Gehäuseteile-/Komponenten, etc.

10

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer ein Strömungsmedium führenden Komponente einer Strömungsmaschine.

15

Strömungsmaschinen der hier in Rede stehenden Art sind hinlänglich aus der Praxis bekannt. Lediglich beispielhaft sei dazu auf Ventilatoren und deren Komponenten verwiesen. Bei solchen Strömungsmaschinen stellt die Wandreibung sowohl in Bezug auf die Lautstärke im Betrieb als auch in Bezug auf die Leistungsaufnahme bzw. den Wirkungsgrad ein Problem dar. Folglich gilt es wandreibungsreduzierende Maßnahmen zu ergreifen.

20

Aus der Praxis ist bereits bekannt, dass mit Hilfe von Riblets auf umströmten Oberflächen die Wandreibung reduziert wird und somit Reibungsverluste und zusätzliche Lastmomente reduziert werden. Dies betrifft insbesondere auch Strömungsmaschinen, beispielsweise Turbomaschinen oder Ventilatoren. Dabei kann es von Interesse sein, sowohl stehende als auch im Betrieb rotierende oder bewegte Komponenten mit solchen Riblets zu versehen.

25

30

Riblets sind erhabene, langgestreckte Strukturen auf umströmten Oberflächen, die ihrer Länge nach vorteilhaft etwa in Richtung der relativen Umströmungsgeschwindigkeit im Bereich der Oberfläche ausgerichtet sind. Um den Effekt der Wandreibungsreduktion zu erhalten, sind, abhängig von den relativen Strömungsgeschwindigkeiten, spezielle Anforderung an die Querschnitte der Riblets einzuhalten. Insbesondere sind die Abmessungen der Riblets im Querschnitt gesehen

eher klein, beispielsweise liegen Breiten, Abstände benachbarter Riblets und Höhen der Riblets vorteilhaft in einem Bereich von 1 μm – 100 μm .

Regelmäßig ist eine große Zahl an Riblets nebeneinander anzuordnen, um eine
5 umströmte Oberfläche abzudecken. Aus diesen Gründen ist eine großserien-
taugliche Fertigung, die sich für hohe Stückzahlen pro Zeiteinheit eignet, im Stand
der Technik nicht bekannt. Bekannte Fertigungsmethoden sind das Applizieren,
z.B. Aufkleben, von mit Riblets versehenen Folien oder eine Einbringung von
Riblets in vorgefertigte Bauteile mit Hilfe von Laserbearbeitung, spanabhebender
10 Bearbeitung oder sonstiger nachträglicher Oberflächenmodifikationen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Strömungsmaschine,
insbesondere eine Turbomaschine, vorzugsweise einen Ventilator und dessen
Komponenten, anzugeben, bei der sich wandreibungssreduzierende Riblets
15 kostengünstig realisieren lassen. Der Einsatz von Riblets soll bei Strömungs-
maschinen kostengünstig realisierbar sein. Vor allem soll sich die Herstellung ent-
sprechender Komponenten bei Strömungsmaschinen einfach und kostengünstig
realisieren lassen, in Abhängigkeit von den relativen Strömungsgeschwindig-
keiten. Außerdem soll sich die erfindungsgemäße Strömungsmaschine von wett-
20 bewerblichen Produkten unterscheiden.

In Bezug auf die erfindungsgemäße Strömungsmaschine ist die zugrundeliegende
Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Danach wird die das
Strömungsmedium führende Komponente, auf die es jeweils ankommt, gusstech-
25 nisch, vorzugsweise spritzgusstechnisch, aus Kunststoff hergestellt. An oder auf
und/oder in der Oberfläche der Komponente, jeweils in einem umströmten und
daher relevanten Bereich, sind zumindest teilweise Riblets ausgebildet, die auf
einfache Weise in die Komponente integriert sind, nämlich unter Zugrundelegung
der Gusstechnik.

In vorteilhafterweise sind die Riblets in einem Bereich hoher Strömungsverluste
bzw. hoher Wandreibungsverluste und/oder Schallentstehung an der jeweiligen
Komponente ausgebildet. Durch diese Maßnahme wirken sie in relevanten Be-
reichen wandreibungssreduzierend.

- Die Riblets sind als längliche, vorzugsweise erhabene Strukturen in etwa parallel zur Überströmungsrichtung ausgebildet. Sie können geradlinig oder gebogen ausgeführt sein. Außerdem lassen sich mehrere Riblets entsprechend der konkreten Komponente in einer Anordnung nebeneinander anordnen, ggf. mit mehreren solcher Anordnungen, zumindest weitestgehend parallel zueinander. Bei mehreren Reihen solcher nebeneinander angeordneter Riblets können diese äquidistant zueinander angeordnet sein.
- Ebenso ist es denkbar, dass die Anordnung der Riblets einen Kreisbogen oder eine Evolventenkurve beschreibt. Die Anordnung der Riblets kann sonst wie gebogen sein, wobei die einzelnen Riblets nebeneinander angeordnet sind. Ggf. können zwei oder mehrere solcher Anordnungen vorteilhaft etwa parallel zueinander ausgebildet sein.
- In weiter vorteilhafter Weise sind die Riblets allesamt oder zumindest ganz überwiegend in Bezug auf eine Entformungsrichtung der Werkzeuge hinterschneidungsfrei ausgeführt. Weiter vorteilhaft ist eine Entformungsschräge von mindestens 1° , vorteilhaft mindestens 3° , ausgeführt.
- Insbesondere mit den Seitenflanken können die Riblets asymmetrisch bzw. nicht symmetrisch zu einer lokalen Normalen auf der ribletlos gedachten Grund-Oberfläche der jeweiligen Komponenten ausgebildet sein, wodurch die Entfernung des Werkzeugs in eine konkret, auf die Bauteilgeometrie abgestimmte bzw. benötigte Entformrichtung begünstigt ist.
- Die jeweilige Komponente inklusive der Riblets kann einstückig und hinterschneidungsfrei aus einem Gusswerkzeug entformt werden, nämlich aufgrund der konkreten Ausgestaltung der Riblets.
- Außerdem ist es denkbar, dass zumindest der Bereich der Riblets aus einem thermoplastischen Kunststoff, vorzugsweise mit Faserverstärkung, besteht. Die Stabilität ist dadurch begünstigt. Der Abrieb ist reduziert.

In Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren ist die eingangs genannte Aufgabe durch die Merkmale des nebengeordneten Anspruchs 11 gelöst, wobei die das Strömungsmedium führende Komponente zumindest bereichsweise mit Riblets ausgestattet ist. Auch hier ist die gusstechnische Herstellung wesentlich, wobei
5 die Komponente insbesondere mittels Spritzgusstechnik unter Nutzung formgebender Werkzeuge erfolgt. Negativkonturen der Riblets werden bzw. sind in die Werkzeuge eingebracht. Aufgrund des Rückbezugs des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die erfindungsgemäße Strömungsmaschine sind die diesbezüglichen Merkmale auch dem erfindungsgemäßen Verfahren einverleibt.

10 In vorteilhafter Weise werden die Werkzeugoberflächen, in die die Negativkonturen der Riblets eingebracht werden, zum Erhalt einer geringen Rauigkeit bzw. Rautiefe, insbesondere einer Rautiefe von weniger als 10 µm, vorzugsweise weniger als 4 µm, oberflächenbehandelt, bevor die Ribletkonturen eingebracht werden.
15 Die Oberflächen können insbesondere geschliffen oder gehont werden.

Auch ist es denkbar, dass die Konturen der Riblets nachträglich in das Werkzeug eingebracht werden, insbesondere in ein bereits zur Fertigung in Betrieb genommenes Werkzeug. So lässt sich ein bereits existierendes Werkzeug in Bezug
20 auf die Riblets nacharbeiten.

Es ist vorteilhaft, die Werkzeuge so zu gestalten, dass in Bereichen, in denen Riblets vorgesehen sind, bei der Fertigung eine erhöhte Wandtemperatur des Werkzeugs vorgesehen ist, beispielsweise um mindestens 5 K höher als in
25 anderen Bereichen der Werkzeugoberfläche. Dies kann beispielsweise durch einen separaten Kühlkreislauf mit erhöhter Vorlauftemperatur erreicht werden, oder durch sonstige gezielte Maßnahmen das Werkzeugkühlsystem betreffend. Dadurch wird eine bessere Abformung der Riblets erreicht, da leichter Kunststoffmaterial in die kleinskaligen Vertiefungen fließen kann, die die Riblets abbilden,
30 bei denen ansonsten die Gefahr besteht, dass sie nicht Kunststoffmaterial ausgefüllt werden.

