

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 571 346 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

(51) Int Cl.7: **F04D 29/38**

(21) Anmeldenummer: **05004501.2**

(22) Anmeldetag: **02.03.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Bronowski, Helmut, Dipl.-Ing.**
89522 Heidenheim (DE)

(74) Vertreter: **Weitzel, Wolfgang**
Dr. Weitzel & Partner
Patentanwälte
Friedenstrasse 10
89522 Heidenheim (DE)

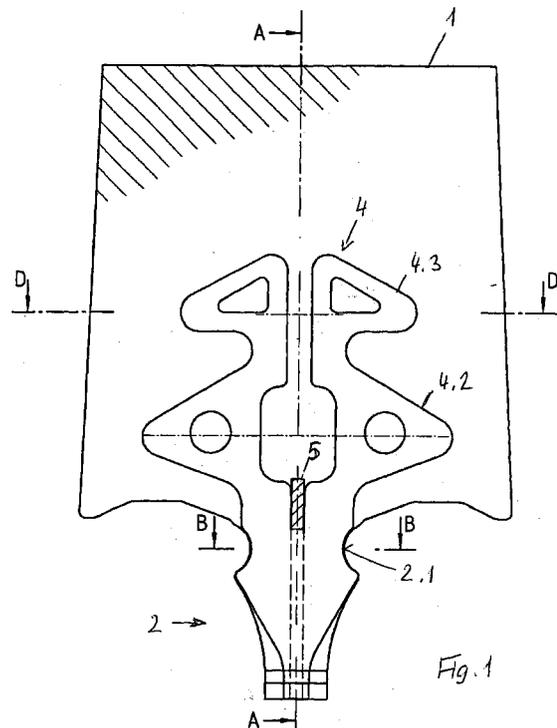
(30) Priorität: **03.03.2004 DE 102004010397**

(71) Anmelder: **Howden Ventilatoren GmbH**
89518 Heidenheim (DE)

(54) **Schaufel für das Laufrad eines Ventilators**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaufel für das Laufrad eines Axialventilators zum Fördern eines Gases;

- mit einem Schaufelblatt (1) und einem Schaufelfuß (2);
- mit wenigstens einem inneren Tragteil (4,5) aus einem Material hoher Festigkeit und einem das innere Tragteil (4,5) umhüllende Außenteil (3), das die Außenfläche der Schaufel bildet und aus einem Material besteht, das eine geringere Festigkeit als das Material des Tragteils aufweist;
- das Tragteil (4,5) ist vom Material des Außenteils durch Gießen umschlossen;
- das Tragteil erstreckt sich wenigstens über einen wesentlichen Teil des Schaufelfußes (2) und
- das Tragteil umfasst zwei plattenförmige Einzelteile (4,5);
- die Einzelteile (4,5) sind in einem Schnitt quer zur Schaufellängsachse (A-A) gesehen senkrecht zueinander angeordnet.



EP 1 571 346 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Axial-Ventilatoren oder Axial-Lüfter. Solche Ventilatoren werden beispielsweise in Straßentunneln eingesetzt. Ein solcher Axialventilator besteht in der Regel aus einem Rotor und einem Gehäuse mit einem Nachleitapparat. Der Rotor weist eine Anzahl von Schaufeln auf. Jede Schaufel besteht aus einem Schaufelblatt und einem Schaufelfuß.

[0002] Die Schaufel hat erhebliche Kräfte zu übertragen, die einmal durch die Förderarbeit des Laufrades bestimmt werden, jedoch überwiegend durch die Fliehkraft der rotierenden Massen. Die Schaufel kann aus verschiedenen Materialien bestehen und auf verschiedene Weise hergestellt werden. Im vorliegenden Falle geht es um gegossene Schaufeln.

