

(19)



(11)

EP 3 486 499 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.05.2019 Patentblatt 2019/21

(51) Int Cl.:
F04D 29/54 ^(2006.01) **F01P 5/06** ^(2006.01)
F01P 5/02 ^(2006.01) **F04D 29/38** ^(2006.01)
F04D 29/66 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18204663.1**

(22) Anmeldetag: **06.11.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **WICHERS, Marco**
26160 Bad Zwischenahn (DE)
• **SMIDT, Jörn**
26844 Ditzum (DE)
• **ARNOLD, Peter**
49076 Osnabrück (DE)

(30) Priorität: **15.11.2017 DE 102017126823**

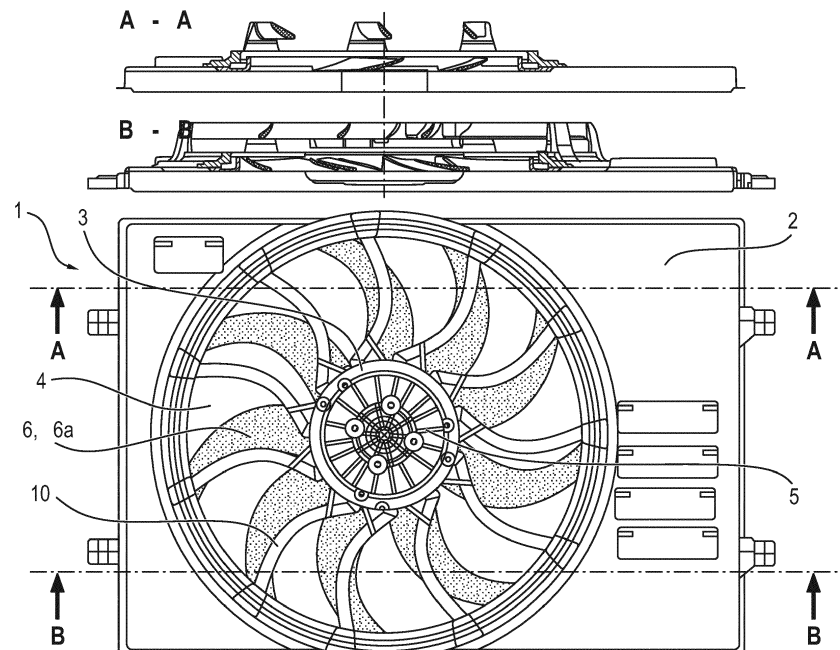
(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 15 09 20
10671 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Würzburg**
97076 Würzburg (DE)

(54) KÜHLERLÜFTERMODUL

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühlerlüftermodul 1, aufweisend: eine Lüfterzarge 2, eine Lüfterradausnehmung 4, welche in der Lüfterzarge 2 ausgebildet ist, einen Motorhalter 3, welcher über in Strömungsrichtung gesehen hintenliegenden Streben 10 mit der Lüfterzarge 2 mechanisch verbunden ist, einen Motor 5, welcher zumindest teilweise in dem Motorhalter 3 gelagert ist, ein Lüfterrad 6, welches in der Lüfterradaus-

nehmung 4 angeordnet ist und welches von dem Motor 5 rotatorisch um eine Rotationachse R angetrieben wird, wo-bei das Lüfterrad eine Mehrzahl von Flügelementen 6a aufweist, wobei alle Elemente einer Gruppe, welche wenigstens eine der Streben 10 und wenigstens eines der Flügelemente 6a aufweist, vorwärtsgesichelt oder rückwärtsgesichelt sind.

FIG. 3**EP 3 486 499 A1**

Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

- 5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kühlerlüftermodul, insbesondere ein elektrisch betriebenes Kühlerlüftermodul, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit in Hauptströmungsrichtung gesehen hinten liegenden Streben.

TECHNISCHER HINTERGRUND

- 10 **[0002]** Das Kühlsystem in einem Verbrennungsmotor, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, führt hauptsächlich diejenige Wärme ab, die an die Wände von Brennraum und Zylinder abgegeben wird, weil der Verbrennungsprozess nicht ideal verläuft. Da zu hohe Temperaturen den Motor beschädigen würden (Abreißen des Schmierfilms, Verbrennen der Ventile etc.), muss der Verbrennungsmotor aktiv gekühlt werden.
- 15 **[0003]** Moderne Verbrennungsmotoren, insbesondere Viertaktmotoren in Kraftfahrzeugen, werden bis auf wenige Ausnahmen flüssigkeitsgekühlt, wobei in der Regel ein Gemisch aus Wasser, Frostschutzmittel und Korrosionsschutzmittel als Kühlflüssigkeit dient.
- 20 **[0004]** Die Kühlflüssigkeit wird über Schläuche, Rohre und/oder Kanäle durch den Motor (Zylinderkopf und Motorblock) sowie ggfs. durch thermisch stark beanspruchte Anbauteile des Motors, wie Abgasturbolader, Generator oder Abgasrückführkühler, gepumpt. Hierbei nimmt die Kühlflüssigkeit Wärmeenergie auf und führt sie aus den oben genannten Komponenten ab. Die erwärmte Kühlflüssigkeit fließt weiter zu einem Kühler. Dieser Kühler - früher oftmals aus Messing, heute zumeist aus Aluminium - ist meist an der Front des Kraftfahrzeuges angebracht, wo ein Luftstrom Wärmeenergie vom Kühlmittel aufnimmt und dieses damit abkühlt, bevor es wieder zum Motor zurückfließt, wodurch der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist.
- 25 **[0005]** Um die Luft durch den Kühler zu treiben, wird in (Haupt-) Strömungsrichtung gesehen vor (stromaufwärtig) oder nach (stromabwärtig) dem Kühler ein Kühlerlüftermodul vorgesehen, welches mechanisch über einen Riementrieb oder elektrisch über einen Elektromotor angetrieben sein kann. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf ein elektrisch angetriebenes Kühlerlüftermodul.
- 30 **[0006]** Ein Kühlerlüftermodul besteht klassisch aus einer Lüfterzarge, welche eine Lüfterradausnehmung aufweist. In der Lüfterradausnehmung ist ein Motorhalter angeordnet, welcher über Streben mit der Lüfterzarge mechanisch verbunden ist. Die Streben können ausgehend vom Luftvolumenstrom auf der stromabwärtigen oder stromaufwärtigen Seite der Lüfterzarge angeordnet sein. In dem Motorhalter ist ein Motor, insbesondere ein Elektromotor, gehalten. An einer Abtriebswelle des Elektromotors ist ein Lüfterrad angeordnet, welches sich - durch den Elektromotor angetrieben - in der Lüfterradausnehmung dreht.
- 35 **[0007]** Bei der Auslegung und Entwicklung von Kühlerlüftermodulen sind neben dem geförderten Luftvolumen pro Zeiteinheit stets auch der zur Verfügung stehende Bauraum, insbesondere seine Anordnung ausgehend vom Luftvolumenstrom stromaufwärtig oder stromabwärtig des Kühlers und/oder seine Abmessungen, und die Geräuscentwicklung relevant.
- 40 **[0008]** Insbesondere hinsichtlich der Geräuscentwicklung ist es wesentlich, ob die Streben auf der stromaufwärtigen oder stromabwärtigen Seite der Lüfterzarge angeordnet sind, was an den grundverschiedenen aerodynamischen Eigenschaften dieser beiden Varianten liegt: Während die Luft auf der stromaufwärtigen Seite (Saugseite) der Lüfterzarge eher langsam und wenigstens im Wesentlichen laminar strömt, ist sie auf der stromabwärtigen Seite (Druckseite) der Lüfterzarge, d.h. nach dem Hindurchtritt durch die Lüfterradausnehmung, schneller, dichter und verwirbelter als vorher. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Anforderungen an vorne- und hintenliegenden Streben - abgesehen von der Hauptanforderung des Haltens des Motorhalters - grundlegend voneinander: Während vorliegende Streben auch Zuführ- und/oder Luftleitungsfunktionen übernehmen können, sind solche für hintenliegende Streben wenigstens im Wesentlichen irrelevant. Hier kommt es vielmehr darauf an, die Streben aerodynamisch betrachtet möglichst "unsichtbar" zu gestalten, d.h. die Streben so zu gestalten, dass sie die stromabwärtige Luftströmung so wenig wie möglich beeinflussen.
- 45 **[0009]** Die DE 10 2012 112 211 A1 betrifft eine Gebläseeinheit für einen Wärmetauscher. Die offenbarte Gebläseeinheit weist gerade, hintenliegende Speichen auf, welche ein ringförmiges Stützelement zur Aufnahme eines elektrischen Antriebsmotors mit einer plattenartigen Stützstruktur verbinden.
- 50 **[0010]** Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Kühlerlüftermodul zur Verfügung zu stellen, welches insbesondere hinsichtlich der Geräuscentwicklung vorteilhaft ist.
- 55 **[0011]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Kühlerlüftermodul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.
- [0012]** Demgemäß weist ein erfindungsgemäßes Kühlerlüftermodul eine Lüfterzarge, eine Lüfterradausnehmung, welche in der Lüfterzarge ausgebildet ist, einen Motorhalter, welcher über in Strömungsrichtung gesehen hintenliegenden Streben mit der Lüfterzarge mechanisch verbunden ist, einen Motor, insbesondere Elektromotor, welcher zumindest

teilweise in dem Motorhalter gelagert ist, und ein Lüfterrad, welches in der Lüfterradausnehmung angeordnet ist und welches von dem Motor rotatorisch um eine Rotationachse angetrieben wird, wobei das Lüfterrad eine Mehrzahl von Flügelementen aufweist, auf, wobei wenigstens alle Elemente einer Gruppe, welche wenigstens eine der Streben und wenigstens eines der Flügelemente aufweist, vorwärtsgesichelt oder rückwärtsgesichelt sind.

5 **[0013]** Ein "Kühlerlüftermodul" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Baugruppe, welche in Strömungsrichtung gesehen vor oder nach einem Kühler eines Fahrzeugs angeordnet ist und welche dafür vorgesehen, insbesondere eingerichtet, ist, einen Luftvolumenstrom zu erzeugen, welcher sich durch den Kühler hindurch und/oder um den Kühler herum erstreckt, wobei der Luftvolumenstrom thermische Energie von dem Kühler aufnimmt.