Die Riblets sind im Querschnitt so gestaltet, dass die wandreibungsreduzierende Wirkung gewährleistet ist, wobei gleichzeitig auch die Stabilität der Riblets auf

dem Bauteil sowie die Robustheit des Werkzeugs gegenüber Erosion oder anderen Abnutzungserscheinungen hoch ist. Insbesondere ist die hinterschneidungsfreie Entformbarkeit gegeben.

5 Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Anspruch 1 nachgeordneten Ansprüche sowie, hinsichtlich des Verfahrens, auf die dem Anspruch 11 nachgeordneten Ansprüche, und andererseits auf die
10 nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Ventilators anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

15

Fig. 1 in perspektivischer Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Laufrad eines Axialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets auf luftführenden Flächen,

20

Fig. 2 in einem Detailausschnitt eine schematische Darstellung eines Standes der Technik von Riblets an der luftführenden Oberfläche einer Komponente einer Strömungsmaschine inklusive zugehörigem formgebenden Werkzeug an einem Schnitt an einer Ebene lokal etwa senkrecht zur luftführenden Fläche bzw. deren Grundfläche und etwa
25 senkrecht zum Längsverlauf der Riblets gesehen,

25

Fig. 3 eine Darstellung vergleichbar zur Fig. 2, wobei erfindungsgemäß zur hinterschneidungsfreien Entformung modifizierte Ribletgeometrien ausgebildet sind,

30

Fig. 4 in einer ebenen Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Laufrad eines Radialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets auf luftführenden Flächen,

Fig. 5 in einer ebenen Ansicht von der Abströmseite her gesehen ein Laufrad eines Radialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets auf luftführenden Flächen, und

5 Fig. 6 in perspektivischer Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Gehäuse eines Axialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets auf luftführenden Flächen.

10 Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Laufrad 19 eines Ventilators axialer Bauart. Das Laufrad 19 ist eine rotierende Komponente eines (nicht komplett dargestellten) Ventilators, also einer Strömungsmaschine und insbesondere einer Turboströmungsmaschine, und wird beim zusammengebauten Ventilator von einem Motor, an dem es befestigt ist, angetrieben, um ein Strömungsmedium zu fördern. Es besteht im Wesentlichen aus einem
15 Nabenring 21 und daran befestigten Flügeln 22. Das Laufrad 19 ist eine umströmte Komponente 1 einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbomaschine und insbesondere eines Ventilators mit luftführenden Flächen 13, insbesondere auf den Oberflächen der Flügel 22 auf deren Saug- und Druckseiten, aber auch auf dem Nabenring 21.

20 Im Betrieb entstehen durch Relativgeschwindigkeiten des Fördermediums zu den umströmten Flächen 13 Wandschubspannungen, die zu einer Erhöhung der Antriebsleistung und/oder einer Reduktion des Fördervolumenstroms beitragen. Eine Reduktion der Wandschubspannungen bei vergleichbaren Betriebspunkten, also auch vergleichbaren Relativgeschwindigkeiten der Strömung, kann folglich eine Reduktion der Antriebsleistung und/oder eine Erhöhung des Fördervolumenstroms und somit eine Erhöhung des Wirkungsgrades bewirken. Auch die Schallentstehung kann durch Reduktion der Wandschubspannungen reduziert werden.

30 Die Querschnittsgestaltung der Riblets wird anhand der Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben. Im Laufrad 19 gemäß Fig. 1 sind nun Riblets 14 auf den luftführenden Flächen 13 der Flügel 22 ausgebildet. Der Längsverlauf einiger Riblets 14 ist dabei schematisch dargestellt. Physisch ist eine sehr große Anzahl parallel und mit geringem

Abstand nebeneinander verlaufender Riblets 14 ausgebildet, der Übersichtlichkeit halber ist nur der Verlauf einiger weniger Riblets 14 angedeutet. Die Riblets 14 verlaufen weitgehend parallel zur Relativströmung an den umströmten Flächen 13 der Flügel 22 von den Zuströmkanten 27 zu den Abströmkanten 28. Es ist auch denkbar, dass sich die Riblets 14 ihrer Länge nach nur über einen Teil der Flügel 22 erstrecken oder dass sie nur einen Teil der Flügel 22 abdecken, beispielsweise in Bereichen mit besonders hohen Strömungsverlusten oder Schallentstehung aufgrund von Wandschubspannungen. Es ist auch denkbar, dass auf der umströmten Fläche 13 des Nabenrings 21 Riblets ausgebildet werden, was hier allerdings nicht vorgesehen ist.

Um eine wirtschaftliche Fertigung des Laufrades 19, der Komponente 1 der Strömungsmaschine, zu erreichen, wird die Komponente 1, 19 inklusive der Riblets 14 in einem Gussverfahren, vorteilhaft in Kunststoff-Spritzguss, erfindungsgemäß einteilig hergestellt. Dadurch werden hohe Stückzahlen in der Fertigung ermöglicht. Die Negativkonturen der Riblets 14 werden deshalb in die entsprechenden formgebenden Flächen des Gusswerkzeuges in geeigneter Weise eingebracht (siehe auch Beschreibung zu Fig. 2 und Fig. 3). Das Laufrad 19 in Fig. 1 wird mit einem Werkzeug gefertigt, das unter anderem aus zwei wesentlichen formgebenden Teilen besteht.

Bei der Entformung des Bauteils bewegt sich der eine formgebende Teil, der hauptsächlich die in der gezeigten Darstellung sichtbaren, hin zur Zuströmseite gerichteten Laufradflächen abformt, in Entformungsrichtung 12 etwa nach links vom Bauteil 1 weg. Der andere formgebende Teil des Gusswerkzeuges, der hauptsächlich die in der gezeigten Darstellung nicht sichtbaren, hin zur Abströmseite gerichteten Laufradflächen abformt, bewegt sich beim Entformungsvorgang in eine andere Entformungsrichtung 12a etwa nach rechts vom Bauteil 1 weg. Da das Bauteil 1 eine komplexe Geometrie mit dreidimensional verwundenen Flügeln 22 aufweist, sind diese Entformungsrichtungen durch diese Grundgeometrie weitgehend vorgegeben.

Bei solchen Bauteilen können die Entformungsrichtungen nicht oder nur sehr erschwert und mit viel Aufwand an eventuelle Hinterschneidungen, die infolge der

Riblets 14 entstehen können, angepasst werden. Insbesondere sind die Entformungsrichtungen 12, 12a häufig nicht parallel zu lokalen Wandnormalenrichtungen der umströmten Flächen 13, wie es auch hier bei den Zu- und Abströmseiten der Flügel 22 der Fall ist. Deshalb war es bisher nicht möglich, solche Bauteile 1 in einem Guss zu formen. Riblets können zwar im Stand der Technik mittels spezieller Folien mit Riblets, die auf Bauteile appliziert werden, oder mit Laserbearbeitung von Bauteilen, realisiert werden. Diese Technologien ermöglichen allerdings keine niedrigen Fertigungszeiten oder Fertigungskosten und keine hohen Stückzahlen.

Um die Problematik der Entformbarkeit von in Gussteilen integrierten Riblets zu verdeutlichen, ist in Fig. 2 in einem Detailausschnitt eine schematische Darstellung eines Standes der Technik von Riblets 14a an der luftführenden Oberfläche 13a einer Komponente 1a einer Strömungsmaschine inklusive zugehörigem formgebenden Werkzeugteils 17a in einem Schnitt an einer Ebene lokal etwa senkrecht zur luftführenden Fläche 13a bzw. deren Grundfläche 23a und etwa senkrecht zum Längsverlauf der Riblets 14a gesehen dargestellt. Es ist eine Entformungsrichtung 12 für ein Werkzeugteil 17a relativ zum Bauteil 1a, der luftführenden Komponente 1a, eingezeichnet. Diese Entformungsrichtung 12 kann als Projektion in die Darstellungsebene gesehen werden, die tatsächliche Entformungsrichtung kann im dreidimensionalen zusätzlich eine Komponente senkrecht zur Zeichnungsebene aufweisen.

Gemäß Stand der Technik sind die Riblets 14a jeweils im Querschnitt gesehen etwa symmetrisch zu einer gedachten lokalen Normalen auf die luftführende Fläche 13a bzw. deren Grundfläche 24a ausgebildet. Die Grundfläche 24a entspricht dem Verlauf der luftführenden Fläche 13a gedacht ohne Riblets. Die Riblets 14a haben jeweils an ihrer Mitte im Querschnitt gemessen einen seitlichen Abstand zum nächsten benachbarten Riblet 14a (quer zu ihrer Längserstreckungsrichtung gemessen), nämlich ein Sprungmaß, sowie eine Höhe über der Grundfläche. Vorteilhaft entspricht die Höhe über der Grundfläche 15% – 70% des Sprungmaßes. Insbesondere haben die Riblets 14a jeweils zwei Seitenflanken 18a, die nicht parallel zueinander sind, sondern in einem Keilwinkel zueinander stehen, der vorteilhaft 10°-50° beträgt.