[0003] Beim Betrieb von Axialventilatoren kann es zu extremen Betriebsbedingungen kommen, die von solchen Ventilatoren ohne Ausfall der Funktion beherrscht werden müssen. Ein besonderer Extremfall liegt zum Beispiel dann vor, wenn es in einem extern belüfteten Tunnel zu einem Brand kommt. Gemäß amtlicher Sicherheitsvorschriften muss ein Ventilator bei extrem hohen Temperaturen von beispielsweise 400 Grad über eine längere Zeitspanne hinweg noch voll betriebsfähig bleiben. Bei Gussschaufeln aus Aluminiumlegierungen ist dies jedoch für derartige Temperaturen ab einer bestimmten Beanspruchung nicht mehr gewährleistet.

[0004] Der Erfinder hat erkannt, dass sich die Schaufel bei bestimmten Temperaturen längt und dadurch mit ihrem freien Ende an der Gehäuse-Innenwand schleift, so dass die genannten Vorschriften nicht mehr erfüllt werden.

[0005] DE 42 34 292 A1 offenbart einen Axiallüfter mit Kunststoffschaufeln, welche durch Spritzgießen mit einem Ringflansch aus Metall verbunden sind. Solche Axiallüfter sind aufgrund der gewählten Materialien nicht ausreichend hitzebeständig zum Einsatz beispielsweise in Straßentunneln.

[0006] DD 2003 062 offenbart Laufschaufeln aus Polyurethanschaum für Luftkühler von Chemieanlagen. Um ein minimales Eigengewicht sowie hohe Festigkeit bei geringen Kosten zu erreichen, wird die Laufschaufel ohne zentrischen Kern gefertigt, und ein zugtragendes Element, speziell Streckmetall, mit dreidimensionalen Leitelementen bildet den Schaufelfuß. Die Merkmale, welche aus diesem Dokument bekannt sind, sind im Oberbegriff von Anspruch 1 zusammengefasst.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaufel der eingangs beschriebenen Art für Axialventilatoren derart zu gestalten, dass sie auch bei extremen Temperaturbedingungen über eine längere Zeitspanne hinweg noch ihre Formstabilität beibehält, so dass die amtlichen Vorschriften eingehalten werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

[0009] Die Lösung erfüllt nicht nur die gestellte Auf-

gabe in vollkommener Weise. Sie ist auch leicht zu verwirklichen, und der Aufwand hält sich in Grenzen.

[0010] Die Erfindung ist anhand der Zeichnungen, in welchen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, beispielhaft erläutert. In den Zeichnungen ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 zeigt eine Schaufel in Draufsicht (mit den sichtbar gemachten eingegossene Tragteilen).

Figur 2 zeigt einen Schnitt A - A der Schaufel.

Figur 3 zeigt einen Schnitt B - B der Schaufel.

Figur 4 zeigt einen Schnitt D - D der Schaufel.

Figur 5 zeigt ein erstes Teil eines Tragteiles.

Figur 6 zeigt das erste Tragteil in einer Seitenansicht.

Figur 7 zeigt das zweite Teil des Tragteiles.

Figur 8 zeigt das zweite Tragteil in einer Seitenansicht.

Figur 9 eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des ersten und des zweiten Tragteils für eine Schnappverschluss-Verbindung der beiden Teile.

[0011] Die in Figur 1 dargestellte Schaufel ist Bestandteil eines hier nicht gezeigten Rotors eines Axialventilators. Die Schaufel umfasst ein Schaufelblatt 1 sowie einen Schaufelfuß 2.

[0012] Wie man genauer aus den Figuren 2, 3 und 4 erkennt, ist die Schaufel aus einem inneren Tragteil und einem Außenteil 3 aufgebaut. Das Tragteil seinerseits besteht aus einem ersten Einzelteil 4 und einem zweiten Einzelteil 5. Dabei sind diese beiden Einzelteile 4, 5 vom Material des Außenteiles durch Gießen umschlossen. Man könnte auch sagen, dass das Tragteil in das umhüllende Außenteil 3 eingebettet ist. Das Außenteil 3 kann dabei auf das Tragteil aufgegossen sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, das Tragteil in das Außenteil einzugießen, je nachdem, welches der beiden Teile zuerst gefertigt wird.

