



(11) **EP 2 055 963 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(51) Int Cl.:
F04D 29/34^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08166172.0**

(22) Anmeldetag: **09.10.2008**

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

(72) Erfinder:
• **Walter, Hartmut**
10961 Berlin (DE)
• **Bethge, Andreas**
13587 Berlin (DE)
• **Rauch, Hartmut**
12203 Berlin (DE)
• **Schmidt, Jochen**
12459 Berlin (DE)
• **Schubert, Gunnar**
10439 Berlin (DE)

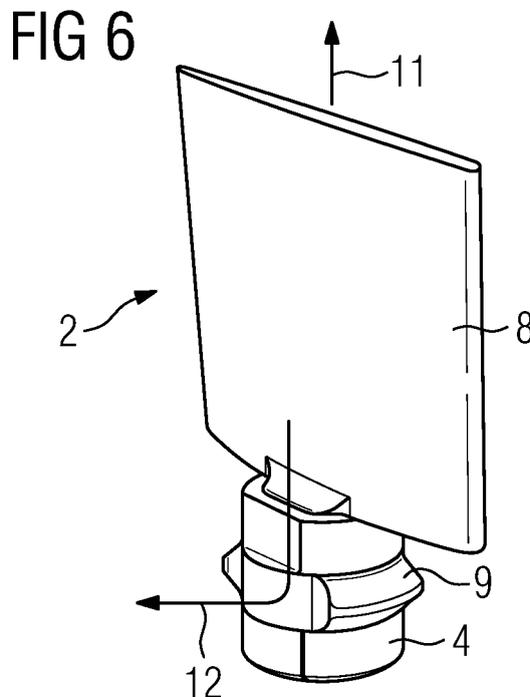
(30) Priorität: **02.11.2007 DE 102007052450**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Lüfter mit Lüfterflügel**

(57) Lüfter (1), der einzelne an einer Welle (3) oder einem Nabenteil (5) befestigbare Lüfterflügel (2) aufweist, wobei der Lüfter (1) insbesondere für den Einsatz in Turbomaschinen mit Drehzahlen ab 3600 Umdrehun-

gen pro Minute einsetzbar ist, wobei die einzelnen Lüfterflügel (2) in Form einer Bajonettverbindung (20) mit Verdrehicherung an der Welle (3) oder dem Nabenteil (5) angeordnet sind.



EP 2 055 963 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lüfter mit an einer Nabe befestigbaren Lüfterflügeln.

[0002] Lüfterflügel, insbesondere an rotierenden Turbomaschinen, sind einer extremen Fliehkraftbelastung im Betrieb ausgesetzt. Die zum Einsatz kommenden Lüfterflügel sollen dabei winkelverstellbar sein, um den Luftdurchsatz verändern zu können.

[0003] Die bisherigen Lüfter weisen Lüfterflügel auf, die mit einem Gewindefuß in die Welle eingeschraubt sind, was den Nachteil aufweist, dass sich bei einer Winkelverstellung der Lüfterflügel der Lüfteraußendurchmesser ändert. Dies erfordert aufwendige Nacharbeitung und aufwändiges Nachwuchten des Lüfters. Außerdem ist dabei nachteilig, dass die Lüfterflügel an sonst fertigen Rotor nur noch äußerst aufwändig montiert und demontiert werden können.

[0004] Bei einer Montage der Lüfterflügel durch Gewinde an der Nabe des Lüfters muss nämlich der Abstand zu den benachbarten Lüfterflügeln zumindest der Hälfte einer Lüfterflügelbreite entsprechen, damit bei einer Demontage eines Lüfterflügels dieser aus seiner Gewindebohrung ausgedreht werden kann. D.h., der Abstand der einzelnen Lüfterflügel ist durch diese Art dieser Befestigung in der Lüfternabe eindeutig vorgegeben.