Nun entstehen, im dargestellten Stand der Technik, an den Riblets 14a an deren Seitenflanken 18a (in der Abbildung an den nach oben gerichteten Seitenflanken 18a) Hinterschneidungen, wie gut anhand der parallel zur vom Bauteil her vorgegebenen Entformungsrichtung 12 verlaufenden Schraffierung des Werkzeugteils 17a

5 erkennbar ist. Dies kommt daher, dass die vom Bauteil 1a her vorgegebene Entformungsrichtung 12 deutlich von den lokalen Wandnormalenrichtungen auf die umströmten Oberflächen 13a abweicht. Dies ist bei komplex dreidimensional und strömungsgerecht geformten Komponenten 1a von Strömungsmaschinen, wie beispielsweise Laufrädern axialer oder radialer Bauart, Einlaufdüsen, Gehäusen

10 oder Nachleiteinrichtungen, regelmäßig der Fall. Würde man die hier aufgezeigte Entformung mit der Entformungsrichtung 12 als Zwangsentformung durchführen, würden die Riblets 14a beim Entformungsvorgang zerstört. Denn für die strömungstechnisch gute Funktion der Riblets 14a sind gut und sauber ausgeformte Seitenflanken 18a und Grundflächenbereiche 23 der Riblets 14a maßgeblich, insbesondere auch die Umsetzung des Verhältnisses Höhe der Riblets 14a zu Sprungmaß

15 zwischen zwei benachbarten Riblets 14a von 15% – 70%.

In Fig. 3 ist in einer Darstellung vergleichbar zur Fig. 2 einer erfindungsgemäß auf das Fertigungsverfahren bzw. den Entformungsvorgang angepasste Ausführungsform einer mit Riblets 14 versehenen umströmten Fläche 13 einer Komponente 1 einer Strömungsmaschine gezeigt. Fig. 3 zeigt in einem Detailausschnitt eine schematische Darstellung einer umströmten Komponente 1 mit Riblets 14 an der luftführenden Oberfläche 13 einer Komponente 1 einer Strömungsmaschine inklusive zugehörigem formgebenden Werkzeugteils 17 in einem Schnitt an einer Ebene

20 lokal etwa senkrecht zur luftführenden Fläche 13 bzw. deren Grundfläche 23 und etwa senkrecht zum Längsverlauf der Riblets 14 gesehen. Es ist eine Entformungsrichtung 12 für ein Werkzeugteil 17 relativ zum Bauteil 1, der luftführenden Komponente 1, eingezeichnet. Diese Entformungsrichtung 12 kann als Projektion in die Darstellungsebene gesehen werden, die tatsächliche Entformungsrichtung kann im

25 dreidimensionalen zusätzlich eine Komponente senkrecht zur Zeichnungsebene aufweisen.

Zur hinterschneidungsfreien Entformung sind gegenüber dem Stand der Technik gemäß Fig. 2 modifizierte Ribletgeometrien ausgebildet, die im Wesentlichen den-

noch die Funktion der Wandreibungsreduzierung im Betrieb der Strömungsmaschine haben. Die Riblets 14, insbesondere deren Querschnitt, sind nun unter Berücksichtigung der vom Bauteil 1 vorgegebenen Entformungsrichtung 12 modifiziert ausgebildet. So sind die Riblets 14, in einem Querschnitt wie beispielsweise in Fig. 3 dargestellt, nicht symmetrisch zu gedachten lokalen Normalen auf die luftführende Fläche 13 bzw. deren Grundfläche 23 ausgebildet. Entsprechend liegen die beiden Seitenflanken 18 der jeweiligen Riblets 14 nicht symmetrisch zu einer gedachten lokalen Normalen auf die luftführende Fläche 13 bzw. deren Grundfläche 23. Die beiden Außenwinkel, welche die beiden Seitenflanken 18 eines Riblets 14 in Bereichen, in denen die Entformungsrichtung 12 deutlich, beispielsweise um mehr als 25°, von der gedachten lokalen Normalen auf die Grundfläche 23 der luftführenden Fläche 13 abweicht, zur Grundfläche 23 haben, unterscheiden sich deutlich voneinander, beispielsweise um mehr als 10°. Das formgebende Werkzeugteil 17 weist die negative Form des mit Riblets 14 versehenen Bauteils 1, der umströmten Komponente 1, auf, wodurch sich die genannten konstruktiven Merkmale der Riblets 14 auch auf dem Werkzeugteil 17 wiederfinden.

Der Verlauf der Seitenflanken 18 ist, im Querschnitt, derart an die Entformungsrichtung 12 angepasst, dass die Riblets 14 im Wesentlichen hinterschneidungsfrei in Entformungsrichtung 12 entformt werden können, vorteilhaft besteht auch, wie in Fig. 3, eine Entformungsschräge von mindestens 1°, vorteilhaft 3° bezüglich der Entformungsrichtung 12. Die hinterschneidungsfreie Entformbarkeit kann in Fig. 3 gut anhand der Schraffur des Schnittes durch das Werkzeugteil 17 verifiziert werden, die parallel zur (projizierten) Entformungsrichtung 12 ausgeführt ist. Bei dieser Ausführungsform werden die Riblets 14 beim Entformungsvorgang nicht beschädigt oder zerstört.

Um dennoch die Funktion der Wandschubspannungsreduktion zu haben, sind wesentliche Gestaltungsmerkmale der Riblets 14 berücksichtigt worden. Die Riblets 14 haben jeweils an ihrer Mitte im Querschnitt gemessen einen seitlichen Abstand zum nächsten benachbarten Riblet 14 (quer zu ihrer Längserstreckungsrichtung gemessen), nämlich ein Sprungmaß, sowie eine Höhe über der Grundfläche. Vorteilhaft entspricht die Höhe über der Grundfläche 15% – 70% des Sprungmaßes. Insbesondere haben die Riblets 14 jeweils zwei Seitenflanken 18, die nicht parallel

zueinander sind, sondern in einem Keilwinkel zueinander stehen, der vorteilhaft 10°-50° beträgt. Im Ausführungsbeispiel sind bei den Riblets 14 obere Stirnflächen 24 ausgebildet, welche vorteilhaft für die Stabilität und Haltbarkeit der Riblets 14 sind. Vorteilhaft liegt die Breite der Stirnflächen 24 der Riblets 14 im Querschnitt
5 gesehen in einem Bereich von etwa 30 – 200% der Höhe des betreffenden Riblets 14. Es sind auch Ausführungsformen ohne Stirnflächen 24 denkbar, beispielsweise wenn die Riblets bzw. deren Seitenflanken an ihren äußeren Enden spitz oder mit einer Verrundung versehen ineinander übergehen.

10 Im Ausführungsbeispiel sind ausgeprägte Außenkanten 20 am Übergang der Seitenflanken 18 zu den Stirnflächen 24 ausgeführt. Auch hier ist es vorteilhaft denkbar, bei anderen Ausführungsformen diese Außenkanten 20 mit kleinen Übergangsradien zu verrunden.

15 Ebenso sind im Ausführungsbeispiel ausgeprägte Innenkanten 29 am Übergang der Seitenflanken 18 zu der Grundfläche 23 ausgeführt. Auch hier ist es vorteilhaft denkbar, bei anderen Ausführungsformen diese Innenkanten 29 mit kleinen Übergangsradien zu verrunden. Durch die Verrundungen wird jeweils für sich die Stabilität des Bauteils 1 bzw. der Riblets 14 darauf und des formgebenden Werkzeugteils
20 17 erhöht, sowie Verschleiß bei der Fertigung aber auch im Betrieb der strömungstechnischen Maschine mit der luftführenden Komponente 1 mit den Riblets 14 reduziert. Der Krümmungsradius bei möglichen Verrundungen der Außenkanten 20 oder der Innenkanten 29 liegt vorteilhaft in einem Bereich von maximal 30% der Höhe der jeweiligen Riblets 14.

25 Ganz besonders vorteilhaft können die Bereiche der Innenkanten 29 nach Vorbild von Baumstämmen mit variablem Krümmungsradius verrundet sein. Dabei sind die Krümmungsradien am Übergang zur Grundfläche 23 kleiner als am Übergang zur Seitenflanke 18, vorteilhaft um einen Faktor von mindestens 1,4.