[0013] Die beiden Einzelteile 4 und 5 sind aus Platten herausgearbeitet, beispielsweise durch Stanzen oder durch Schneiden im Laserverfahren, oder als Gussteile hergestellt. Die Einzelteile 4 und 5 bestehen aus einem sehr zähen und hochfesten Werkstoff.

[0014] Der umhüllende Außenteil 3 hingegen besteht aus Aluminium oder einer vergleichbaren Leichtmetall Legierung. Die Festigkeit des Außenteils 3 ist somit geringer als die des Tragteils.

[0015] Am Schaufelfuß 2 erkennt man eine umlaufen-

de Hohlkehle 2.1. Die Schaufel wird bei der Montage zwischen zwei Nabenkörpern unter Pressung eingespannt. Die Nabenkörper weisen entsprechende Wulste auf, die ein zur Hohlkehle 2.1 kongruentes Profil haben (hier nicht gezeigt).

[0016] Die beiden Einzelteile 4 und 5 sind nach ihrer gegenseitigen Montage unter einem rechten Winkel zueinander angeordnet. Die Verbindung zwischen den beiden Einzelteilen 4 und 5 ist eine Steck- oder Schweißverbindung. Selbstverständlich ist es alternativ möglich, die beiden plattenförmigen Einzelteile 4 und 5 durch Gießen in eine integrale Form herzustellen.

[0017] Die prinzipielle Geometrie der Einzelteile 4 und 5 ergibt sich aus den Figuren 5 bis 8. Wie man sieht, sind die beiden Einzelteile 4 und 5 jeweils mit einem Schlitz versehen. In Figur 5 erkennt man Schlitz 4.1 des ersten Einzelteiles 4, und in Figur 7 Schlitz 5.1 von Einzelteil 5. Zum Zusammenstecken werden die beiden Einzelteile derart angeordnet, dass sie - in Blickrichtung der hier nicht gezeigten Schaufelachse gesehen - unter einem rechten Winkel zueinander stehen. Sie werden dann in Richtung der Längsachse der Schaufel ineinander gesteckt.

[0018] Aus den Figuren 1 und 5 erkennt man, dass das erste Einzelteil 4 eine tannenbaumartige Gestalt hat. Es weist mehrere Ausbuchtungen 4.2 und 4.3 und Bohrungen auf, die natürlich vom Material des Schaufelblattes 1 umhüllt sind und eine innige Verbindung zwischen Tragteil und Außenteil ergeben. Auch weitere Konturen des ersten Einzelteiles sind denkbar, beispielsweise eine Sägezahnkontur, eine Sinuskontur, oder einfach eine Dreiecks-Kontur mit der (gerundeten) Spitze des Dreiecks im oberen Bereich des Schaufelblattes 1, in Figur 1 gesehen.

[0019] Die beiden Einzelteile 4 und 5 des Tragteiles erstrecken sich im allgemeinen über den gesamten hoch beanspruchten Teil des Schaufelfußes 2. Das Teil 4 erstreckt sich aber nicht unbedingt über die gesamte Länge des Schaufelblattes 1. Eine Erstreckung bis zur Hälfte oder bis zu zwei Dritteln hängt von der gegebenen Beanspruchung des jeweiligen Schaufelblattes ab.

Durch die erfindungsgemäße Verbundkonstruktion wird folgendes erzielt:

[0020] Es werden alle an der Schaufel auftretenden Kräfte aus Fliehkraft, Achsschub und Antriebsmoment aufgenommen, und zwar selbst dann, wenn Temperaturen von 300 bis 400 Grad Celsius erreicht werden und wenn die Festigkeit der Aluminiumlegierung hierdurch absinkt. Ein Axialventilator, der beispielsweise zur Tunnelbelüftung verwendet wird, wird somit auch im Brandfall noch eine längere Zeitspanne von bis zu 2 Stunden oder mehr funktionsfähig sein, je nach Temperatur.

[0021] Die genannte Hohlkehle 2.1 des Schaufelfußes 2 wird aus den beiden Einzelteilen 4 und 5 des Tragteiles gebildet. Das ist vorteilhaft, da das Material dieser Einzelteile, wie erwähnt, von hoher Festigkeit sind, so

dass sie die an dieser Stelle auftretenden hohen Beanspruchungen zuverlässig und sicher aufnehmen können.