10 **[0014]** Eine "Lüfterzarge" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere ein Rahmen, in welchem das Lüfterrad gehalten ist, und selbst wiederum bevorzugt an oder in der Nähe des Kühlers angeordnet, insbesondere befestigt, ist. Eine Lüfterzarge im Sinne der vorliegenden Erfindung weist bevorzugt ein Kunststoffmaterial, insbesondere einen Kunststoff-Compound, auf, insbesondere ist die Lüfterzarge aus diesem gebildet. Zusätzlich und/oder alternativ weist die Lüfterzarge ein Metallmaterial, zum Beispiel Eisen, Stahl, Aluminium, Magnesium oder dergleichen, auf, insbesondere ist zumindest teilweise, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, insbesondere vollständig, aus diesem gebildet. Nach 15 einer Ausführung kann eine Lüfterzarge auch mehr als eine Lüfterradausnehmung, einen Motorhalter, einen Motor und ein Lüfterrad aufweisen, insbesondere ist die vorliegende Erfindung zum Einsatz in Kühlerlüftermodulen mit zwei oder mehr, insbesondere zwei, Lüfterrädern geeignet. Nach einer Ausführung weist die Lüfterzarge zusätzlich wenigstens eine verschließbare Öffnung, insbesondere wenigstens eine Klappe, insbesondere eine Mehrzahl derselben, auf. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise weitere Luftführungseigenschaften realisiert werden können.

20 **[0015]** Eine "Lüfterradausnehmung" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Materialaussparung innerhalb der Lüfterzarge. In der Lüfterradausnehmung erstrecken sich nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung Streben, welche einen ebenfalls in der Lüfterradausnehmung angeordneten Motorhalter mit der Lüfterzarge mechanisch, insbesondere und elektrisch und/oder elektronisch, verbinden. Gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung wird die Lüfterradausnehmung durch einen Zargenring begrenzt.

25 **[0016]** Ein "Motorhalter" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Einrichtung zur mechanischen Befestigung des Motors an der Lüfterzarge, insbesondere zur Bereitstellung des dem Lüfterrad entgegenwirkenden Drehmoments. Nach einer Ausführung ist der Motorhalter eine wenigstens im Wesentlichen ringförmige Struktur, in welcher der Motor gehalten ist. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise eine vorteilhafte Kühlluftströmung durch den Motor nicht beeinträchtigt wird.

30 **[0017]** "Strömungsrichtung" im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet insbesondere die sogenannte Hauptströmungsrichtung, also diejenige Strömung, welche parallel zur Rotationsachse des Lüfterrades durch die Lüfterradausnehmung der Lüfterzarge hindurchtritt, und zur Kühlung des Kühlers genutzt wird.

[0018] "Streben" im Sinne der vorliegenden Erfindung sind insbesondere balken- oder sichelförmige Strukturen, welche eine mechanische Verbindung zwischen dem Motorhalter und der Lüfterzarge bereitstellen. Gemäß einer Ausführung 35 der vorliegenden Erfindung können die Streben einen tropfenförmigen Querschnitt aufweisen, um vorteilhafte aerodynamische und/oder akustische Effekte zu erzielen.

[0019] Ein "Motor" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Maschine, die mechanische Arbeit verrichtet, indem sie eine Energieform, zum Beispiel thermische/chemische oder elektrische Energie, in Bewegungsenergie, insbesondere ein Drehmoment, umwandelt. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die Lüfterzarge 40 bis auf die Zufuhr von Energie wenigstens im Wesentlichen autark betrieben werden kann, das heißt ohne von extern mit Bewegungsenergie versorgt zu werden, wie zum Beispiel über einen Keil- oder Zahnriemen.

[0020] Ein "Elektromotor" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein elektromechanischer Wandler (elektrische Maschine), der elektrische Leistung in mechanische Leistung, insbesondere in ein Drehmoment, umwandelt. Der Begriff Elektromotor im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst, ist aber nicht beschränkt auf Gleichstrommotoren, Wechselstrommotoren und Drehstrommotoren bzw. bürstenbehaftete und bürstenlose Elektromotoren bzw. Innenläufer- und Außenläufermotoren. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da elektrische Energie eine im Vergleich zu mechanischer oder chemischer Energie leicht zu übertragende Energieform darstellt, mit welcher das erforderliche Drehmoment zum Antrieb 45 des Lüfterrades bereitgestellt wird.

50 **[0021]** Ein "Lüfterrad" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine rotationssymmetrische Komponente, welche eine Nabe, insbesondere einen Nabentopf, welcher das Lüfterrad mit einem Motor, insbesondere über eine aus diesem herausragende Welle, verbindet in einer Weise, dass das Drehmoment, welches von dem Motor erzeugt wird, wenigstens im Wesentlichen vollständig auf das Lüfterrad übertragen wird.

[0022] Ein "Flügelement" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein gegenüber einer Ebene, auf welcher die Rotationsachse senkrecht steht, geneigter wenigstens im Wesentlichen flacher Körper, welcher an dem Nabentopf angeordnet ist und welcher dafür vorgesehen, insbesondere eingerichtet, ist, einen Luftvolumenstrom zu erzeugen, sobald 55 das Lüfterrad in eine rotatorische Bewegung versetzt wird. Die Flügelemente sind dabei bevorzugt gegenüber der Rotationsachse geneigt in einem Winkelbereich von -90° bis $+90^\circ$, insbesondere von -75° bis $+75^\circ$, insbesondere von -60° bis $+60^\circ$, insbesondere von -45° bis $+45^\circ$, insbesondere von -30° bis $+30^\circ$ und besonders bevorzugt von -15° bis

+15°. Unter Flügelementen im Sinne der vorliegenden Erfindung werden insbesondere auch Flügel, Schaufelblätter oder Rotorblätter verstanden.

[0023] "Vorwärtsgesichelt" im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet insbesondere, dass die Spitze des Flügelementes in Drehrichtung betrachtet der Mitte des Flügelementes vorausliegt.

[0024] "Rückwärtsgesichelt" im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet insbesondere, dass die Spitze des Flügelementes in Drehrichtung betrachtet der Mitte des Flügelementes nachfolgt.

[0025] Mit anderen Worten folgt die Geometrie der wenigstens einen Strebe wenigstens im Wesentlichen der Geometrie des wenigstens einen Flügelementes bezüglich der Ausdehnung in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse. Insbesondere folgt die Geometrie der Strebenskelettlinie der wenigstens einen Strebe wenigstens im Wesentlichen der Geometrie der Flügelementskelettlinie des wenigstens einen Flügelementes bezüglich der Ausdehnung in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse

Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise wenigstens einer der negativen Effekte der, insbesondere hintenliegenden, Streben vermindert werden kann, insbesondere bezüglich der Akustik. Dazu muss man wissen, dass Streben bei der Entwicklung von Lüfterzargen stets störend sind. Der Volumenstrom, welcher durch das Lüfterrad erzeugt wird, besitzt insbesondere in Strömungsrichtung gesehen kurz hinter dem Lüfterrad eine erhöhte Dichte und die einzelnen Luftmoleküle bewegen sich mit sehr hoher Geschwindigkeit und einem durch das Lüfterrad erzeugten Drall vorwärts. In dieser Ausgangssituation treffen die Luftmoleküle auf die "im Weg stehenden" Streben, wodurch eine Abbremsung und Richtungsänderung der Luftmoleküle erfolgt. Hierbei entstehen unerwünschte Geräusche, insbesondere dann wenn der Flügel, insbesondere dessen Vorderkante, über die Strebe hinwegstreicht. Dies erzeugt unerwünschte Geräusche, insbesondere das sogenannte "Blocken", welches weiter unten nochmals eingehend beschrieben wird. Indem die Geometrie der Strebe hinsichtlich der radialen Erstreckung wenigstens im Wesentlichen der Geometrie des Flügelementes folgt, kann erzielt werden, dass die Vorderkante des Flügelements nicht auf gesamter Länge gleichzeitig auf die Strebe trifft, sondern dass es hier lediglich stets einen Überlagerungspunkt gibt, welcher in radialer Richtung wandert. Man denke hierbei beispielsweise an eine handelsübliche Papierschere, bei welcher der Schnittpunkt der beiden Schneiden entlang der Erstreckungsrichtung wandert, sobald die Schere geschlossen wird.

[0026] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst die Gruppe eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Streben und/oder eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Flügelemente.

[0027] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise der oben beschriebene Effekt verstärkt wird. Je mehr Streben bzw. Flügelemente erfindungsgemäß aufeinander abgestimmt sind, desto vorteilhafter sind die Eigenschaften des Kühlerlüftermoduls hinsichtlich der Geräuschentwicklung.

[0028] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung stehen eine Flügelementskelettlinie der Flügelemente der Gruppe und eine Strebenskelettlinie der Streben der Gruppe in einem Profilschnitt miteinander in Beziehung über:

$$X - \text{Koordinate} = f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n))$$

$$= \sin\left(\alpha_S(n) \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)$$

$$Y - \text{Koordinate} = f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n))$$

$$= \cos\left(\alpha_S(n) \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)$$

wobei gilt:

X-Koordinate beschreibt die X-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene

Y-Koordinate beschreibt die Y-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene

n beschreibt einen aktuell betrachteten Profilschnitt

$n_{\max}$ beschreibt, in wie viele äquidistante Profilschnitte die Strebe und das Flügelement über ihre radiale Erstreckung hinweg unterteilt werden; wobei

$$n_{\max} \in [5;25]$$

$\alpha_s(n)$ beschreibt einen Sichelungswinkel am Profilschnitt n des Flügелеlements, d.h. einen Winkel zwischen einem zur Rotationsachse parallel verschobenen ersten Schenkel und einem zweiten Schenkel, welcher durch die Punkte von Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene definiert ist;

D_H beschreibt den Außendurchmesser des Motorhalters (3) ;

L_P beschreibt die Profillänge der Strebe (10), d.h. den Abstand zwischen Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene;

$\beta_s(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Sichelung, wobei

$$\beta_s(n) \in [-5;5]$$

$\beta_R(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Profilrotation, wobei

$$\beta_R(n) \in [-30;30]$$

[0029] Eine "Strebenskelettlinie" im Sinne der vorliegenden Erfindung, auch Profilmittellinie, Wöblungslinie oder Krümmungslinie genannt, bezeichnet die Verbindungslinie der in ein Profil einbeschriebenen Kreismittelpunkte, wobei die Skelettlinie vom Nasenkreismittelpunkt bis zur Profilnase gerade verläuft. Eine weitere alternative Definition, welche im Sinne der Erfindung explizit mit umfasst ist, definiert die Strebenskelettlinie dahingehend, dass diese aus den Mittelpunkten zwischen der Ober- und Unterseite senkrecht zur X-Koordinate oder Profilsehne besteht. Der Verlauf der Skelettlinie bestimmt die Strömungseigenschaften wesentlich mit. Wichtige geometrische Kennzahlen sind die Wöblungshöhe und die Wöblungsrücklage, wobei Strebenprofile mit gerader oder S-förmiger Skelettlinie einen Druckpunkt haben, der sich nur wenig mit dem Anstellwinkel ändert.