[0005] Des Weiteren kann erfindungsgemäß die Fliehkraftbeanspruchung der Lüfterflügel auch durch geeignete, insbesondere hochfeste Materialien kompensiert werden. Um die statische Aufladung zu vermeiden sind dabei die Lüfterflügel mit leitfähigem Überzug z.B. Lack versehen. Dieser Überzug löst sich im Betrieb aufgrund Alterung oder mechanischer Beanspruchung.

[0006] Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Lüfter mit einzelnen Lüfterflügeln zu schaffen, der zum einen den enormen Fliehkraftbeanspruchungen im Betrieb gewachsen ist, insbesondere bei Turbomaschinen mit Drehzahlen größer 3600 Umdrehungen pro Minute, in einfacher Art und Weise zu montieren bzw. zu demontieren ist, als auch eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit aufweist um die statische Aufladung im Betrieb abzuleiten.

[0007] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch einen Lüfter, der einzelne an einer Welle oder einem Nabenteil befestigbare Lüfterflügel aufweist, wobei der Lüfter insbesondere für den Einsatz in Turbomaschinen mit Drehzahlen ab 3600 Umdrehungen pro Minute einsetzbar ist, wobei die einzelnen Lüfterflügel in Form einer Bajonettverbindung mit Verdrehsicherung an der Welle oder dem Nabenteil angeordnet sind.

[0008] Durch die Befestigung der Lüfterflügel in Form einer Bajonettbefestigung mit Verdrehsicherung werden sowohl die Fliehkkräfte im Betrieb der Turbomaschine, als auch die vorgebbaren Winkelverstellungen der Lüfterflügel beherrscht. Die Lüfterflügel sind aufgrund der Bajonettbefestigung an dem Nabenteil des Rotors der Turbomaschine leicht montier- und demontierbar. Es ist somit auch bei vergleichsweise enger Stellung der Lüfter-

flügel auf dem Nabenteil oder der Welle ein Austausch eines Lüfterflügels gewährleistet.

[0009] Des Weiteren wird durch eine Winkelverstellung der Lüfterflügel der Lüfteraußendurchmesser nicht verändert, d.h. der Außenumfang des gesamten Lüfters ändert sich durch eine Winkelverstellung der Lüfterflügel nicht.

[0010] Die Verdrehsicherung eines Lüfterflügels stellt sich durch verschiedene verrastende Winkelstellungen des Bajonettverschlusses ein, die durch korrespondierende Elemente von Lüfterfuß und Ausnehmung der Nabe oder eines Einsetzelement in der Nabe gewährleistet wird. Dabei drückt insbesondere im Stillstand eine Tellerfeder den Lüfterfuß gegen die verrastenden Elemente, so dass keine unwillkürliche Verstellung, insbesondere des Winkels erfolgen kann.

[0011] In einer anderen Ausführungsform ist die Vermeidung einer Verdrehung eines Lüfterflügels durch eine Sicherungsschraube oder Fixierschraube gewährleistet.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Befestigung der Lüfterflügel an dem Nabenteil des Lüfters ist eine bisher nie erreichte enge Flügelstellung möglich. Dies ist insbesondere bei kleinen Wellendurchmessern von sehr hoch drehenden Turbomaschinen äußerst vorteilhaft. Damit lassen sich sehr hohe Volumenströme erzeugen, so dass eine äußerst effiziente Kühlung der Turbomaschine vorliegt.

[0013] Bei sehr hohen Drehzahlen stellt sich jedoch das Problem der statischen Aufladung und gleichzeitig der Beherrschung der Fliehkkräfte.

[0014] Die Lüfterflügel des Lüfters weisen deshalb einen Materialverbund zwischen einem leitfähigen und hochfesten Material auf. Damit lassen sich die statischen Aufladungen über den Fußteil und den Bajonettverbindung direkt oder über das Nabenteil, auf die Welle ableiten

[0015] Vorteilhafterweise weist der Materialverbund ein Materialgeflecht oder eine chemische Verbindung auf.