30 In der gezeigten Ausführungsform kann die umströmte Komponente 1 inklusive der Riblets 14 einstückig und hinterschneidungsfrei aus einem Gusswerkzeug entformt werden. Die Riblets 14 werden beim Entformen nicht beschädigt oder zerstört. Es können Komponenten 1 in großer Stückzahl kostengünstig gefertigt werden. Zur

guten Ausfüllung der Ribletkonturen des Werkzeugteils 17 mit Gussmaterial sind, im Fall von Kunststoffspritzguss thermoplastischen Kunststoffes, der auch mit Verstärkungsfasern versehen sein kann, geeignete Prozessparameter und Materialien zu wählen. Vorteilhaft sind gut fließfähige Materialien und gut beheizte Werkzeugoberflächen im Bereich der Riblets 14 zu verwenden. Die Nachdruckzeit sollte eher lange sein und der Nachdruck eher hoch. Insbesondere Werkzeugbereiche, die Riblets abformen, können im Spritzgiessprozess vorteilhaft zumindest teilweise höher temperiert sein als andere Werkzeugbereiche, die lokal keine Riblets abformen, und zwar um mindestens 10 K.

Die in Fig. 3 dargestellte Entformungsrichtung 12 ist als Projektion in die Darstellungsebene zu verstehen. Die tatsächliche dreidimensionale Entformungsrichtung kann also auch eine Komponente senkrecht zur Darstellungsebene aufweisen. Diese senkrecht zur Darstellungsebene verlaufende Komponente würde allerdings parallel zum Längsverlauf der Riblets 14 liegen. Insofern wäre diese senkrecht zur Darstellungsebene verlaufende Richtungskomponente der Entformungsrichtung hinsichtlich des Auftretens möglicher Hinterschneidungen unerheblich. Die speziellen Maßnahmen an den Riblets 14, welche die hinterschneidungsfreie Entformbarkeit gewährleisten, insbesondere die asymmetrische Gestaltung der beider Seitenflanken 18 eines Riblets 14 zueinander, sind insbesondere dann bzw. an solchen Bereichen einer umströmten Fläche 13 einer umströmten Komponente 1 notwendig, wenn der Winkel, den die gemäß Fig. 3 in die Zeichnungsebene projizierte Entformungsrichtung 12 mit der lokalen Wandnormalen auf die Grundfläche 23 einschließt, größer als 20° , insbesondere größer als 45° , ist, d.h. wenn die projizierte Entformungsrichtung nicht parallel zur lokalen Wandnormalen auf die Grundfläche 23 ist. Dies ist typischerweise bei einem signifikanten Anteil der mit Riblets 14 versehenen strömungsführenden Flächen 13 einer umströmten Komponente 1 der Fall, beispielsweise bei mehr als 25% oder bei mehr als 50 % der umströmten Flächen.

Fig. 4 zeigt in einer ebenen Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Laufrad 19 eines Radialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets 14 auf luftführenden Flächen 13. Das Laufrad 19 im Ausführungsbeispiel hat radiale Bauart und besteht insbesondere aus einem Nabenring 21 (bei Radiallaufrädern auch

als Bodenscheibe bezeichnet), einem Deckring 16 und dazwischen sich erstreckenden Flügeln 22.

Das Laufrad 19 rotiert im Betrieb des Radialventilators um die zentrale Symmetrieachse und fördert dabei ein Fördermedium in einer Förderrichtung etwa von den Zuströmkanten 27 der Flügel 22 zu den Abströmkanten 28 (Fig. 5). Das Fördermedium tritt durch die zentrale Öffnung im Deckring 16 in das Laufrad 19 ein und wird eher radial nach außen gefördert. Jedenfalls ist das Laufrad 19 eine umströmte Komponente 1 einer Strömungsmaschine, hier eines Ventilators. Die Reduktion der Wandschubspannungen mit Hilfe von Riblets 14 auf umströmten Flächen 13 dient der Reduktion des Antriebsmomentes und/oder der Erhöhung des Fördervolumenstroms und somit der Erhöhung der Effizienz / des Wirkungsgrades. Auch kann dadurch die Schallerzeugung im Betrieb reduziert werden. Im Ausführungsbeispiel sind Riblets 14 an verschiedenen strömungsführenden Flächen 13 beispielhaft schematisch angebracht.

Wie in Fig. 1 sind nur die Richtungsverläufe einiger weniger Riblets 14 angedeutet, in der Praxis verläuft eine hohe Anzahl an Riblets 14 in geringem Abstand nebeneinander auf umströmten Flächen 13. Umströmte Flächen 13 ergeben sich hier beispielhaft an der sichtbaren Außenseite des Deckrings 16, dort verläuft die relative Strömungsgeschwindigkeit etwa in Umfangsrichtung, weshalb die Riblets 14 in Umfangsrichtung verlaufen. Die relative Entformungsrichtung einerseits der Außenseite des Deckrings 16 andererseits des Werkzeugteils wäre regelmäßig etwa senkrecht zur Darstellungsebene. Wegen der dreidimensionalen Kontur des Deckrings 16 ist insofern die Entformungsrichtung nicht überall senkrecht auf der Grundfläche der Außenseite des Deckrings 16 und die Riblets 14 werden bereichsweise wo notwendig erfindungsgemäß gemäß der Fig. 4 gestaltet, um Hinterschneidungen zu vermeiden. An der in Fig. 4 sichtbaren Innenfläche des Nabenrings 21, ebenfalls eine umströmte Fläche 13, sind ebenfalls Riblets 14 angebracht, die in die dort zu erwartende relative Überströmungsrichtung ausgerichtet sind.

Auch der Nabenring 21 bzw. seine Grundfläche ist regelmäßig nicht eben und nicht parallel zur Darstellungsebene ausgeführt, sondern z.B. als eher konischer Rotationskörper, weshalb auch hier die zu erwartende Entformungsrichtung der formge-

benden Werkzeugteils häufig nicht senkrecht zur umströmten Grundfläche und auch nicht parallel zum Verlauf der Riblets 14 verläuft, weshalb die geometrische Gestaltung der Riblets 14 gemäß der Beschreibung der Fig. 4 angepasst ist, um Hinterschneidungen zu vermeiden. In ganz ähnlicher Weise verhält es sich mit den Riblets 14, die an den umströmten Flächen 13 der Flügel 22 ausgeführt sind.

Es müssen nicht alle luftführenden Flächen 13 einer Komponente 1 mit Riblets 14 versehen sein, je nach Einfluss der dortigen Wandreibung können einige luftführende Flächen 13 nur teilweise oder gar nicht mit Riblets versehen sein. Die Gestaltung der Riblets 14 hängt von der Entformungsrichtung des Werkzeugteils relativ zur umströmten Fläche 13 der Komponente 1 und der Längsausrichtung der Riblets 14 an Ort und Stelle ab. Ist lokal keine Umgestaltung der Riblets 14 zur hinterschneidungsfreien Entformung nötig, kann natürlich vorteilhaft darauf verzichtet werden.

An dieser Stelle sei der Vollständigkeit halber noch erwähnt, dass auch Ausführungsformen von Laufrädern von Axialventilatoren mit einem umlaufenden Deckring denkbar sind, wobei dann der Deckring die radial äußeren Flügelenenden in Umfangsrichtung miteinander verbindet. Die Anbringung von Riblets an einem solchen Deckring ist auch vorteilhaft.

Fig. 5 zeigt in einer ebenen Ansicht von der Abströmseite her gesehen ein Laufrad 19 als umströmte Komponente 1 eines Radialventilators ähnlich dem in Fig. 4 gezeigten. Die Hinterkanten 28 der Flügel 22, die sich etwa im Bereich des Austritts der Strömung des Ventilators im Betrieb befinden, sind erkennbar. Auf der sichtbaren Außenseite des Nabenrings 21, einer umströmten Fläche 13, sind Riblets 14 angebracht. Der Nabenring 21 bzw. seine Grundfläche ist vorteilhaft nicht eben. Die Riblets 14 verlaufen an der Außenfläche des Nabenrings 21 etwa in Umfangsrichtung. Die Riblets 14 sind gemäß Fig. 4 gestaltet, um Hinterschneidungen beim Entformungsvorgang zu vermeiden (die relative Entformungsrichtung des Werkzeugteils für die umströmte Fläche 13, die durch die Außenfläche des Nabenrings 21 gebildet ist, ist etwa senkrecht zur Darstellungsebene her zum Betrachter).