[0022] Durch die erfindungsgemäße Gestaltung der Schaufel im Bereich des Schaufelfußes 2 wird die günstige aerodynamische Strömungsform der Schaufel nicht beeinträchtigt.

[0023] In der Figur 9 ist eine alternative Ausgestaltung der beiden Einzelteile 4, 5, welche das Tragteil ausbilden, gezeigt. Wie man sieht, weisen die beiden Einzelteile 4, 5 in ihrem unteren Bereich, welcher den Schaufelfuß 2 ausbildet, im Axialschnitt einen tonnenförmigen Bereich auf, der insbesondere zur Befestigung der Einzelteile 4 und 5 im Guss-Kokillenfuß dient und nach dem Gießen entfernt wird. Das Einzelteil 5 weist wiederum einen mittig angeordneten Schlitz 5.1 in Axialrichtung auf, der am unteren bzw. radial inneren Ende zugänglich für das Einzelteil 4 endet. An diesem unteren Ende ist der Schlitz 5.1 durch zwei Vorsprünge 5.2 verengt.

[0024] Das Einzelteil 4 weist dementsprechend an seinem unteren bzw. radial inneren Ende mittig eine Aussparung 4.4 auf, welche in ihrer Größe derart bemessen ist, dass die beiden Vorsprünge 5.2 des Einzelteils 5 in diese Aussparung 4.4 eingreifen können.

[0025] Wenn nun das Einzelteil 5 und das Einzelteil 4 ineinander geschoben werden, so dass das Einzelteil 4 den Schlitz 5.1 ausfüllt und das Einzelteil 5 den vergleichsweise kurzen Schlitz 4.1 im Einzelteil 4 ausfüllt, gelangen die Ansätze 5.1 nach einem anfänglichen Auseinanderdrücken (siehe die Doppelpfeile) des unteren Endes des Schlitzes 5.1 beim Zusammenschieben der beiden Einzelteile 4, 5 in einen Eingriff in die Aussparung 4.4 im Einzelteil 4. Es wird somit ein Schnappverschluss gebildet, durch den die beiden Einzelteile 4, 5 nach dem Zusammenfügen in ihrer Längsachse fest zusammengehalten werden, so dass ein Verrutschen der beiden Teile 4, 5 gegeneinander vermieden wird. Dies ist vorteilhaft, da somit die beiden Einzelteile 4, 5 zusammen montiert in eine Gießform eingelegt werden können und mit dem Außenteil 3 (nicht gezeigt) umgossen werden können, ohne dass die Gefahr des Verrutschens besteht.

[0026] Selbstverständlich ist es auch möglich, nur einen einzigen Vorsprung 5.2 auszuführen bzw. die Aussparung 4.4 nicht durchgängig auszuführen. Beispielsweise können zwei Aussparungen 4.4 auf entgegengesetzt angeordneten Seiten des Einzelteils 4 vorgesehen sein, oder bei dem Vorsehen nur eines einzigen Vorsprungs 5.2 kann eine einzige Aussparung 4.4 auf nur einer Seite des Einzelteils 4 vorgesehen sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Position der Vorsprünge 5.2 und entsprechend der Aussparung 4.4 insbesondere in Axialrichtung zu verändern. Allerdings weist die gezeigte Ausführung mit der Aussparung 4.4 und den Vorsprüngen 5.2 am unteren Ende der Einzelteile 4 und 5 den Vorteil auf, dass nur ein vergleichsweise geringes Aufweiten des Schlitzes 5.1 beim Zusammenstecken der beiden Einzelteile 4 und 5 erforderlich

ist, solange die Vorsprünge 5.2 noch nicht in die Aussparung 4.4 eingeschnappt sind.