[0016] Als besonders wirkungsvoll hat sich ein Materialgeflecht erwiesen, das zumindest Kohlefasern und Kevlarfasern enthält.

[0017] Um eine glatte Oberfläche zu erhalten befindet sich das Geflecht des Lüfterflügels in einer Harzmatrix mit leitfähigem Material, insbesondere mit leitfähige Nanopartikeln oder Ruß.

[0018] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Figuren zu entnehmen. Darin zeigen:

- FIG 1 prinzipielle Darstellung eines Rotorabschnitts einer eigenbelüfteten Turbomaschine,
- FIG 2 bis 5 verschiedene Darstellungen einer Vorrichtung zur Befestigung eines Lüfterflügels an einem Rotor einer eigenbelüfteten Turbomaschine,
- FIG 6 bis 9 verschiedene Ansichten einer Lüfterflü-

gels.

[0019] FIG 1 zeigt in prinzipieller Darstellung einen Rotor einer nicht näher dargestellten Turbomaschine mit ihrem auf einer Stirnseite angeordneten Lüfter 1. Der Lüfter 1 weist mehrere in Umfangsrichtung angeordnete Lüfterflügel 2 auf, die an einem Nabenteil 5 des Rotors angeordnet sind. Das Nabenteil 5 ist mit der Welle 3 der Turbomaschine direkt verbunden. Gemäß FIG 1 ist die eigenbelüftete Turbomaschine mit Lüfterflügeln 2 versehen, die alternativ einzeln an der Welle 3 positioniert sind. Jeder einzelne Lüfterflügel 2 der eigenbelüfteten Turbomaschine ist über eine erfindungsgemäße Bajonettverbindung 20 an der Welle 3 bzw. dem Rotor oder am Nabenteil 5 positioniert.

[0020] Die Ausnehmungen zur Aufnahme der Lüfterflügel 2, genauer der jeweiligen Fußteile 4 der Lüfterflügel 2, sind direkt in der Welle 3 oder auf einem separaten Nabenteil 5, das wiederum auf der Welle 3 platziert ist.

[0021] Als Bajonettverschluss oder Bajonettverbindung 20 bezeichnet man grundsätzlich eine Vorrichtung zum vergleichsweise leicht lösbaren Verbinden zweier Teile in der Richtung ihrer Längsachse. Der eine Teil, welcher über den anderen geschoben wird, besitzt einen Längsschlitz, an dessen Ende sich rechtwinklig ein kurzer Querschlitz ansetzt. Der andere Teil besitzt dagegen ein Gegenelement, z.B. eine bzgl. des Umfangs abschnittsweise Erhebung, das über den Längsschlitz in den Querschlitz eingeführt wird, und damit eine feste Verbindung bewirkt.

[0022] Die Verbindung der beiden Teile Welle 3 oder Nabenteil 5 mit den Lüfterflügeln 2 erfolgt also über eine Steck-Dreh-Bewegung. Die Gegenelemente am Lüfterfuß oder Fußteil 4, also z.B. die Erhebung, auch als Wulst 9 bezeichnet, laufen jedoch nicht rund um den Fußteil 4, sondern sind unterbrochen; sonst wäre ein Ineinandestecken des Wulstes 9 in den Querschlitz 14 nicht möglich. Die Erhebungen 9 am Fußteil 4 können tellerförmig oder konusförmig ausgeführt sein.

[0023] Um eine positionsstabile Lage des Lüfterflügels 2 an der Welle 3 oder am Nabenteil 5 zu erhalten sind mehrere Varianten möglich.

[0024] Wenn die Erhebungen bzw. Wülste 9 leicht schräg in der Ebene senkrecht zur Steckrichtung liegen, werden durch eine Drehbewegung beide Teile gegeneinander gepresst. Der Bajonettverschluss arbeitet also in diesem Fall wie ein abschnittsweises Gewinde.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wie beispielsweise in FIG 2, 3, 5 dargestellt, ist als Verdrehesicherung dieser Steck-Dreh-Verbindung zusätzlich eine Raste oder eine Sicherungsschraube 7 bzw. Fixierschraube vorgesehen, die in die Welle 3 oder dem Nabenteil 5 geschraubt ist. Die Raste ist beispielsweise durch eine gezackte Oberfläche im Bereich des Querschlitzes 14 der Drehverbindung realisiert.