Laufräder 19 sind im Betrieb rotierende und Leistung übertragende Komponenten. Die Reduktion einer Wandschubspannung eines Laufrades 19 in Umfangsrichtung führt zu einer Reduktion des Verlustmoments. Bei einer Strömungsmaschine, bei der Leistung vom Laufrad aufs Fluid übertragen wird, wird so das benötigte Antriebsmoment und somit die benötigte Antriebsleistung reduziert. Bei einer Strömungsmaschine, bei der Leistung vom Fluid auf Laufrad übertragen wird, wird durch die Reduktion des Verlustmoments das effektive, auf das Laufrad übertragene Antriebsmoment und die übertragene Antriebsleistung erhöht.

In Fig. 6 ist in perspektivischer Ansicht von der Zuströmseite her gesehen ein Gehäuse 2 eines Axialventilators mit schematisch dargestelltem Verlauf von Riblets auf luftführenden Flächen 13 dargestellt. Ein Gehäuse ist ein stehendes, nicht angetriebenes Bauteil und Wandschubspannungen tragen nicht zu Antriebsmomenten oder Antriebsleistungen bei. Dennoch kann die Reduktion von Wandschubspannungen zu einer Erhöhung des Fördervolumenstroms beitragen und somit zur Erhöhung des Wirkungsgrades, und außerdem zur Verbesserung der akustischen Performance. Jedenfalls ist das Gehäuse 2 eine umströmte Komponente 1 einer Strömungsmaschine.

Das Gehäuse besteht aus einem äußeren Ring 4, umfassend insbesondere eine integrierte Einlaufdüse 9, einen Laufbereich für ein (nicht dargestelltes) Laufrad und einen Diffusorbereich, innerhalb dessen eine integrierte Nachleiteinrichtung 15 angeordnet ist. Die Nachleiteinrichtung 15 umfasst äußere Strebenelemente 3a, einen umlaufenden Zwischenring 5, innere Leitelemente 3 und einen Nabenring 10. Am Nabenring kann ein (nicht dargestellter) Motor mit dem Laufrad eines Ventilators befestigt werden, und die Leiteinrichtung 15 verbindet den äußeren Ring 4 des Gehäuses 2 mit dem Nabenring 10 und hält insofern den Motor mit dem Laufrad in Bezug auf den äußeren Ring 4, an dem das Gehäuse 2 an einem übergeordneten System befestigt werden kann.

Bei dem (nicht komplett dargestellten) zusammengebauten Gesamtventilator läuft innerhalb des Gehäuses 2 bzw. dessen äußeren Rings 4 ein Laufrad zuströmseitig der Leiteinrichtung 15 und fördert, angetrieben von einem Motor, Fördermedium in Förderrichtung etwa von links nach rechts, dass an der Einlaufdüse 9 ins Gehäuse

2 eintritt und nach der Leiteinrichtung 15 wieder aus dem Gehäuse 2 austritt. Jedenfalls gibt es am dargestellten Gehäuse 2 eine Mehrzahl an umströmten Flächen 13, wie dargestellt. Dazu gehören insbesondere die Innenfläche der Einlaufdüse 9, die Oberflächen der Strebenelemente 3a, der Leitelemente 3, des
5 Zwischenrings 5 und des Nabenrings 10. Überall dort kann die Anbringung von Riblets 14 mit geeigneter geometrischer Gestaltung die Wandreibung und somit die Strömungsverluste minimieren und zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades und einer Reduktion der Schallemissionen beitragen.

10 Die Riblets 14 werden gemäß der Darstellung in Fig. 4 gestaltet und insofern, wo nötig, in ihrem Querschnitt angepasst, um eine hinterschneidungsfreie Entformung sicherzustellen. Die Längsrichtung der Riblets 14, die in der Darstellung gemäß Fig. 6 anhand des Verlaufs einiger weniger exemplarisch dargestellter Riblets 14 angedeutet ist, ist vorteilhaft immer etwa parallel zur lokalen relativen Strömungsgeschwindigkeit bezüglich der umströmten Fläche 13 gewählt. Die relativen Entformungsrichtungen der formgebenden Werkzeugteile sind in diesem Beispiel einer umströmten Komponente 1,2, vergleichbar zur Komponente gemäß Fig. 1, überwiegend parallel zur zentralen Achse des Bauteils ausgerichtet.

20 Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die Riblets 14 an der Innenkontur der Einlaufdüse 9 in ihrem Längsverlauf keine Umfangskomponente haben, entsprechend der dort zu erwartenden Überströmrichtung der entsprechenden umströmten Fläche 13. Es ist deshalb möglich und vorteilhaft, zur lokalen Wandnormalen symmetrische Ribletquerschnitte zu realisieren, ohne Hinterschneidungen bei der Entformung des Gehäuses 2 mit einer Entformrichtung parallel zur Gehäuseachse zu erhalten. Denn in einem Schnitt an einer Ebene senkrecht zum Längsverlauf der Riblets 14 und senkrecht zur lokalen Grundfläche der dortigen strömungsführenden Fläche 13 gemäß Fig. 4 wäre dort keine Hinterschneidung zwischen der (projizierten) Entformungsrichtung und den Riblets 14 gegeben.

30 Vorteilhaft weist ein Bauteil 1, also eine umströmte Komponente 1, zur lokalen Wandnormalen im Querschnitt gesehen symmetrische Ribletquerschnitte auf, solange es aufgrund der Entformungsrichtungen lokal hinterschneidungsfrei unter Beibehaltung effektiver Ribletquerschnitte möglich ist, und überall dort asymmet-

rische Ribletquerschnitte, wo es aufgrund der Entformungsrichtung notwendig ist, um eine hinterschneidungsfreie Entformung zu gewährleisten.

5 Es gibt eine Vielzahl weiterer denkbarer umströmter Komponenten 1 von Strömungs-
maschinen, die in der beschriebenen Art und Weise vorteilhaft mit Riblets
versehen werden können. Ausdrücklich hingewiesen sei noch auf Spiralgehäuse
von Radial- oder Diagonalventilatoren, an deren strömungsführenden Innenkon-
turen vorteilhaft Riblets mit der beschriebenen geometrischen Gestaltung der Quer-
10 schnitte etwa in Umfangsrichtung des eingebauten Laufrades ausgerichtet ange-
bracht werden können. Durch die in die Komponente integrierte Fertigungsweise
der Riblets in einem Gussverfahren kann die jeweilige Komponente kosteneffektiv
in Massenproduktion hergestellt werden.

15 Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Strömungs-
maschine wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen
Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Ansprüche verwiesen.

Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend be-
schriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine
20 lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die
Ausführungsbeispiele einschränken.

Bezugszeichenliste

1, 1a	Umströmte Komponente
2	Gehäuse
3	Leitelement, Leitflügel
3a	Strebenelement
4	äußerer Ring eines Gehäuses
5	Zwischenring einer Leiteinrichtung
6	äußerer Durchströmbereich
7	innerer Durchströmbereich
8	Aufnahmebereich innerhalb des Nabenrings
9	Einlaufdüse
10	Nabenring einer Leiteinrichtung
11	Innenkontur des Gehäuses
12, 12a	Entformrichtung eines Werkzeugteils relativ zum Bauteil
13, 13a	luftführende Fläche, umströmte Fläche
14, 14a	Riblet
15	Leiteinrichtung
16	umlaufender Deckring eines Laufrads
17, 17a	Formgebendes Werkzeugteil
18, 18a	Seitenflanke eines Riblets
19	Laufrad
20, 20a	Außenkanten eines Riblets
21	Nabenring des Laufrads
22	Flügel des Laufrads
23	Grundfläche einer luftführenden Fläche
24, 24a	Kopffläche eines Riblets
25	ausströmseitiger Rand des Gehäuses
26	Achse des Ventilators
27	Zuströmkante
28	Abströmkante
29	Innenkanten am Übergang Riblet - Grundfläche

A n s p r ü c h e

1. Strömungsmaschine, insbesondere Turbomaschine, vorzugsweise Ventilator, mit mindestens einer ein Strömungsmedium führenden Komponente, beispielsweise Flügel eines Laufrads, Nachleitflügel, Nabenring, Deckring, Bodenscheibe, Düse oder Gehäuseteile-/Komponente, wobei die das Strömungsmedium führende Komponente gusstechnisch, vorzugsweise spritzgusstechnisch aus Kunststoff, hergestellt ist und dabei an und/oder auf und/oder in der Oberfläche der Komponente in einem umströmten Bereich, zumindest teilweise Riblets ausgebildet sind.
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets in einem Bereich hoher Strömungsverluste und/oder Schallentstehung an der jeweiligen Komponente ausgebildet sind.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets als längliche, vorzugsweise erhabene Strukturen in etwa parallel zur Überströmungsrichtung ausgebildet sind.
4. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets geradlinig oder gebogen ausgeführt sind.
5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Riblets entsprechend der konkreten Komponente in einer Anordnung linear nebeneinander und ggf. mindestens zwei solcher Anordnungen der Riblets zumindest weitestgehend parallel zueinander, vorzugsweise äquidistant zueinander, angeordnet sind.
6. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets entsprechend der konkreten Komponente in einer Anordnung kreisbogenförmig, evolventenkurvenförmig oder sonst wie gebogen ausgebildet und nebeneinander angeordnet sind, wobei ggf. zwei solcher Anordnungen der Riblets parallel zueinander angeordnet sind.

7. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets allesamt oder zumindest ganz überwiegend in Bezug auf eine Entformungsrichtung der Werkzeuge hinterschneidungsfrei ausgeführt sind und in vorteilhafter Weise eine Entformungsschräge von mindestens 1° , vorteilhaft mindestens 3° , aufweisen.

8. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Riblets lokal im Querschnitt gesehen insbesondere mit den Seitenflanken nicht symmetrisch zu einer lokalen Normalen auf der Oberfläche der Komponenten, die nicht parallel zur Entformrichtung ist, ausgebildet sind.

9. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente inklusive der Riblets einstückig und hinterschneidungsfrei aus einem Gusswerkzeug entformbar ist.

10. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Bereich der Riblets aus einem thermoplastischen Kunststoff mit Faserverstärkung besteht.

11. Verfahren zur Herstellung einer ein Strömungsmedium führenden Komponente für einer Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die ein Strömungsmedium führende Komponente zumindest bereichsweise mit Riblets ausgestattet ist,

gekennzeichnet durch eine gusstechnische Herstellung, insbesondere mittels Spritzgusstechnik unter Nutzung formgebender Werkzeuge, wobei Negativkonturen der Riblets in die Werkzeuge eingebracht sind.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugoberflächen, in denen die Negativkonturen der Riblets eingebracht werden, zum Erhalt einer geringen Rauigkeit bzw. Rautiefe, insbesondere einer Rautiefe von weniger als 10 μm , vorzugsweise weniger als 4 μm , oberflächenbehandelt, insbesondere geschliffen oder gehont, werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Konturen der Riblets nachträglich in das Werkzeug eingebracht werden, insbesondere in ein bereits in Betrieb genommenes Werkzeug.
- 5 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne Bereiche des Spritzgusswerkzeugs an Oberflächen, die Riblets abformen, im Fertigungsbetrieb höher temperiert sind als andere Bereiche, die keine Riblets abformen, vorteilhaft um mindestens 10 K.

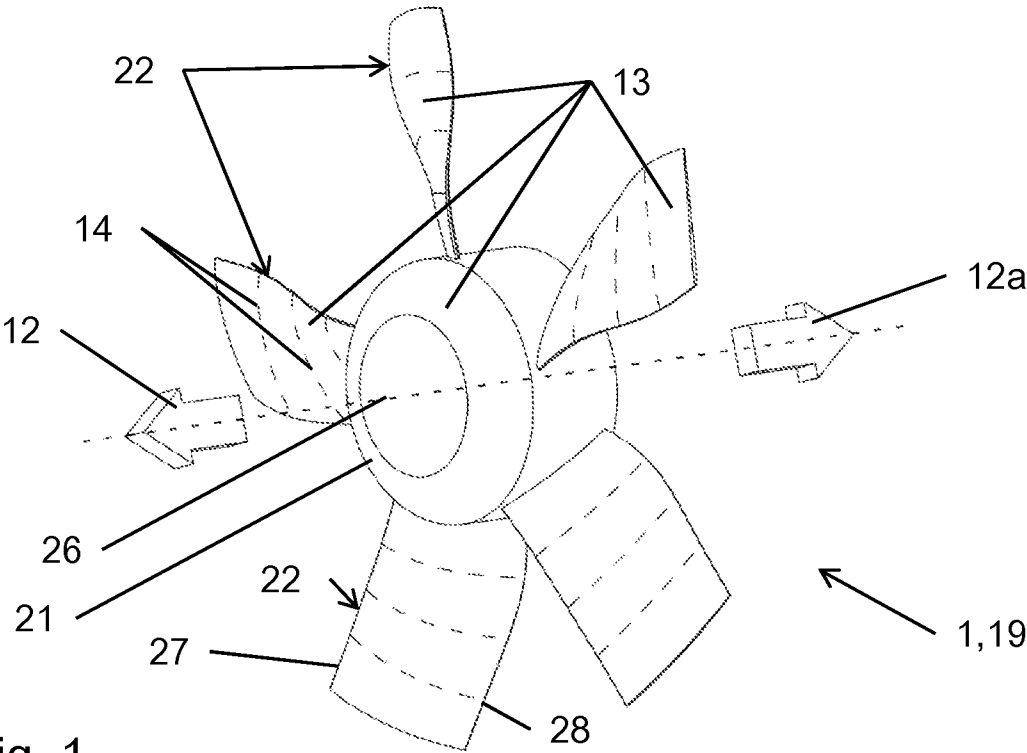


Fig. 1

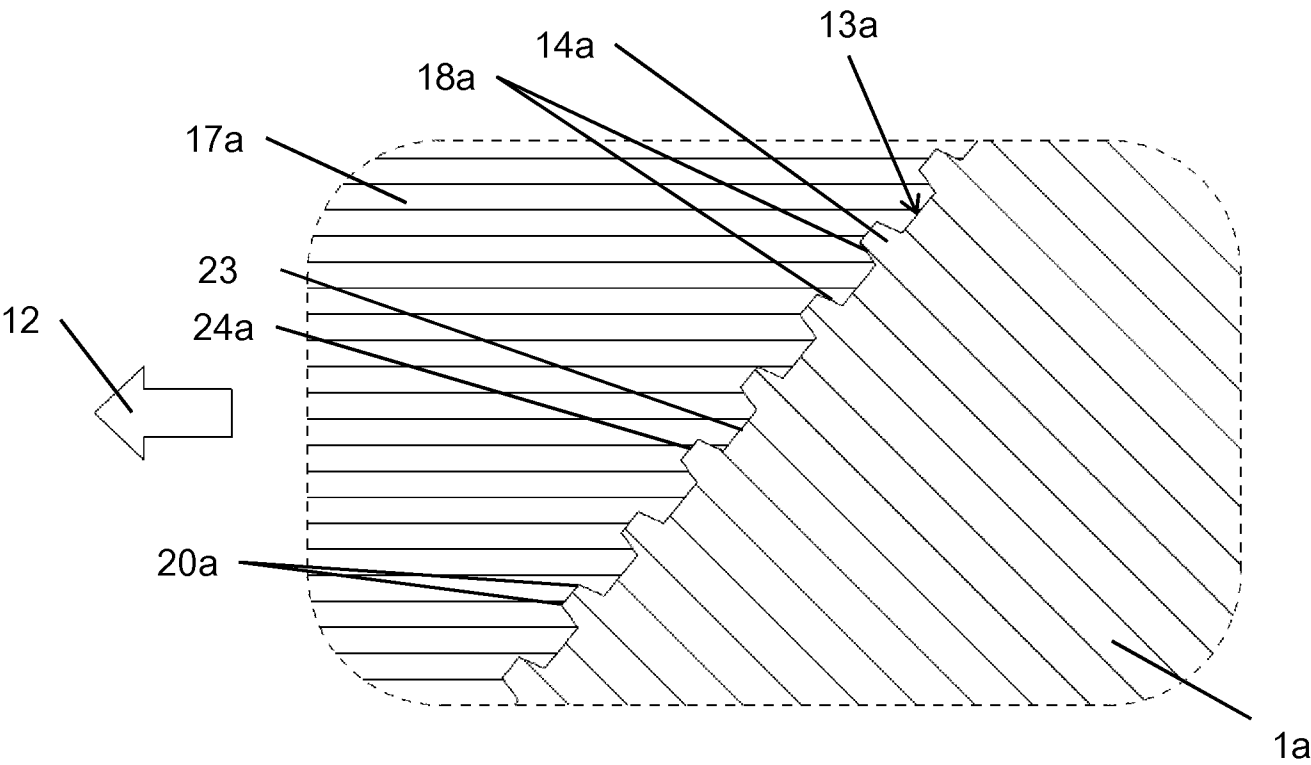


Fig. 2: Stand der Technik (nicht entformbar)