[0030] Unter einer "Flügелеlementskelettlinie" im Sinne der obenliegenden Erfindung, auch Profilmittellinie, Wöblungslinie oder Krümmungslinie genannt, bezeichnet die Verbindungslinie der in ein Profil einbeschriebenen Kreismittelpunkte, wobei die Skelettlinie vom Nasenkreismittelpunkt bis zur Profilnase gerade verläuft. Eine weitere alternative Definition, welche im Sinne der Erfindung explizit mit umfasst ist, definiert die Flügелеlementskelettlinie dahingehend, dass diese aus den Mittelpunkten zwischen der Ober- und Unterseite senkrecht zur X-Koordinate oder Profilsehne besteht. Der Verlauf der Skelettlinie bestimmt die Strömungseigenschaften wesentlich mit. Wichtige geometrische Kennzahlen sind die Wöblungshöhe und die Wöblungsrücklage, wobei Flügелеlementprofile mit gerader oder S-förmiger Skelettlinie einen Druckpunkt haben, der sich nur wenig mit dem Anstellwinkel ändert.

[0031] Die o.g. funktionalen Zusammenhänge sind das Ergebnis umfangreicher wissenschaftlicher Untersuchungen und Versuche, welche erstmals eine Beziehung zwischen Strebenskelettlinie und Flügелеlementskelettlinie beschreiben. Hierzu wird die radiale Erstreckungsrichtung der Flügелеlemente bzw. Streben in eine Anzahl $n_{\max}$ äquidistante Profilschnitte unterteilt, wobei die hier beschriebenen Zusammenhänge für wenigstens einen, insbesondere eine Mehrzahl, insbesondere eine überwiegende Mehrzahl, $n_{\max}$ Profilschnitte erfüllt sein müssen.

[0032] Über die Flügелеlementskelettlinie welche die Sichelung des Flügелеlements erzeugt, fließt die Geometrie des Flügелеlements unmittelbar in die Auslegung der Strebe mit ein.

[0033] Die Formel beinhaltet Parameter der Flügелеlementskelettlinie im Form des Sichelungswinkels $\alpha_s(n)$ am Profilschnitt n des Flügелеlements. Somit besteht erstmals ein funktionaler Zusammenhang zwischen der Geometrie des Flügелеlements und der Strebe, was zu einem besonders vorteilhaften Klangbild des Gesamtsystems führt. Dies ist insbesondere für elektrisch betriebene Fahrzeuge relevant, die eine deutlich geringere Geräuschabstrahlung aufweisen, weshalb ein vorbekanntes Kühlerlüftermodul zu einer unangenehmen Geräuschwahrnehmung führen würde, da die überdeckenden Geräusche des klassischen Hauptantriebssystems, d.h. des Verbrennungsmotors, wegfallen.

[0034] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung gelten die definierten funktionalen Zusammenhänge für X- und Y-Koordinaten für alle Schnitte $n \in [0; n_{\max}]$.

[0035] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die definierten funktionalen Zusammenhänge für X- und Y-Koordinaten, welche sich in umfangreichen Versuchsreihen als vorteilhaft herausgestellt haben, für die gesamte radiale Erstreckung von Flügелеlement und Strebe gelten. Somit kann der vorteilhafte Effekt, der Geräuschreduzierung weiter verbessert werden, da das Überstreichen der Streben durch das Flügелеlement "sanft" erfolgen kann, d.h. mit

einer verminderten Beeinflussung des Strömungsvektors des Hauptvolumenstroms.

[0036] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung weisen die Streben ein halbsymmetrisches Profil auf.

[0037] Ein "Profil" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere die Form des Querschnitts der Strebe, wobei die Schnittebene senkrecht auf einem Radialvektor des Kühlerlüftermoduls steht. Dieser Radialvektor ist zum einen definiert durch die Ausrichtung der Rotationsachse, auf welcher dieser Vektor senkrecht steht, sowie dem Punkt der Strebenskelettlinie in der zu betrachtenden Schnittebene.

[0038] Als "halbsymmetrisches Profil" im Sinne der vorliegenden Erfindung, auch bikonvexes Profil genannt, ist ein Profil geringer Wölbung, insbesondere im Bereich von 1-3%, zu verstehen, welches zwar eine Wölbung aufweist, aber keine konkaven Konturen.

[0039] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die oben beschriebenen Vorteile des erfindungsgemäßen Kühlerlüftermoduls weiter verbessert werden können, indem nicht nur die Lage der Strebe im Verhältnis zum Flügelement optimiert wird, sondern auch die Ausgestaltung der Strebe, sodass sich diese möglichst vorteilhaft in den Hauptvolumenstrom einfügt, um somit ein Ab- und/oder Umlenken des Luftvolumenstroms so gut es eben geht zu vermeiden.

[0040] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung sind die Streben zur Rotationsachse mit einem Anstellwinkel α im Bereich zwischen 5 Grad und 45 Grad, vorzugsweise zwischen 10 Grad und 25 Grad, angeordnet.

[0041] Der "Anstellwinkel" im Sinne der vorliegenden Erfindung auch "Anströmwinkel" benannt, ist der Winkel zwischen der Richtung des anströmenden Fluids und der Seele des Profils, also der gedachten geradlinigen Verbindung zwischen der Profilnase und der Profilhinterkante.

[0042] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise ein weiterer Parameter angegeben ist, mit welchem die Strebe so ausgelegt werden kann, dass die Ab- und/oder Umlenkung des Hauptvolumenstroms weiter vermindert wird.

[0043] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung treten die Streben aus dem Motorhalter mit einem Winkel β aus, welcher einen Wert im Bereich von -30° bis +30°, insbesondere im Bereich von -20° bis +20°, insbesondere im Bereich von -10° bis +10°, aufweist.

[0044] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da umfangreiche Versuchs- und Vergleichstudien ergeben haben, dass ein zu steiles Austreten der Strebe aus dem Motorhalter dazu führt, dass die Länge erheblich vergrößert wird, wodurch ein positiver Effekt, welcher durch ein "sanftes" Übereinandergleiten der Kanten durch die Länge der Strebe wieder aufgehoben oder ggf. ins Gegenteil verkehrt wird.

[0045] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung treten die Streben in die Lüfterzarge ein mit einem vorgegebenen Winkel φ , welcher einen Wert im Bereich von -90° und +30°, insbesondere im Bereich von -75° und +15°, insbesondere im Bereich von -60° bis 0°, aufweist. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die Streben auch als Eingriffsschutz angeordnet und bei der Auslegung des Systems auf den vorhandenen Bauraum angepasst werden können.

[0046] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung ist eine Verstärkung vorgesehen, die zwischen dem Motorhalter und einer der Streben, insbesondere zwischen dem Motorhalter und einer Mehrzahl der Streben, insbesondere zwischen dem Motorhalter und jeder Strebe, ausgebildet ist.

[0047] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die Steifigkeit des Kühlerlüftermoduls insgesamt und besonders der Streben verbessert werden kann. Diese Versteifung gerade zwischen Motorhalter und Strebe ist besonders vorteilhaft, da durch das Gegenmoment zum Antriebsdrehmoment des Motors gerade am Übergang zwischen Motorhalter und Strebe hohe Scherkräfte auftreten. Des Weiteren gleichen die o.g. Vorteile einer Materialanhäufung im Strebenbereich unmittelbar am Motorhalter die damit einhergehenden aerodynamischen Nachteile zumindest teilweise aus, da die Rotations- und Volumenstromgeschwindigkeit in diesem Bereich im Vergleich zum Außenradius der Flügelemente vergleichsweise niedrig ist.

[0048] Die Verstärkung ist insbesondere in Form einer Materialansammlung ausgebildet, welche den Radius am Übergang von der Strebe zum Motorhalter vergrößert, um somit insbesondere eine verbesserte Krafteinleitung zu ermöglichen.

[0049] Dies ist nach einer Ausführung insbesondere vorteilhaft, da die Verstärkung die Festigkeit einer Strebe steigert, sodass die Strebe sehr formstabil ist. Die Verstärkung ist vorzugsweise einstückig mit der Strebe und/oder dem Motorhalter ausgebildet.

[0050] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung sind die Lüfterzarge, der Motorhalter und die Streben als einstückiges Kunststoffspritzgussteil ausgebildet.

[0051] Dies ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise ein kosteneffizientes near-to-end-shape-Urformverfahren verwendet werden kann, um die Lüfterzarge zusammen mit Motorhalter und Streben bereitzustellen.

[0052] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung weisen die Streben eine Armierung auf.

[0053] Nach einer weiteren Ausführung weist die Armierung zumindest teilweise Metall auf. Beispielsweise ist die Armierung in Form eines Stahlblechs ausgebildet. Dies ist nach einer Ausführung insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise die Formstabilität und die Festigkeit der Streben gesteigert werden kann.

[0054] Nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung ist die Anzahl der Streben von der Anzahl der

Flügelemente verschieden, insbesondere weist das Kühlerlüftermodul mehr Streben auf als Flügelemente, insbesondere weist das Kühlerlüftermodul zwei Streben mehr auf als Flügelemente, insbesondere weist das Kühlerlüftermodul elf Streben und neun Flügelemente auf. Diese Ausgestaltung ist insbesondere vorteilhaft, da auf diese Weise sich jedes Flügelement in einer anderen Phase des Überstreichens der Strebe befindet, was mit Blick auf das Gesamtsystem zu einer homogeneren Geräuschabstrahlung führt.

[0055] Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sich aus der Beschreibung für den Fachmann nicht in eindeutiger Weise ein Anderes ergibt, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale der Erfindung. Insbesondere wird dabei der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der vorliegenden Erfindung hinzufügen.

INHALTSANGABE DER ZEICHNUNG

[0056] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Lüfterzarge aus dem Stand der Technik mit einer angedeuteten Strebe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf einen Ausschnitt einer Lüfterzarge nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf einer Lüfterzarge nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, nebst zweier Schnittdarstellungen;

Fig. 4 eine schematische perspektivische Darstellung einer einzelnen Strebe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine schematische perspektivische Darstellung des Profils und des Verlaufs der Strebenskelettlinie einer einzelnen Strebe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine schematische dreidimensionale Detailansicht einer einzelnen Strebe zwischen Motorhalter und Lüfterzarge gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine schematische Schnittansicht einer einzelnen Strebe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine schematische Schnittansicht einer einzelnen Strebe mit Armierung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9a ein Diagramm mit Messwerten eines Kühlerlüftermoduls des Standes der Technik; und

Fig. 9b ein Diagramm mit Messwerten eines Kühlerlüftermoduls gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0057] Die beiliegenden Figuren der Zeichnung sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

[0058] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nichts Anderes ausgeführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0059] Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Lüfterzarge 2 eines Kühlerlüftermoduls 1 aus dem Stand der Technik mit einer angedeuteten Strebe 10 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Kühlerlüftermodul 1 weist eine Lüfterzarge 2, eine Lüfterradausnehmung 4, welche in der Lüfterzarge 2 ausgebildet ist, einen Motorhalter 3, welcher über in Strömungsrichtung gesehen hinten liegende (vorbekannte, geradlinige) Streben 100 mit der Lüfterzarge 2 mechanisch verbunden ist, einen Motor, insbesondere Elektromotor, 5, welcher zumindest teilweise in den Motorhalter 3 gelagert ist, ein Lüfterrad 6, welches in der Lüfterradausnehmung 4 angeordnet ist, und welches

von dem Motor 5 rotatorisch um eine Rotationsachse R angetrieben wird, wobei das Lüfterrad 6 eine Mehrzahl von Flügelementen 6a aufweist.