[0026] Zusätzlich zu den oben beschriebenen Ausführungsformen ist eine Tellerfeder 13 in der Ausnehmung vorgesehen, in die der Fußteil 4 eingesetzt und verdreht

wird, so dass der Wulst 9 in dem Querschlitz positioniert ist. Die Tellerfeder 13 drückt dabei nun radial gegen den Lüfterfuß und bewirkt somit eine exakte Positionierung. Insbesondere in Verbindung mit der gezackten Oberfläche des horizontal verlaufenden Querschlitzes ergibt sich eine ausreichende Verdrehesicherung, deren Wirkung sich bei hohen Drehzahlen der Turbomaschine aufgrund der Fliehkraft 11 noch verstärkt.

[0027] Das Nabenteil 5 ist mit der Welle 3 der Turbomaschine direkt verbunden, so dass eine eigenbelüftete Turbomaschine vorliegt. Um einen ausreichenden Luftdurchsatz durch die Turbomaschine zu erhalten, werden die Lüfterflügel 2 auf der Welle bzw. dem Nabenteil 5 vergleichsweise eng gestaffelt. Da aber eine Montage von engstehenden Lüftern mit herkömmlichen Gewindeverbindungen nicht möglich ist, wird die erfindungsgemäße Bajonettverbindung angewendet. Dabei wird der Lüfterflügel 2 durch eine Steck-Dreh-Bewegung, wie sie oben bereits näher erläutert ist, in einem geeigneten Fußteil der Nabe des Lüfters 1 oder der Welle angeordnet und positioniert. Mittels einer Raste oder Sicherungsschraube 7 wird der Lüfterflügel 2 in seiner Winkelposition exakt positioniert, so dass durch die Positionierung sämtlicher Lüfterflügel ein vorbestimmbarer axialer Luftdurchsatz durch die Turbomaschine gewährleistet wird.

[0028] Vorteilhaft ist außerdem, dass sich durch eine Winkelverstellung der Lüfterflügel 2 der Lüfteraußendurchmesser nicht ändert. Aufwendige Nacharbeiten und damit verbundenes Nachwuchten des Rotors aufgrund des Verstellens der Lüfterflügel 2 sind somit nicht mehr notwendig. Dies ist umso wichtiger, je höher die Drehzahlen der Turbomaschinen sind.

[0029] In dem typischen Drehzahlenbereich der Turbomaschinen von 3600 bis 20000 Umdrehungen pro Minute wirkt sich mangelndes Auswuchten äußerst nachteilig auf das Fliehkraftverhalten und die Lebensdauer der Lager aus.

[0030] Bei diesen Drehzahlen laden sich erfahrungsgemäß Lüfterflügel 2 elektrostatisch auf. Um diese Ladungen abzuführen, sind leitfähige Überzüge nicht mehr ausreichend, da sich u.a. aufgrund der starken Fliehkkräfte 11 der Überzug von den Lüfterflügeln ablöst oder abplatzt.

[0031] Dadurch dass die Lüfterflügel 2 des Lüfters 1 einen Materialverbund zwischen einem leitfähigen und hochfesten Material bilden, werden solche Ablösungserscheinungen vermieden.

[0032] Der Materialverbund nach FIG 8 stellt ein Materialgeflecht zumindest Kohlefasern und Kevlarfasern dar. Das Materialgeflecht weist Kohlefasern 16 wegen der elektrischen Leitfähigkeit und Kevlarfasern 15 wegen der Festigkeit auf. Diese Fasern 15, 16 bilden damit nicht nur die Lüfterschaukel 8 sondern den gesamten Lüfterflügel 2, so dass die Fasern 15, 16 bei Herstellung des Lüfterflügels 2 bereits in den Fußteil 4 eingezogen werden. Damit ist jederzeit eine elektrische Spannungsableitung 12 gewährleistet.