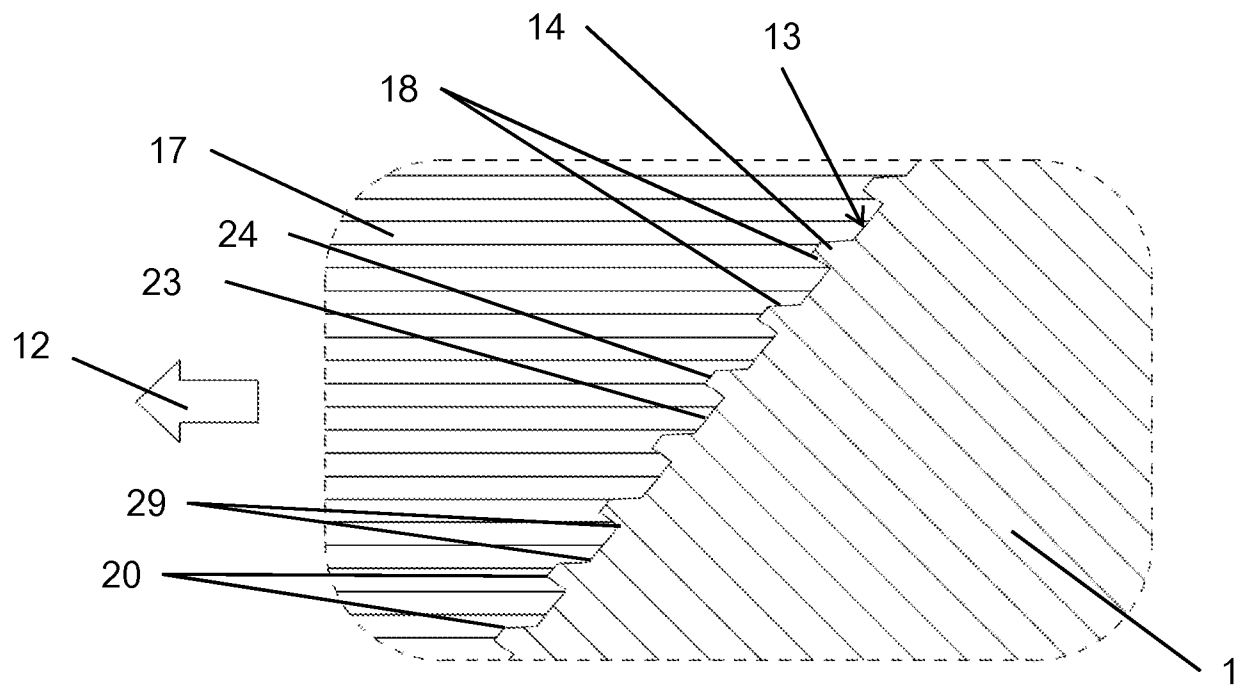


Fig. 3

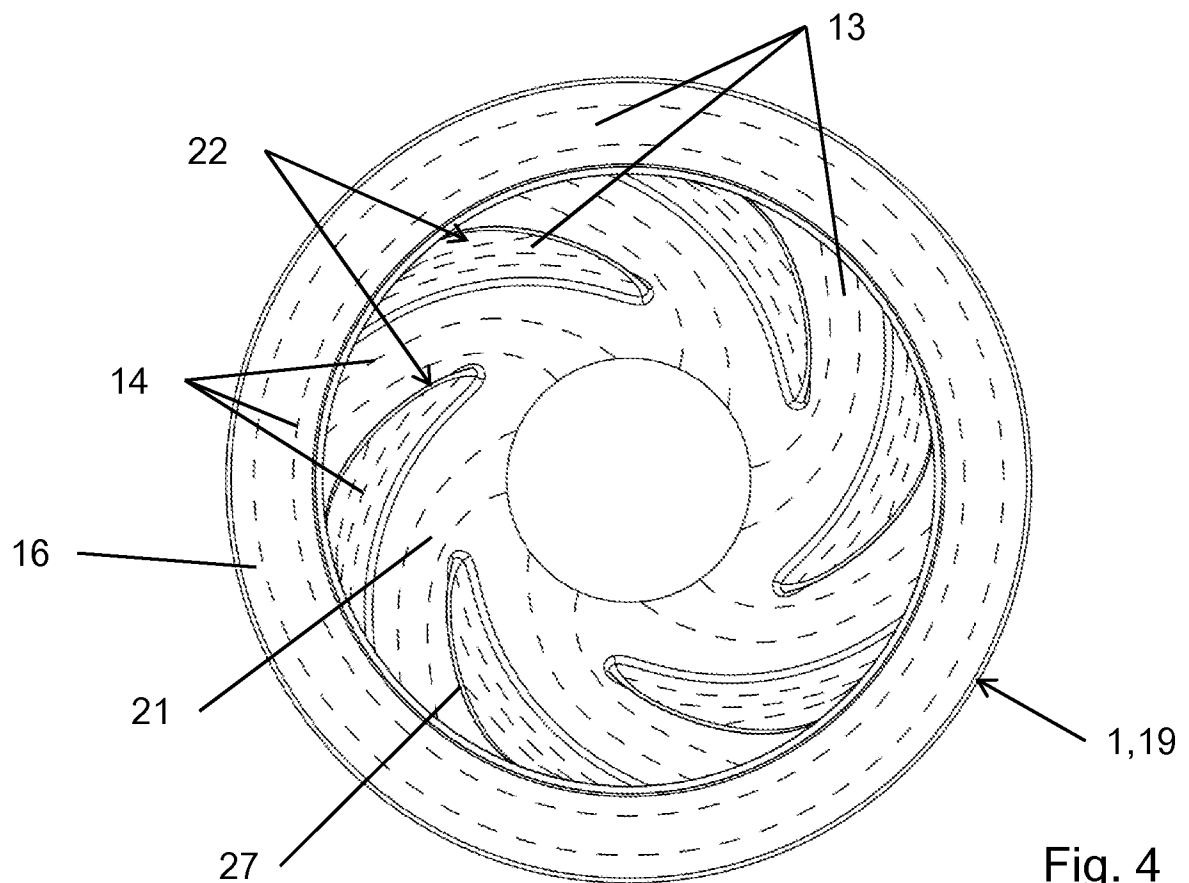


Fig. 4

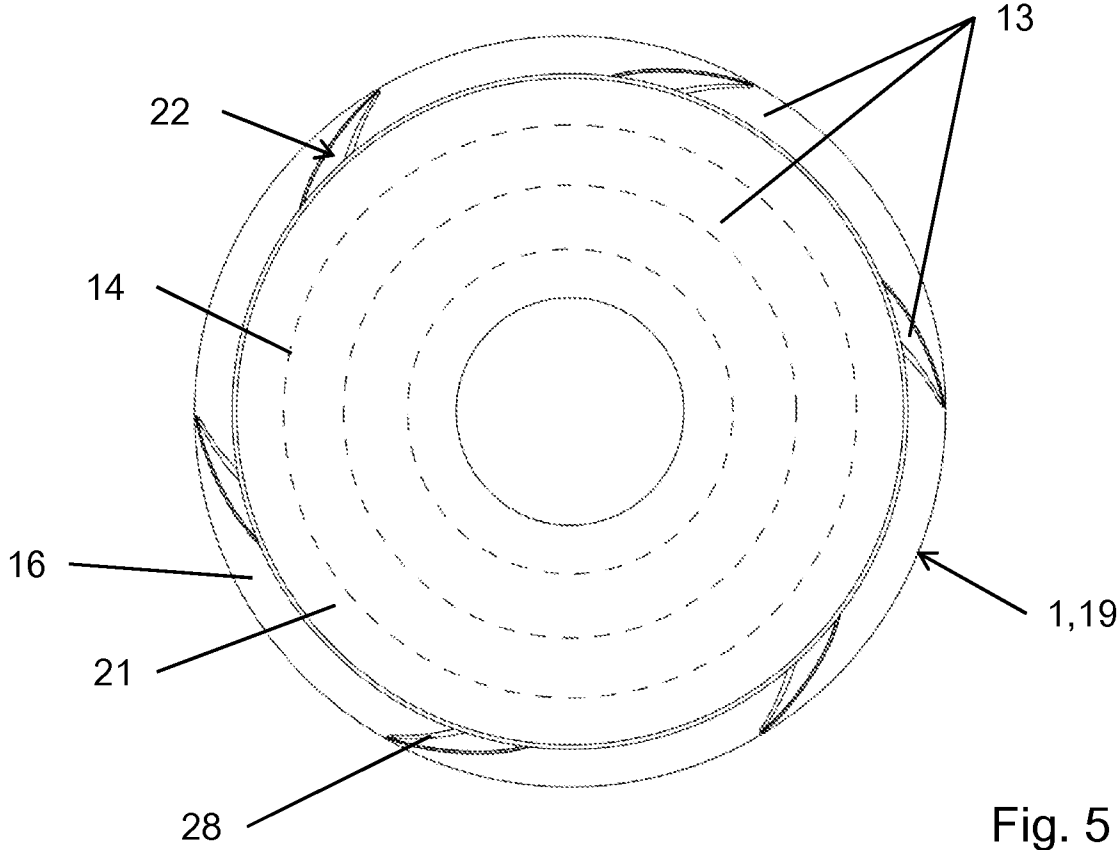


Fig. 5

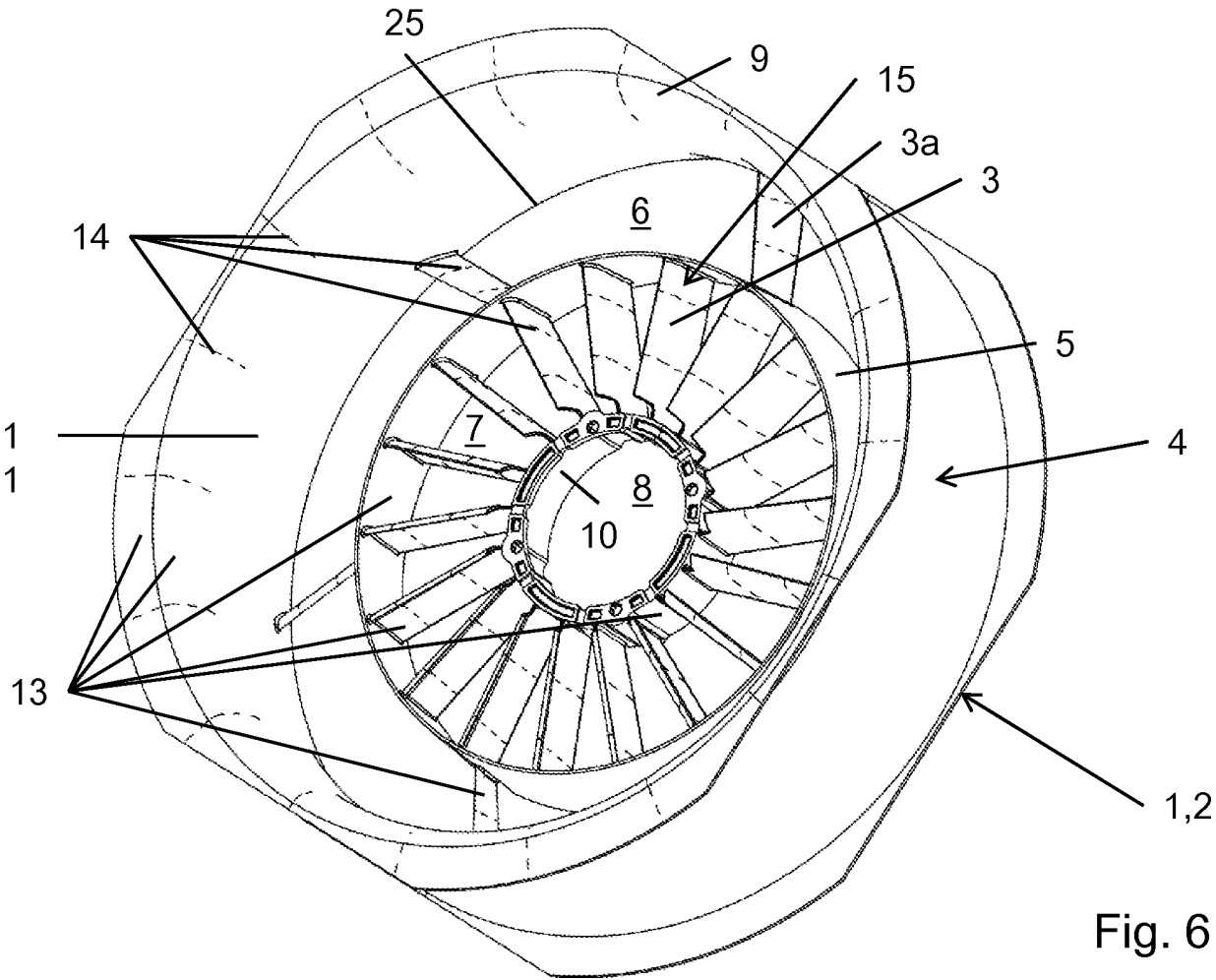


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2023/200244**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F04D 29/02(2006.01)i; **F04D 29/18**(2006.01)i; **F04D 29/26**(2006.01)i; **F04D 29/40**(2006.01)i; **F04D 29/68**(2006.01)i;
F01D 5/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D; B29C; F01D; B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000110790 A (TOSHIBA CORP) 18 April 2000 (2000-04-18)	1,2,4-13
Y	paragraph [0024] paragraph [0035] paragraph [0045] - paragraph [0047] figures 3, 4, 8(A)	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2024

Date of mailing of the international search report

19 March 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Oliveira, Damien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2023/200244

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	WO 2022269747 A1 (NIKON CORP [JP]) 29 December 2022 (2022-12-29) paragraph [0012] paragraph [0022] - paragraph [0023] paragraph [0044] paragraph [0046] paragraph [0048] paragraph [0058] paragraph [0066] paragraph [0079] paragraph [0083] paragraph [0114] - paragraph [0117] paragraph [0138] figures 5-11, 16	1-14
Y	JP H10196590 A (MATSUSHITA REFRIGERATION) 31 July 1998 (1998-07-31) paragraph [0036] figures 9, 10	1-14
Y	DE 102015226133 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraph [0070] - paragraph [0073] figures 1-3, 8	14
A	US 2013156595 A1 (SANDER PETER [DE] ET AL.) 20 June 2013 (2013-06-20) paragraph [0012] paragraph [0017]	1-14
A	KR 20030030599 A (POSTECH FOUNDATION [KR]) 18 April 2003 (2003-04-18) abstract	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2023/200244

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2000110790	A	18 April 2000	JP	4153601	B2	24 September 2008
				JP	2000110790	A	18 April 2000
WO	2022269747	A1	29 December 2022	NONE			
JP	H10196590	A	31 July 1998	NONE			
DE	102015226133	A1	22 June 2017	DE	102015226133	A1	22 June 2017
				WO	2017108354	A1	29 June 2017
US	2013156595	A1	20 June 2013	DE	102011121054	A1	20 June 2013
				US	2013156595	A1	20 June 2013
KR	20030030599	A	18 April 2003	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES					