Patentansprüche

5

1. Schaufel für das Laufrad eines Axialventilators zum Fördern eines Gases;

1.1 mit einem Schaufelblatt (1) und einem Schaufelfuß (2); 10

1.2 mit wenigstens einem inneren Tragteil aus einem Material hoher Festigkeit und einem das innere Tragteil umhüllende Außenteil (3), das die Außenfläche der Schaufel bildet und aus einem Material besteht, das eine geringere Festigkeit als das Material des Tragteils aufweist; 15

1.3 das Tragteil ist vom Material des Außenteils (3) durch Gießen umschlossen;

1.4 das Tragteil erstreckt sich wenigstens über einen wesentlichen Teil des Schaufelfußes (2); **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale 20

1.5 das Tragteil umfasst zwei plattenförmige Einzelteile (4, 5); 25

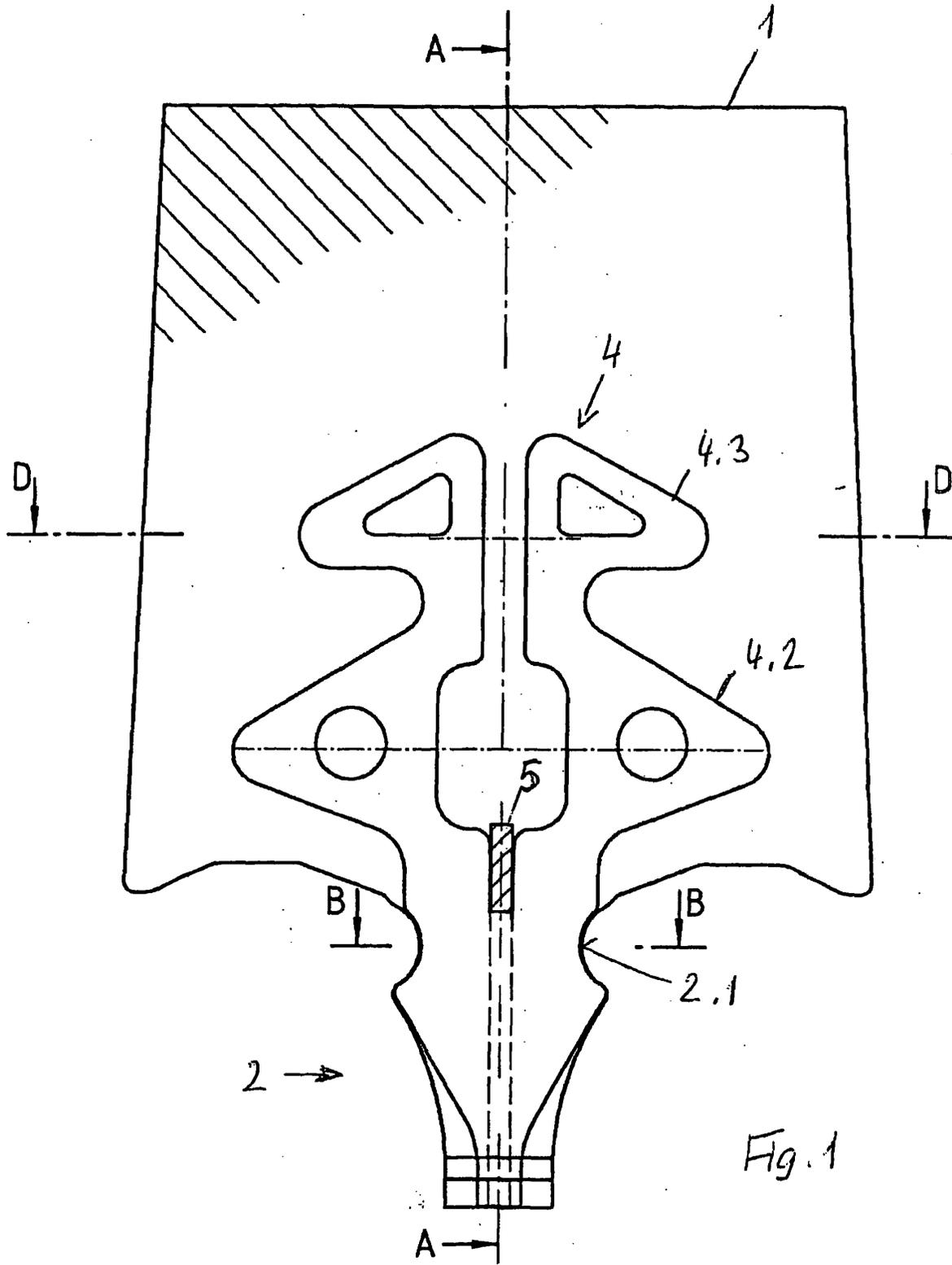
1.6 die Einzelteile (4, 5) sind in einem Schnitt quer zur Schaufellängsachse gesehen senkrecht zueinander angeordnet.