[0033] Vorteilhafterweise ist das Geflecht des Lüfter-

flügels 2 in einer Harzmatrix 18 mit leitfähigem Material, insbesondere leitfähige Nanopartikel 17 oder Ruß angeordnet.

[0034] Damit ergibt sich eine mechanisch hochtragfähige Materialkombination des Lüfterflügels 2, die leitfähig ist. 5

Patentansprüche

- 10
1. Lüfter (1), der einzelne an einer Welle (3) oder einem Nabenteil (5) befestigbare Lüfterflügel (2) aufweist, wobei der Lüfter (1) insbesondere für den Einsatz in Turbomaschinen mit Drehzahlen ab 3600 Umdrehungen pro Minute einsetzbar ist, wobei die einzelnen Lüfterflügel (2) in Form einer Bajonettverbindung (20) mit Verdrehsicherung an der Welle (3) oder dem Nabenteil (5) angeordnet sind. 15
 2. Lüfter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterflügel (2) winkelverstellbar sind, ohne den Außendurchmesser des Lüfters (1) zu verändern. 20
 3. Lüfter (1) nach Anspruch 1 oder 2, , **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung der Lüfterflügel (2) als Rasten und/oder Fixierschrauben (7) ausgeführt ist. 25
 4. Lüfter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, , **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüfterflügel (2) des Lüfters (1) einen Materialverbund zwischen einem leitfähigen und hochfesten Material bilden. 30
 5. Lüfter (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Materialverbund ein Materialgeflecht oder eine chemische Verbindung darstellt. 35
 6. Lüfter (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Materialgeflecht zumindest Kohlefasern (16) und Kevlarfasern (15) enthält. 40
 7. Lüfter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Geflecht des Lüfterflügels sich in einer Harzmatrix (18) mit leitfähigem Material, insbesondere leitfähige Nanopartikel (19) oder Ruß befindet. 45
 8. Anwendung eines Lüfters (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei eigenbelüfteten Turbomaschinen. 50