[0060] Der Motorhalter 3 ist mit der Lüfterzarge 2 über geradlinige Streben 10 verbunden, wie sie aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt sind. Mit der Bezugsziffer 10 ist in der Fig. 1 bereits eine erfindungsgemäße Strebe angedeutet, wie sie im Folgenden im Detail beschrieben werden wird. In Fig. 1 ist insbesondere der geometrische Unterschied zwischen vorbekannten Streben 100 und den erfindungsgemäßen Streben 10 zu erkennen.

[0061] Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Ausschnitt einer Lüfterzarge 2 nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0062] Die Lüfterzarge 2 ist aus Kunststoff ausgebildet, insbesondere in Form eines einteiligen Kunststoffspritzgussteils.

[0063] Die Streben 10 erstrecken sich parabelförmig von dem Rand der Lüfterradausnehmung 4 zu dem Motorhalter 3 und halten den Motorhalter in der Lüfterradausnehmung 4 in Position. Die Streben 10 weisen jeweils eine Verstärkung 11 auf, welche die Verbindung zwischen dem Motorhalter 3 und jeweils einer der Streben 10 verstärkt. Die Verstärkung 11 ist bevorzugt einstückig mit der Strebe 10 ausgebildet. Vorzugsweise sind die Lüfterzarge 2, die Streben 10 und der Motorhalter 3 ein einstückiges Kunststoffspritzgussteil. Am Motorhalter 3 sind Befestigungsschnittstellen 30 vorgesehen, an welchen ein Motor 5 befestigt werden kann. Ferner ist der Winkel β dargestellt, welcher angibt unter welchem Winkel die Strebe 10 in den Motorhalter 3 eintritt. Schenkel des Winkels β sind dabei zum einen ein Erstreckungsvektor 14 der Strebe 10 im Austrittspunkt der Strebe 10 aus dem Motorhalter 3 und zum anderen einem radialen Vektor 15 durch den Austrittspunkt der Strebe 10 aus dem Motorhalter 3. Nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist β einen Wert im Bereich von -30° bis $+30^\circ$ auf.

[0064] Ferner ist ein Winkel φ dargestellt, welcher angibt unter welchem Winkel die Strebe 10 in den Rand der Lüfterradausnehmung 4 eintritt. Schenkel des Winkels φ sind zum einen ein Erstreckungsvektor 16 der Strebe 10 im Eintrittspunkt der Strebe 10 in die Lüfterzarge 2 und zum anderen ein radialer Vektor 16a durch den Eintrittspunkt der Strebe 10 in die Lüfterzarge 2. Nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist φ einen Wert im Bereich von -90° und $+30^\circ$ auf.

[0065] Im weiteren Verlauf wird im Zusammenhang mit der Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Strebe 10 vereinzelt von einem Startpunkt 17 und einem Endpunkt 18 gesprochen. Der Startpunkt 17 ist der Austrittspunkt der Strebe 10 aus dem Motorhalter 3 und der Endpunkt 18 definiert sich durch den Eintrittspunkt der Strebe 10 in die Lüfterzarge 2.

[0066] Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Lüfterzarge 2 nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nebst zweier Schnittdarstellungen. Das in der Fig. 3 dargestellte Kühlerlüftermodul 1 ist ein Kühlerlüftermodul mit hintenliegenden Streben 10, d.h. in Strömungsrichtung betrachtet, welche gemäß der Darstellung der Fig. 3 aus dem Blatt herauszeigt, wird die Luft durch das rotierende Lüfterrad 6 zuerst beschleunigt und komprimiert bevor es auf die Streben 10 trifft, was die besondere Herausforderung bei der Auslegung derartiger Kühlerlüftermodule und insbesondere der Streben 10, ausmacht.

[0067] In dieser Abbildung ist erstmals das Lüfterrad 6 mit der Mehrzahl von Flügelementen 6a gezeigt. Man erkennt in dieser Darstellung besonders gut den erfindungsgemäßen Effekt, wie sich die Flügelemente 6a - aus Sicht der Darstellung der Fig. 3 - hinter den Streben 10 an diesen vorbei bewegen. Nach der bevorzugten Ausführungsform der Fig. 3 weist die Lüfterzarge 2 elf erfindungsgemäße Streben 10 und das Lüfterrad 6 neun Flügelemente 6a auf. Durch diese konstruktive Eigenschaft wird gewährleistet, dass sich jedes Flügelement 6a zu jedem Zeitpunkt während der Rotation des Lüfterrades in einer anderen Phase des Überstreichens einer der Streben 10 befindet. Dies führt zu einer vorteilhaften, insbesondere homogenen, Geräuschabstrahlung des Gesamtsystems.

[0068] Fig. 4 zeigt eine schematische perspektivische Darstellung einer einzelnen Strebe 10 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Diese verbindet den Motorhalter 3 mit der Lüfterzarge 2 und hält den Motorhalter 3 in der Lüfterradausnehmung 4 der Lüfterzarge 2 in Position. Die Streben 10 stellen das Gegenmoment bereit, welches dem vom Motor erzeugten Drehmoment, mit dem das Lüfterrad 6 angetrieben wird, entgegengesetzt ist. Aus diesem Grund werden über die Streben 10 hohe Kräfte geleitet, was zu erhöhten Steifigkeitsanforderungen an diese führt. Die Strebe 10 weist eine parabelförmige Form auf. Eine Skelettlinie 12 der Strebe 10 verläuft von Startpunkt 17 an dem Motorhalter zu dem Endpunkt 18 an der Lüfterzarge 2. Der Scheitel 13 der Strebe befindet sich in axialer Richtung wenigstens im Wesentlichen in der Mitte der Strebe 10.

[0069] Die Strebe 10 weist darüber hinaus ein Tragflächenprofil auf. Ein Bereich um eine Vorderkante 26 eines Profils 20, insbesondere eines Querschnittsprofils, ist dicker als ein Bereich um eine Hinterkante 27 des Profils 20. Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Tragflächenprofil der Strebe 10 ein halbsymmetrisches Profil.

[0070] Fig. 5 zeigt eine schematische perspektive Darstellung des Profils und des Verlaufes der Strebenskelettlinie einer einzelnen Strebe 10 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Profil 20 der Strebe 10 ist entsprechend dieser Ausführung als halbsymmetrisches Profil ausgebildet, wobei die Skelettlinie 12 der Strebe 10 parabelförmig verläuft.

[0071] Insbesondere stehen eine Flügelementskelettlinie des Flügelements 6a und die Strebenskelettlinie 12 in einen Profilschnitt miteinander in Beziehung über folgende mathematische Zusammenhänge:

$$\begin{aligned}
 X - \text{Koordinate} &= f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n)) \\
 &= \sin\left(\alpha_{S(n)} \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y - \text{Koordinate} &= f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n)) \\
 &= \cos\left(\alpha_{S(n)} \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)
 \end{aligned}$$

wobei gilt:

X-Koordinate beschreibt die X-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene

Y-Koordinate beschreibt die Y-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene

n beschreibt einen aktuell betrachteten Profilschnitt

$n_{\max}$ beschreibt, in wie viele äquidistante Profilschnitte die Strebe und das Flügelelement über ihre radiale Erstreckung hinweg unterteilt werden; wobei

$$n_{\max} \in [5; 25]$$

$\alpha_S(n)$ beschreibt einen Sichelungswinkel am Profilschnitt n des Flügelelements, d.h. einen Winkel zwischen einem zur Rotationsachse parallel verschobenen ersten Schenkel und einem zweiten Schenkel, welcher durch die Punkte von Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene definiert ist;

D_H beschreibt den Außendurchmesser des Motorhalters (3);

L_P beschreibt die Profillänge der Strebe (10), d.h. den Abstand zwischen Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene;

$\beta_S(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Sichelung, wobei

$$\beta_S(n) \in [-5; 5];$$

und

$\beta_R(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Profilrotation, wobei

$$\beta_R(n) \in [-30; 30],$$

wobei die definierten funktionalen Zusammenhänge für X- und Y-Koordinaten für alle Schnitte $n \in [0; n_{\max}]$ bei $n_{\max}=10$ gelten.

[0072] Fig. 6 zeigt eine schematische dreidimensionale Detailansicht einer einzelnen Strebe 10 zwischen dem Motorhalter 3 und der Lüfterzarge 2 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Darstellung kann man die Verstärkung 11 zwischen der Strebe 10 und dem Motorhalter 3 erkennen. Die Verstärkung 11 weist eine Wand 19 auf, welche sich von der Strebe 10 unter einem Winkel erstreckt. Nach einer Ausführungsform entspricht dieser Winkel im Betrag dem Winkel β , sodass die Strebe 10 und die Wand 19 spiegelsymmetrisch zu einer Lotrechten des kreisförmigen Motorhalters 3 angeordnet sind. Die Strebe 10 wird durch die Wand 19 stabiler und kann dadurch den Motor 5 in dem Motorhalter 3 sicher in Position halten. Die Verstärkung 11 ist gemäß der gezeigten Ausführungsform

einstückig mit der Strebe 10 und dem Motorhalter 3 ausgebildet.

[0073] Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittansicht einer einzelnen Strebe 10 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Profil 20 der Strebe 10 gemäß dieser Ausführungsform ist ein halbsymmetrisches Profil 20. Eine Profilwölbung der Oberseite 21 und eine Profilwölbung der Unterseite 22 des Profils 20 verlaufen in derselben Richtung. Die Oberseite 21 ist konkav gekrümmt während die Unterseite 22 eine konvexe Krümmung aufweist. Ferner weist das Profil 20 eine Profildicke 23 und eine Profiltiefe 25 auf. Überdies weist das Profil 20 einen Nasenradius 24 auf, welcher den Radius der Nase des Profils angibt. Der Bereich der Hinterkante 27 des Profils 20 ist schmaler als der Bereich der Vorderkante 26 des Profils 20. Der Anstellwinkel α des Profils ist gemäß dieser Ausführungsform beträgt etwa 45 Grad normal zur Flügelblattoberfläche. Die Luft strömt in Richtung des Pfeils 29 um die Strebe 10 herum.