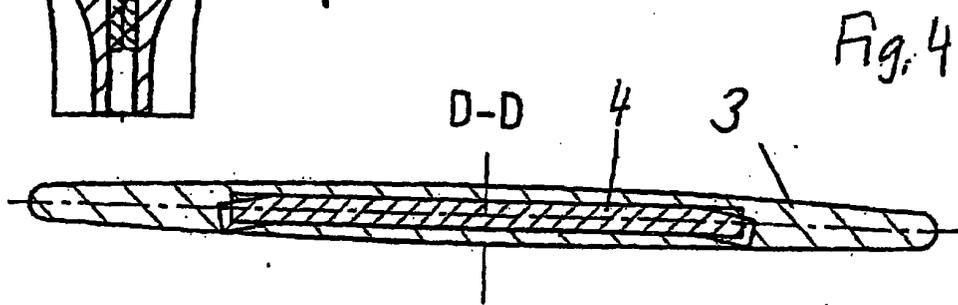
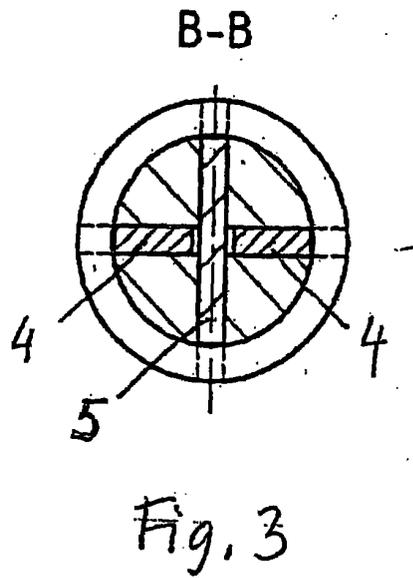
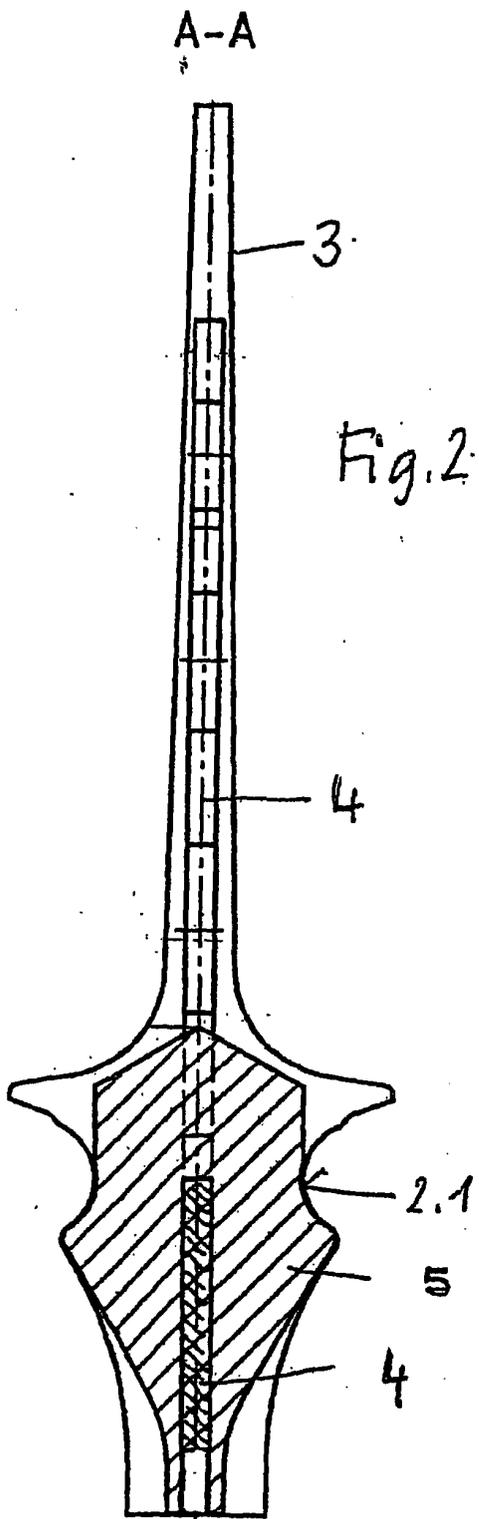
2. Schaufel gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plattenförmigen Einzelteile (4, 5) des Tragteils aus plattenförmigem Material ausgeschnitten, ausgestanzt oder gegossen sind. 30