55

FIG 1

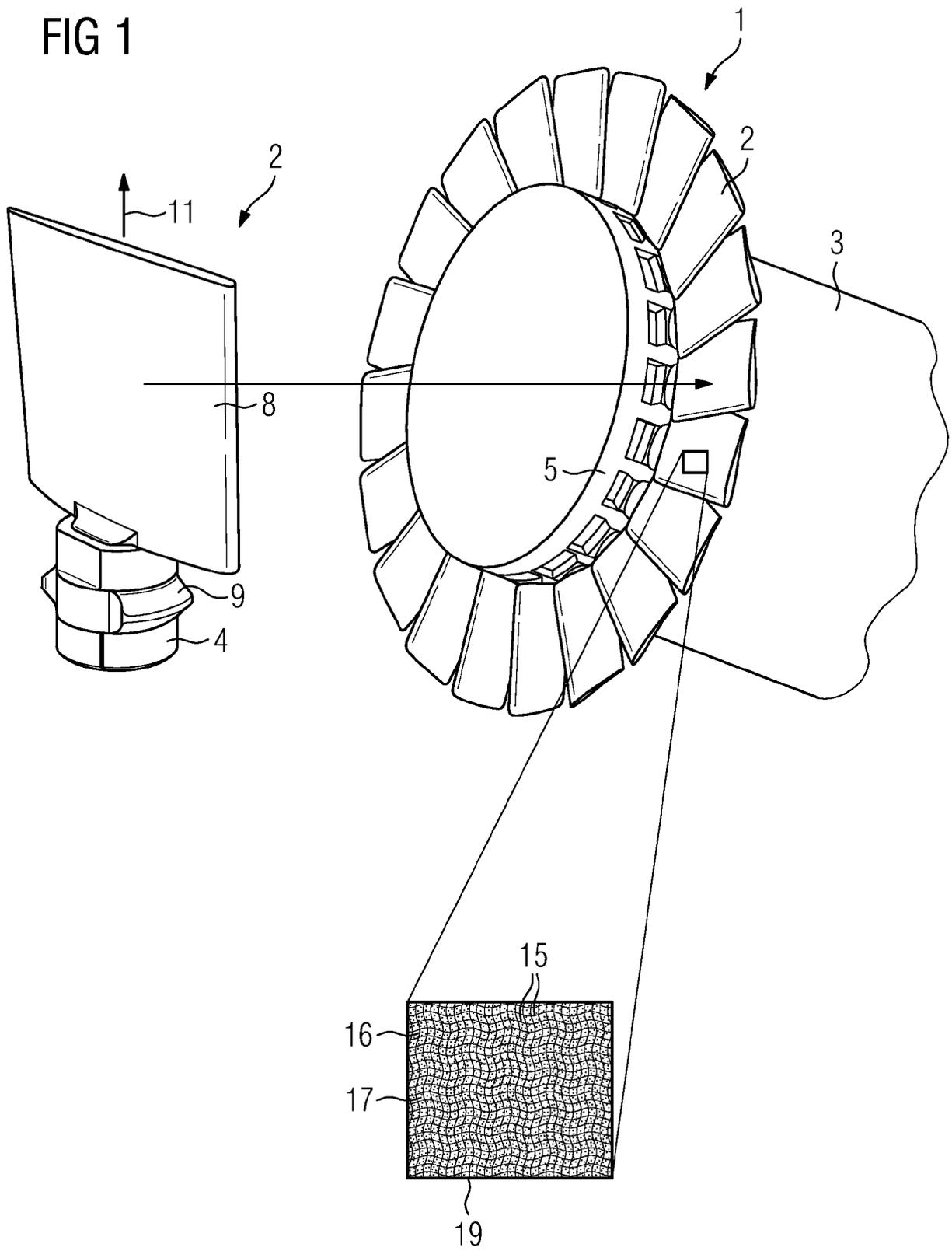


FIG 2

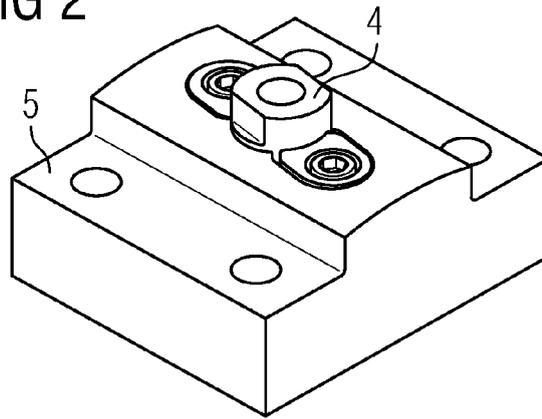


FIG 3

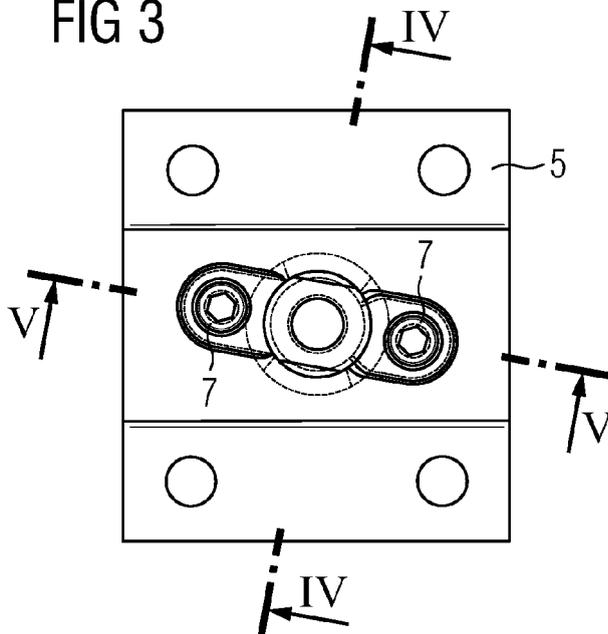


FIG 4

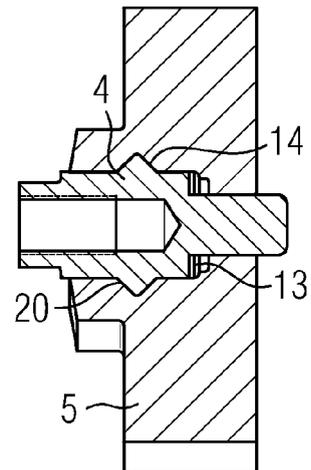