[0074] Fig. 8 zeigt eine schematische Schnittansicht einer einzelnen Strebe 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform der Strebe 10 ist eine Armierung 31 in der Strebe 10 vorgesehen. Die Armierung 31 kann zumindest teilweise Metall aufweisen. Beispielsweise ist die Armierung 31 aus einem Stahlblech ausgebildet. Alternativ kann die Armierung 31 auch aus Aluminium ausgebildet sein. Durch diese Ausbildung kann die Strebe 10 besonders formstabil ausgebildet werden.

[0075] Fig. 9a zeigt ein Diagramm mit Messwerten eines Kühlerlüftermoduls des Standes der Technik und Fig. 9b ein Diagramm mit Messwerten eines Kühlerlüftermoduls gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0076] Die in Fig. 9a und 9b abgebildeten Diagramme zeigen jeweils den Verlauf eines Summenpegels und eine vom System erzeugte Lüfterblattordnung. Der Summenpegel gibt die Gesamtgeräuschabstrahlung über alle Frequenzen an. In beiden Figuren handelt es sich hierbei um die elfte Lüfterblattordnung, die von der Anzahl der Flügel, deren geometrischer Anordnung und Sichelung abhängig ist.

[0077] Des Weiteren ist das sog. 10-dB-Kriterium angegeben, welches mit einem Abstand von 10 dB unterhalb des Summenpegels verläuft. Das 10-dB-Kriterium ist insbesondere für die Bewertung des Klangbildes eines Lüftergeräusches relevant: Das 10-dB-Kriterium besagt, dass diejenigen Frequenzanteile, welche unterhalb dieses 10-dB-Kriteriums liegen, nicht als störend wahrgenommen werden. Man kann sich das so vorstellen, wie in einem Großraumbüro, wo einzelne Stimmen in einem allgemeinen Gemurmel untergehen. Im Umkehrschluss werden Geräuschanteile, welche dieses 10-dB-Kriterium verletzen, als besonders störend wahrgenommen. Verlaufen alle Frequenzanteile unterhalb des 10-dB-Kriteriums wird die Geräuschabstrahlung als angenehmes, "sattes" Brummen wahrgenommen.

[0078] Die abgebildeten Fig. 9a und 9b sind auf Komponentenebene im semi-reflexionsarmen Raum mit Wärmetauscher gemessen worden. Durch die gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung erfolgte Auslegung der Streben verbessert sich die elfte Lüfterblattordnung im Vergleich zum Stand der Technik deutlich. Der Summenpegel verbessert sich um bis zu 4 dB im Vergleich zum Stand der Technik und erfüllt nun somit erstmals das 10-dB-Kriterium.

[0079] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend vollständig beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

[0080] Die Streben können beispielsweise auf der Druckseite und/oder auf der Unterdruckseite vorgesehen sein. Ferner kann das Lüfterrad an die Form der Streben angepasst sein. Beispielsweise weist die Vorderkante und/oder die Hinterkante des Lüfterrades eine Krümmung auf, welche der Krümmung der Streben entspricht.

Bezugszeichenliste

[0081]

- 1 Kühlerlüftermodul
- 2 Lüfterzarge
- 3 Motorhalter
- 4 Lüfterradausnehmung
- 5 Lüfterrad
- 5a Flügelelemente

- 10 Strebe
- 11 Verstärkung
- 12 Skelettlinie
- 13 Scheitel der Skelettlinie
- 14 Erstreckungsvektor der Strebe im Austrittspunkt der Strebe aus dem Motorhalter
- 15 Radialenvektor durch den Austrittspunkt der Strebe aus dem Motorhalter
- 16 Erstreckungsvektor der Strebe im Eintrittspunkt der Strebe in die Lüfterzarge
- 16a Radialenvektor durch den Eintrittspunkt der Strebe in die Lüfterzarge
- 17 Startpunkt
- 18 Endpunkt

19	Verstärkungswand
20	Profil
21	Profilwölbung der Oberseite
22	Profilwölbung der Unterseite
5 23	Profildicke
24	Nasenradius
25	Profiltiefe
26	Vorderkante
27	Hinterkante
10 28	Lotrechte zum Motorhalter
29	Richtung der Luftströmung
30	Befestigungsschnittstelle
31	Armierung

15 100 vorbekannte, geradlinige Streben

1	Profillänge
r2	Radius Oberseitenkrümmung
r3	Radius Unterseitenkrümmung
20 h	Höhe
d1	Profilasendurchmesser
d2	Hinterkantendurchmesser

25 R Rotationsachse

α Anstellwinkel

β Winkel

φ Winkel

30

Patentansprüche

1. Kühlerlüftermodul (1), aufweisend:

35 eine Lüfterzarge (2);
eine Lüfterradausnehmung (4), welche in der Lüfterzarge (2) ausgebildet ist;
einen Motorhalter (3), welcher über in Strömungsrichtung gesehen hintenliegenden Streben (10) mit der Lüfterzarge (2) mechanisch verbunden ist;
einen Motor, insbesondere Elektromotor, (5), welcher zumindest teilweise in dem Motorhalter (3) gelagert ist;
40 ein Lüfterrad (6), welches in der Lüfterradausnehmung (4) angeordnet ist und welches von dem Motor (5) rotatorisch um eine Rotationachse (R) angetrieben wird, wobei das Lüfterrad eine Mehrzahl von Flügelementen (6a) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens alle Elemente einer Gruppe, welche wenigstens eine der Streben (10) und wenigstens eines der Flügelemente (6a) aufweist, vorwärtsgesichelt oder rückwärtsgesichelt sind.

2. Kühlerlüftermodul gemäß Anspruch 1, wobei die Gruppe eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Streben und/oder eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Flügelemente (6a) umfasst.

50 3. Kühlerlüftermodul gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei eine Flügelementskelettlinie der Flügelemente der Gruppe und eine Strebenskelettlinie der Streben der Gruppe in einem Profilschnitt miteinander in Beziehung stehen über:

$$\begin{aligned}
 X - \text{Koordinate} &= f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n)) \\
 &= \sin\left(\alpha_{S(n)} \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)
 \end{aligned}$$

55

$$Y - \text{Koordinate} = f(\alpha_S(n), \alpha_R, D_H, L_P, n, \beta_S(n), \beta_R(n))$$

$$= \cos\left(\alpha_{S(n)} \cdot \left(\frac{D_H}{2} + \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}}\right)\right) + \beta_S(n) + \cos\left(\alpha_S(n) + \frac{\alpha_R}{2}\right) \cdot \frac{L_P \cdot n}{n_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos(\alpha_R)} + \beta_R(n)$$

wobei gilt:

X-Koordinate beschreibt die X-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene
 Y-Koordinate beschreibt die Y-Koordinate des Schnittpunktes der Strebenskelettlinie mit einer Schnittebene in einem x-y-Koordinatensystem in der Schnittebene
 n beschreibt einen aktuell betrachteten Profilschnitt
 $n_{\max}$ beschreibt, in wie viele äquidistante Profilschnitte die Strebe und das Flügelement über ihre radiale Erstreckung hinweg unterteilt werden; wobei

$$n_{\max} \in [5; 25]$$

$\alpha_S(n)$ beschreibt einen Sichelungswinkel am Profilschnitt n des Flügelements, d.h. einen Winkel zwischen einem zur Rotationsachse parallel verschobenen ersten Schenkel und einem zweiten Schenkel, welcher durch die Punkte von Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene definiert ist;
 D_H beschreibt den Außendurchmesser des Motorhalters (3);
 L_P beschreibt die Profillänge der Strebe (10), d.h. den Abstand zwischen Vorder- und Hinterkante der Strebe in der Schnittebene;
 $\beta_S(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Sichelung, wobei

$$\beta_S(n) \in [-5; 5]$$

$\beta_R(n)$ beschreibt einen Korrekturfaktor der Profilrotation, wobei

$$\beta_R(n) \in [-30; 30]$$

4. Kühlerlüftermodul gemäß Anspruch 3, wobei die definierten funktionalen Zusammenhänge für X- und Y-Koordinaten für alle Schnitte $n \in [0; n_{\max}]$ gelten.
5. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben (10) ein halbsymmetrisches Tragflächenprofil aufweisen.
6. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben (10) zur Rotationsachse (R) mit einem Anstellwinkel α im Bereich zwischen 5 Grad und 45 Grad, vorzugsweise zwischen 10 Grad und 25 Grad, angeordnet sind.
7. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben (10) aus dem Motorhalter (3) mit einem Winkel β austreten, welcher einen Wert im Bereich von -30° bis +30° aufweist.
8. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben (10) in die Lüfterzarge (2) eintreten mit einem vorgegebenen Winkel ϕ , welcher einen Wert im Bereich von -90° und +30° aufweist.
9. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Verstärkung (11) vorgesehen ist, die zwischen dem Motorhalter (3) und einer der Streben (10) ausgebildet ist.
10. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lüfterzarge (2), der Motorhalter (3) und die Streben (10) als einstückiges Kunststoffspritzgussteil ausgebildet sind.
11. Kühlerlüftermodul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Streben (10) eine Armierung (31) aufweisen.