INV.	F04D29/02	F04D29/18	F04D29/26	F04D29/40	F04D29/68
	F01D5/14				
ADD.					
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					
B. RECHERCHIERTE GEBIETE					
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)					
F04D B29C F01D B64C					
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen					
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)					
EPO-Internal, WPI Data					
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile				Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2000 110790 A (TOSHIBA CORP)				1, 2, 4-13
	18. April 2000 (2000-04-18)				
Y	Absatz [0024]				1-14
	Absatz [0035]				
	Absatz [0045] - Absatz [0047]				
	Abbildungen 3, 4, 8(A)				

	-/--				
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie					
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist					
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche			Absendedatum des internationalen Recherchenberichts		
11. März 2024			19/03/2024		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Bevollmächtigter Bediensteter Oliveira, Damien		

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2022/269747 A1 (NIKON CORP [JP]) 29. Dezember 2022 (2022-12-29) Absatz [0012] Absatz [0022] – Absatz [0023] Absatz [0044] Absatz [0046] Absatz [0048] Absatz [0058] Absatz [0066] Absatz [0079] Absatz [0083] Absatz [0114] – Absatz [0117] Absatz [0138] Abbildungen 5-11, 16 -----	1-14
Y	JP H10 196590 A (MATSUSHITA REFRIGERATION) 31. Juli 1998 (1998-07-31) Absatz [0036] Abbildungen 9, 10 -----	1-14
Y	DE 10 2015 226133 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Juni 2017 (2017-06-22) Absatz [0070] – Absatz [0073] Abbildungen 1-3, 8 -----	14
A	US 2013/156595 A1 (SANDER PETER [DE] ET AL) 20. Juni 2013 (2013-06-20) Absatz [0012] Absatz [0017] -----	1-14
A	KR 2003 0030599 A (POSTECH FOUNDATION [KR]) 18. April 2003 (2003-04-18) Zusammenfassung -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2023/200244

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2000110790 A	18-04-2000	JP 4153601 B2	24-09-2008
		JP 2000110790 A	18-04-2000
WO 2022269747 A1	29-12-2022	KEINE	
JP H10196590 A	31-07-1998	KEINE	
DE 102015226133 A1	22-06-2017	DE 102015226133 A1	22-06-2017
		WO 2017108354 A1	29-06-2017
US 2013156595 A1	20-06-2013	DE 102011121054 A1	20-06-2013
		US 2013156595 A1	20-06-2013
KR 20030030599 A	18-04-2003	KEINE	