FIG 5

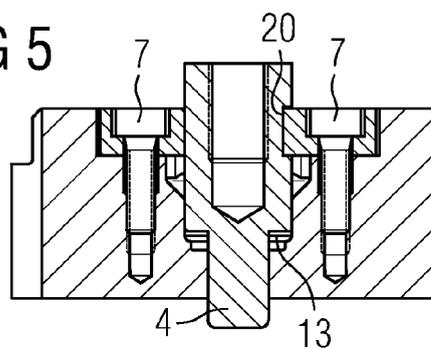


FIG 6

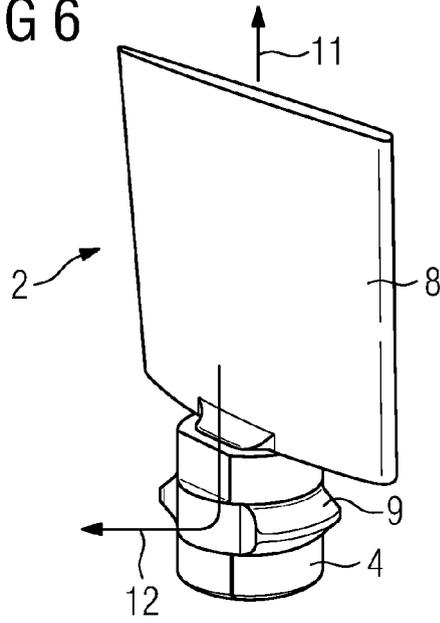


FIG 7

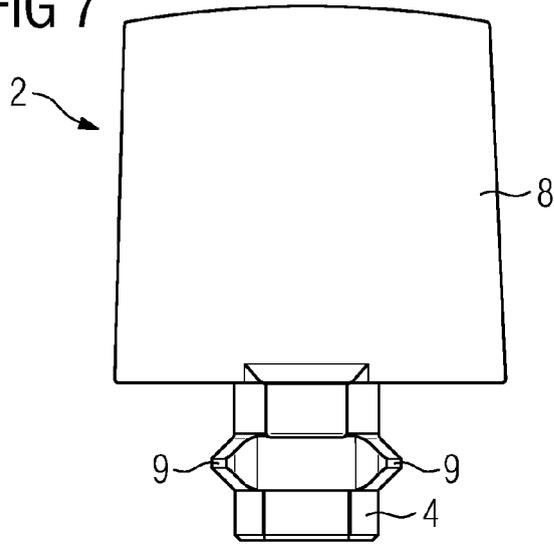


FIG 8

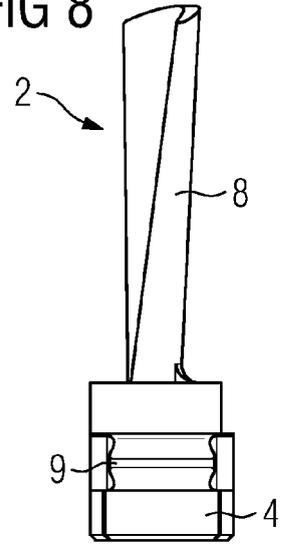


FIG 9