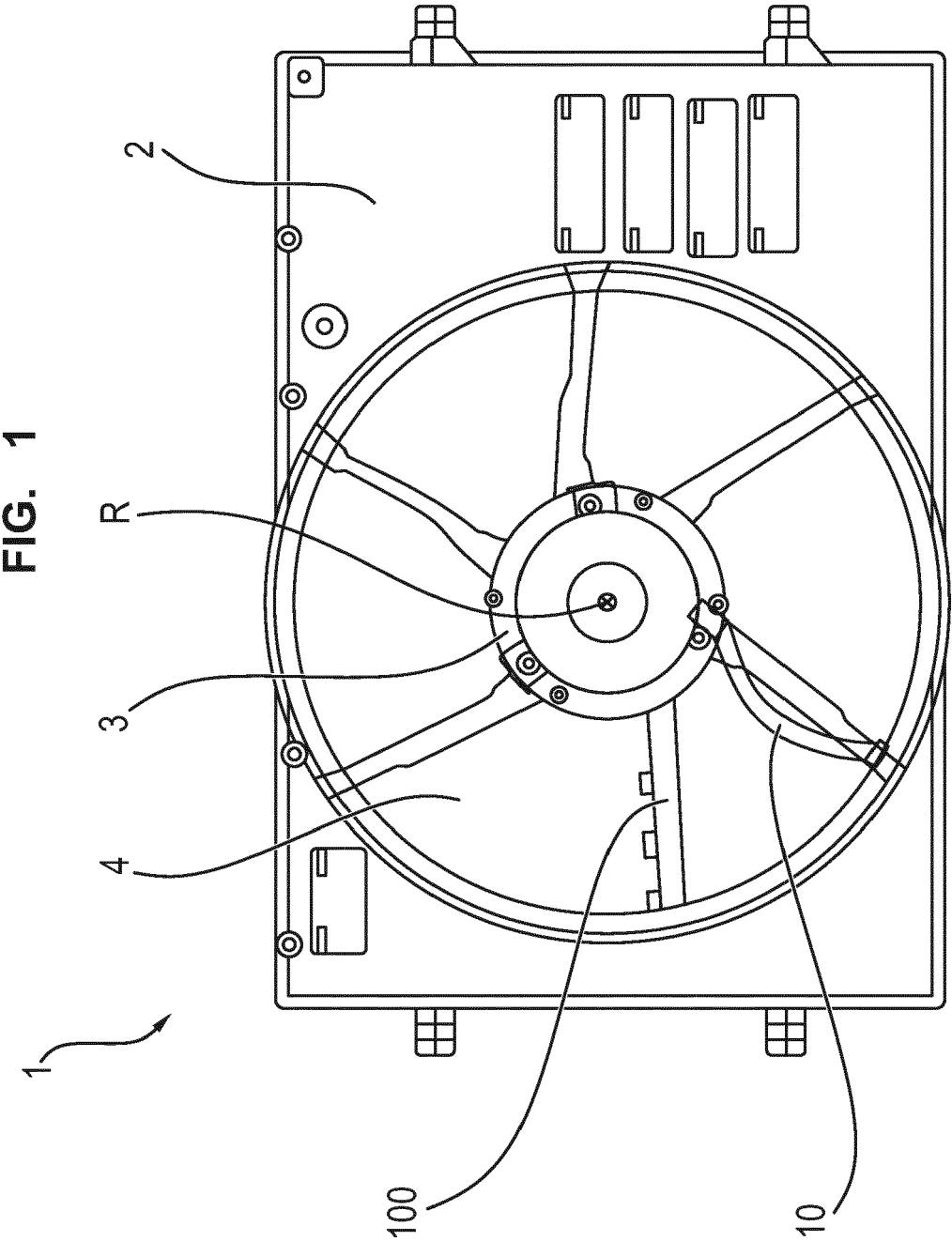


FIG. 2

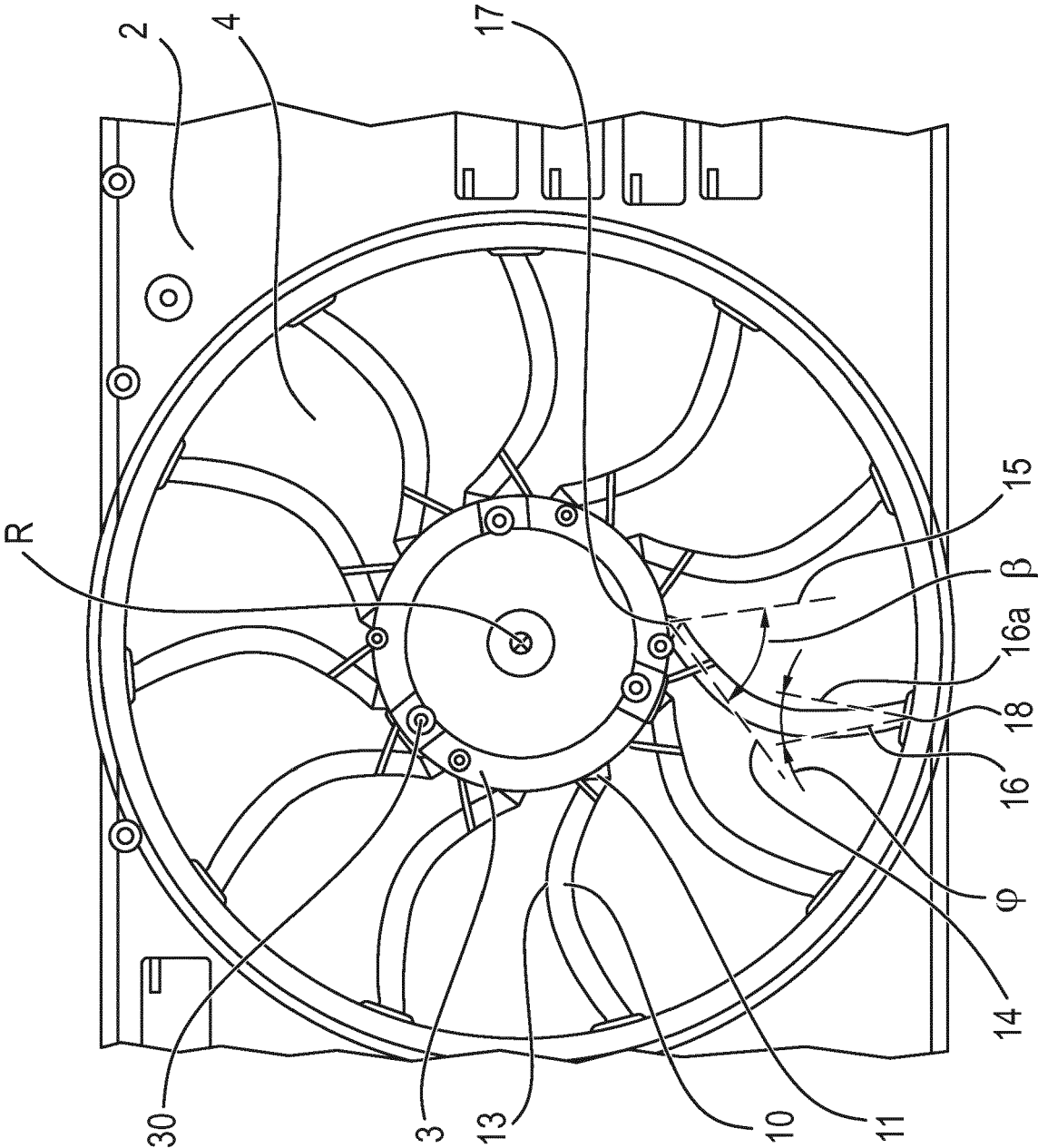


FIG. 3

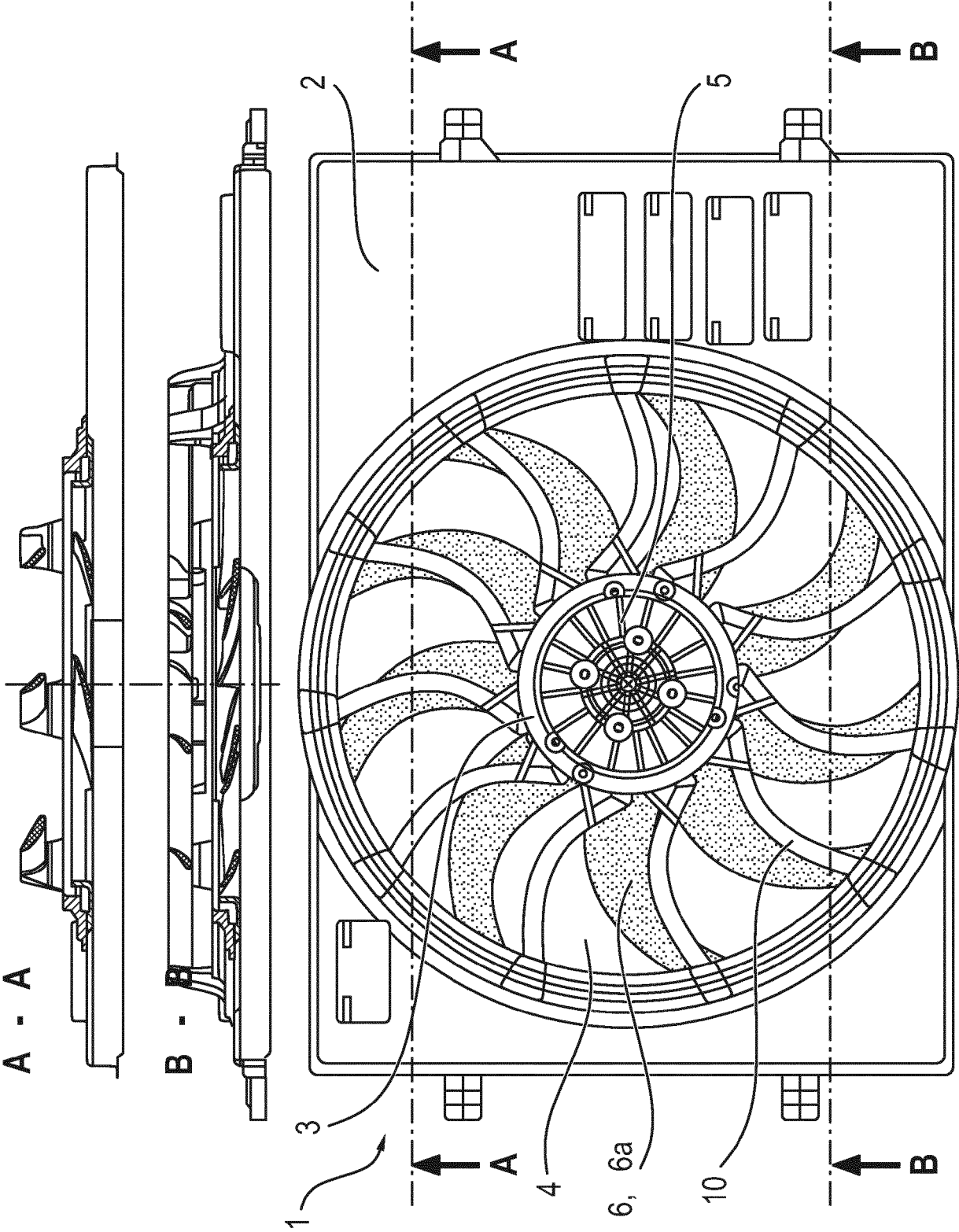


FIG. 4

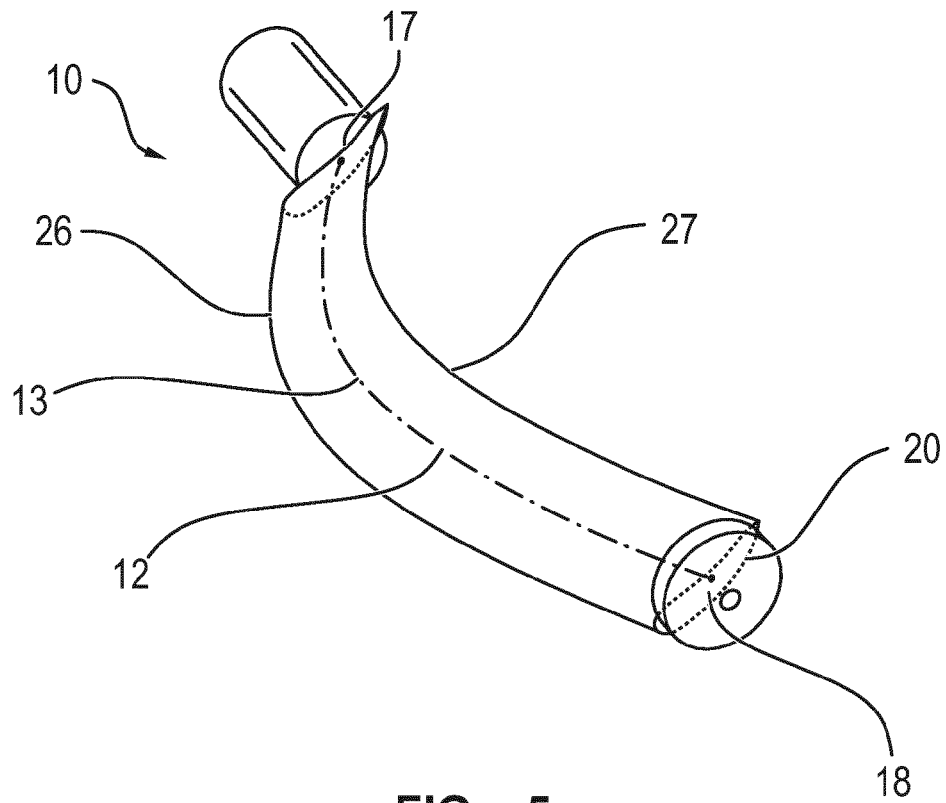


FIG. 5

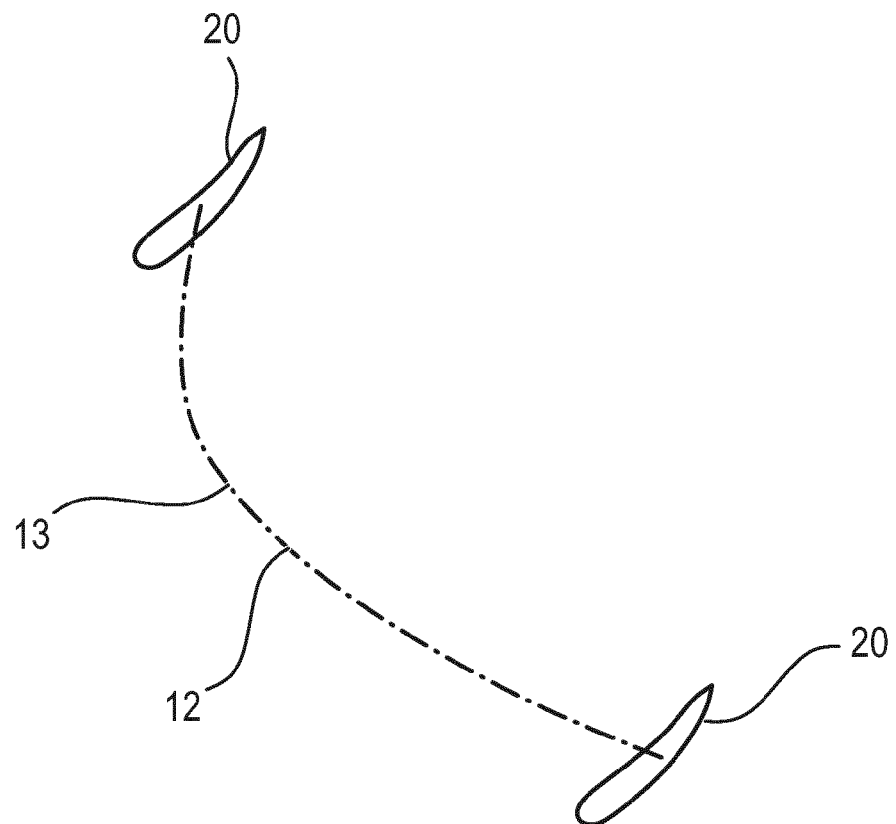


FIG. 6

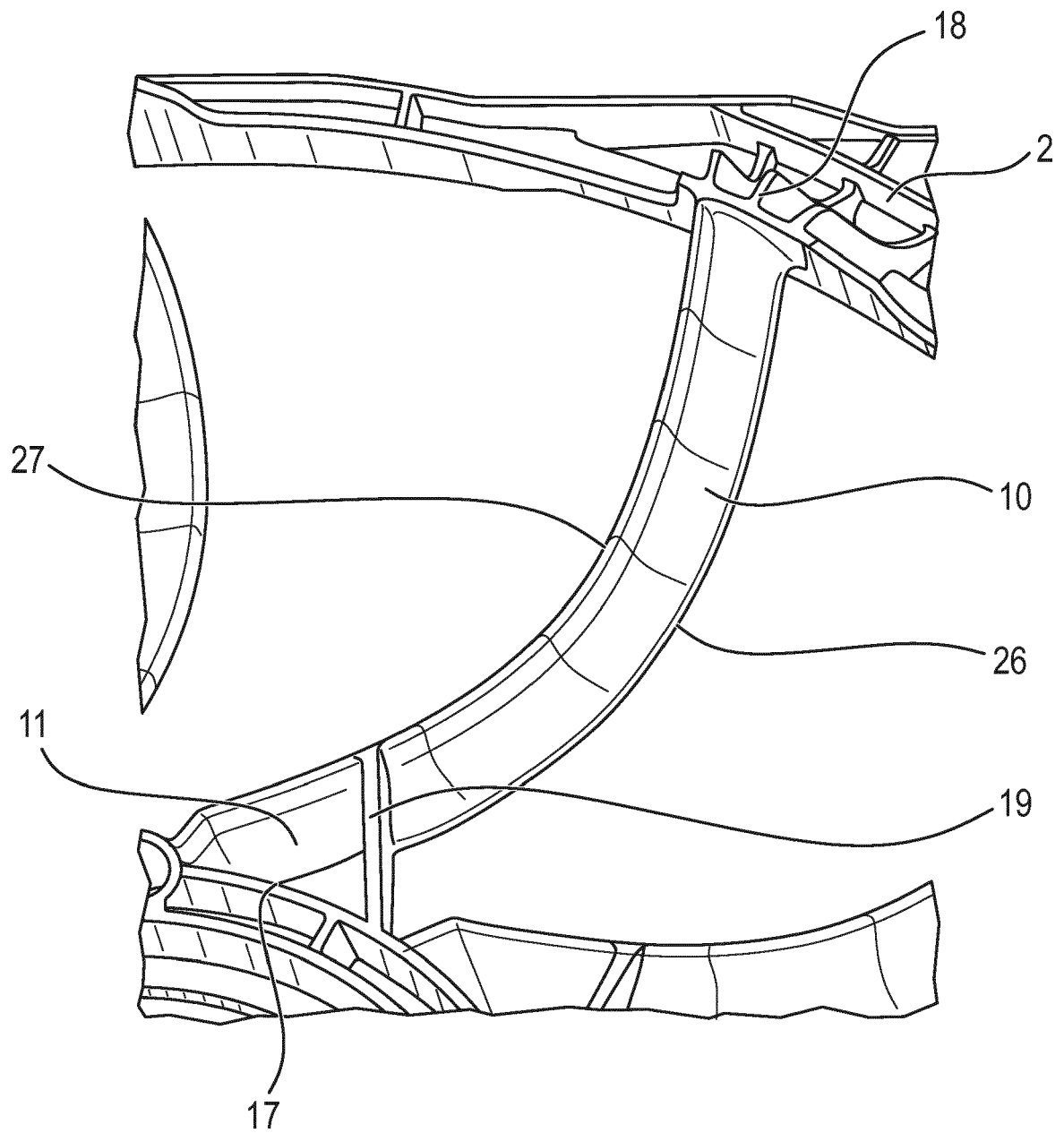


FIG. 7

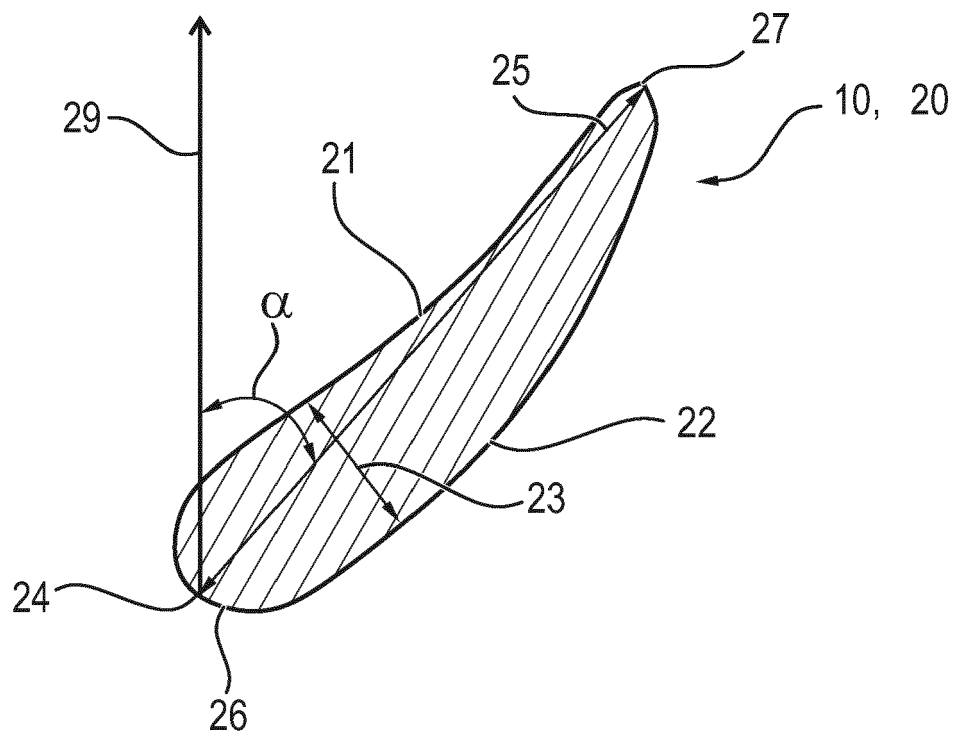


FIG. 8

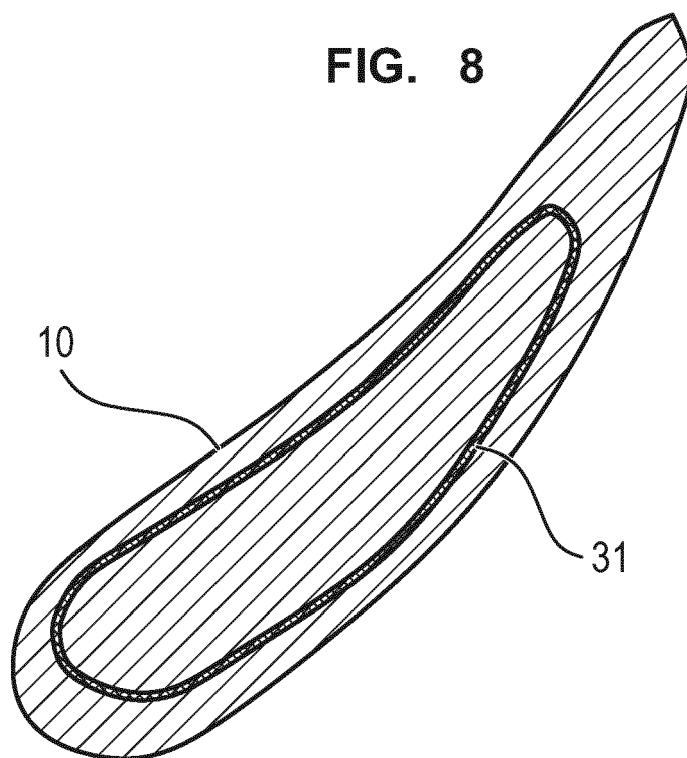


FIG. 9a
Stand der Technik

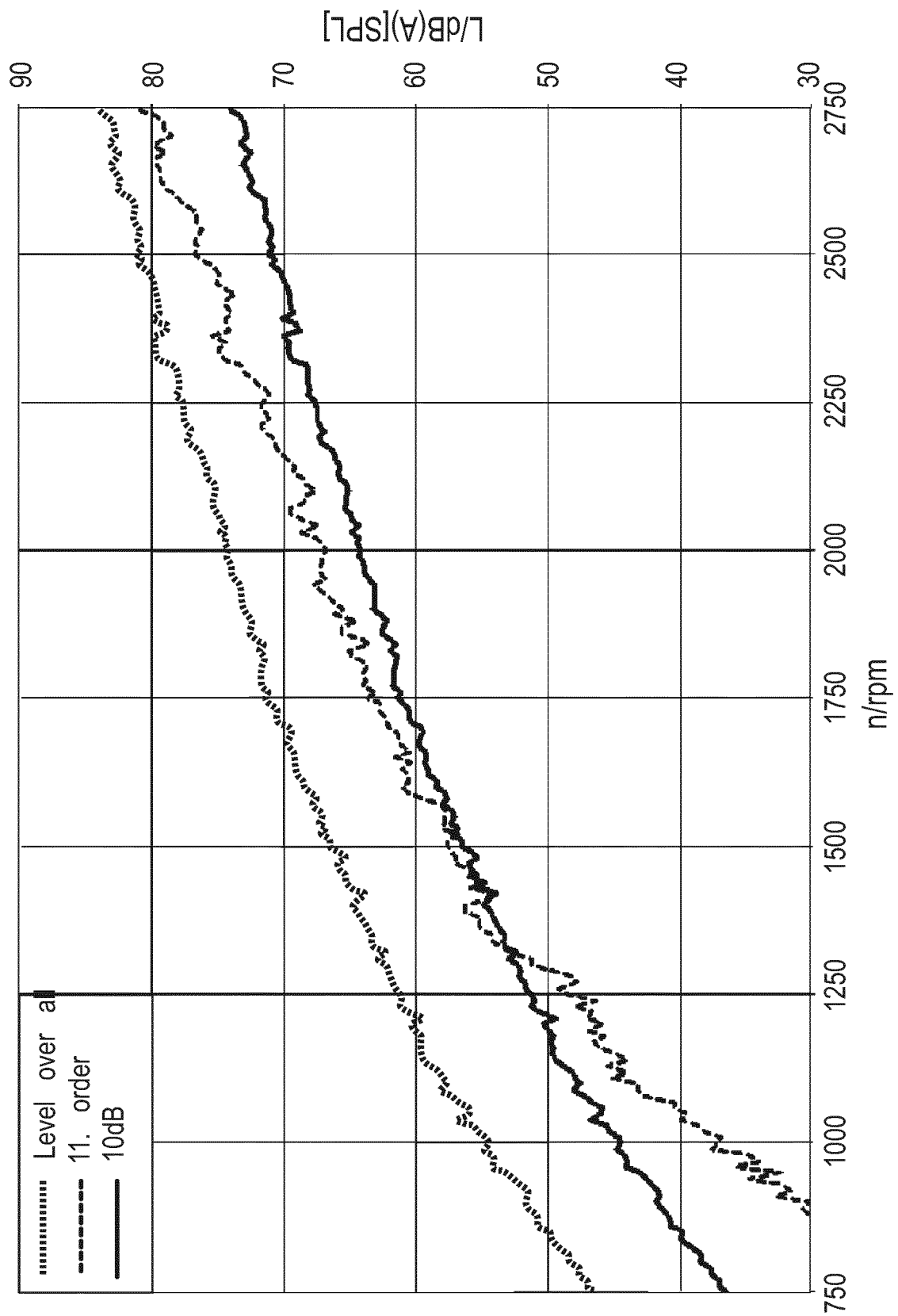
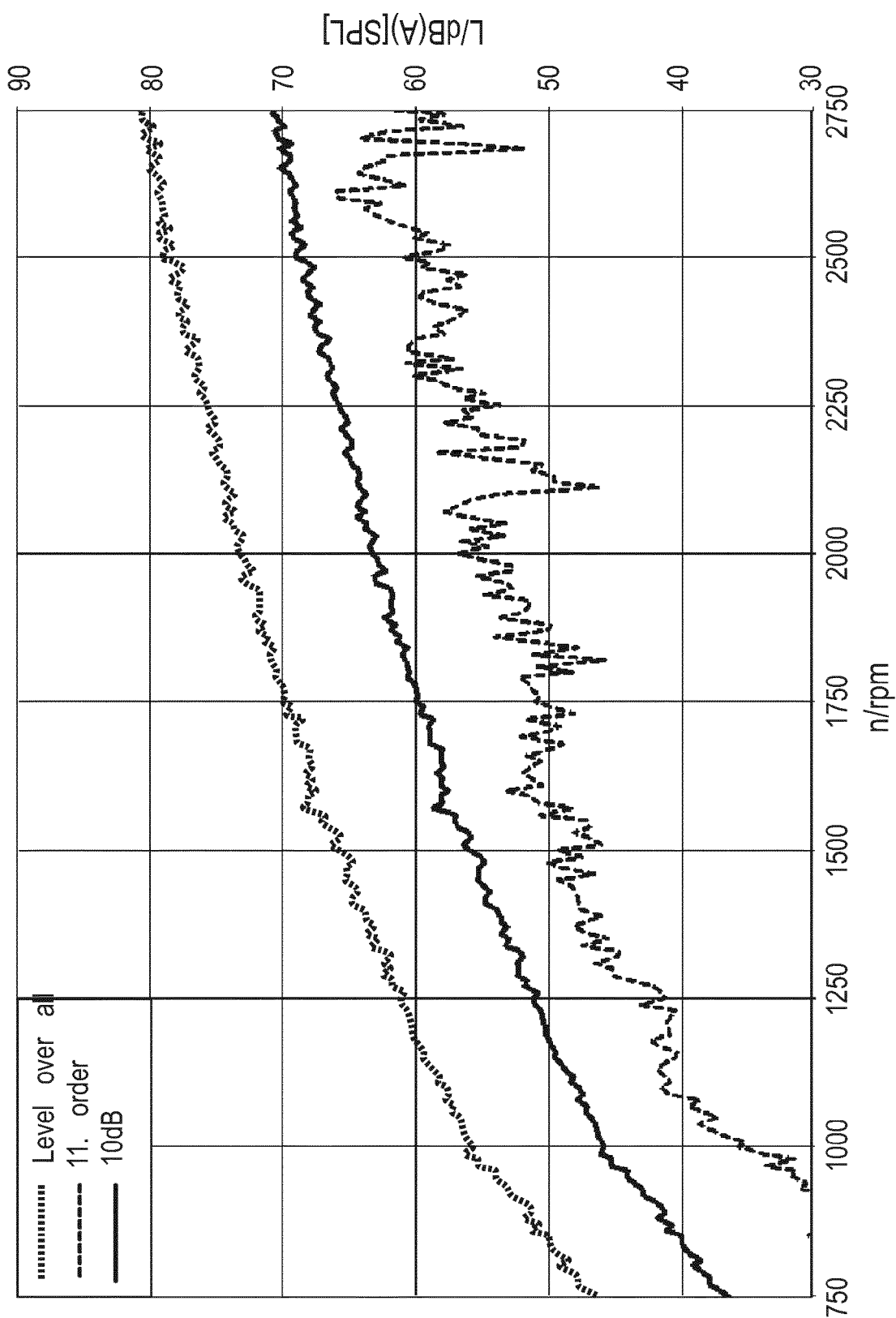


FIG. 9b

Kühlerlüftermodul mit Streben gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 20 4663

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 42 22 264 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 13. Januar 1994 (1994-01-13) * Abbildungen 1-2 *	1-11	INV. F04D29/54 F01P5/06 F01P5/02 F04D29/38 F04D29/66
X	WO 2005/003569 A1 (HALLA CLIMATE CONTROL CORP [KR]; CHO KYUNGSEOK [KR]; PARK SEYOUNG [KR]) 13. Januar 2005 (2005-01-13) * Abbildungen 3-5 *	1-11	
X	EP 2 336 569 A1 (YEN SUN TECHNOLOGY CORP [TW]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) * Abbildungen 2-7 *	1-11	
A	EP 2 886 384 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 24. Juni 2015 (2015-06-24) * Abbildung 3 *	1-11	
A	GB 2 344 619 A (GATE SPA [IT]) 14. Juni 2000 (2000-06-14) * Abbildung 4 *	1-11	
A	DE 10 2005 019421 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 17. November 2005 (2005-11-17) * Absatz [0025] * * Abbildungen 1-7 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2019	Prüfer Schwaller, Vincent
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 20 4663

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-02-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4222264 A1	13-01-1994	KEINE	
WO 2005003569 A1	13-01-2005	CN 1813135 A KR 20050005086 A US 2006147304 A1 WO 2005003569 A1	02-08-2006 13-01-2005 06-07-2006 13-01-2005
EP 2336569 A1	22-06-2011	EP 2336569 A1 TW 201122231 A US 2011150639 A1	22-06-2011 01-07-2011 23-06-2011
EP 2886384 A1	24-06-2015	CN 104763649 A EP 2886384 A1 FR 3015379 A1 US 2015176605 A1	08-07-2015 24-06-2015 26-06-2015 25-06-2015
GB 2344619 A	14-06-2000	DE 19948074 A1 FR 2784423 A1 GB 2344619 A IT T0980849 A1	27-04-2000 14-04-2000 14-06-2000 10-04-2000
DE 102005019421 A1	17-11-2005	KEINE	

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 102012112211 A1 [0009]