3. Schaufel gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, das wenigstens ein Einzelteil (4, 5) einen Längsschlitz (4.1, 5.1) aufweist, der in der Längsachse der Schaufel oder parallel hierzu verläuft und derart bemessen ist, dass das andere Einzelteil hierin zur gemeinsamen Übertragung von Schaufelkräften auf die Tragebene einsteckbar ist. 35 40

4. Schaufel gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der das Einzelteil (5) im Bereich des Längsschlitzes (5.1) insbesondere an dessen außen liegenden Ende mit einem oder mehreren Vorsprüngen (5.2) versehen ist, die in den Schlitz (5.1) hineinragen und nach dem Einstecken des anderen Einzelteils (4) in den Längsschlitz (5.1) in wenigstens eine Aussparung (4.4) eingreifen, die in dem anderen Einzelteil (4) insbesondere an dessen axialem Ende vorgesehen ist. 45 50

55





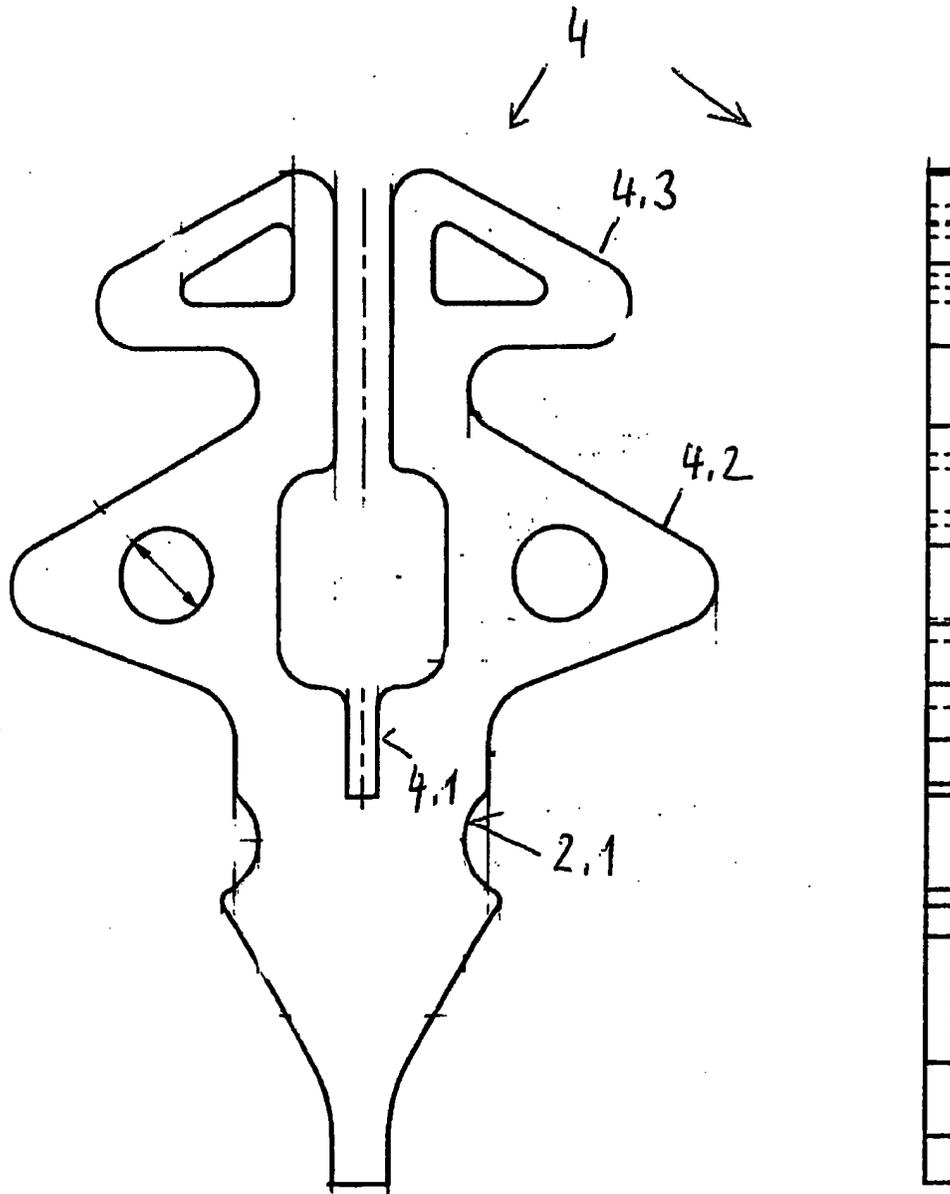


Fig. 5

Fig. 6

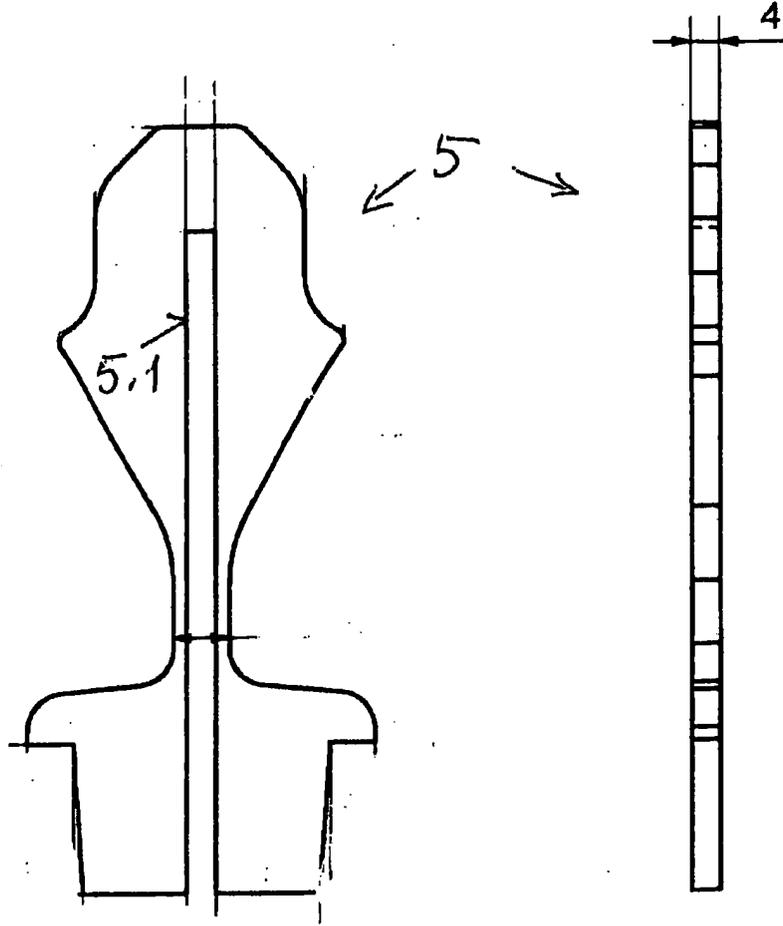


Fig. 7

Fig. 8

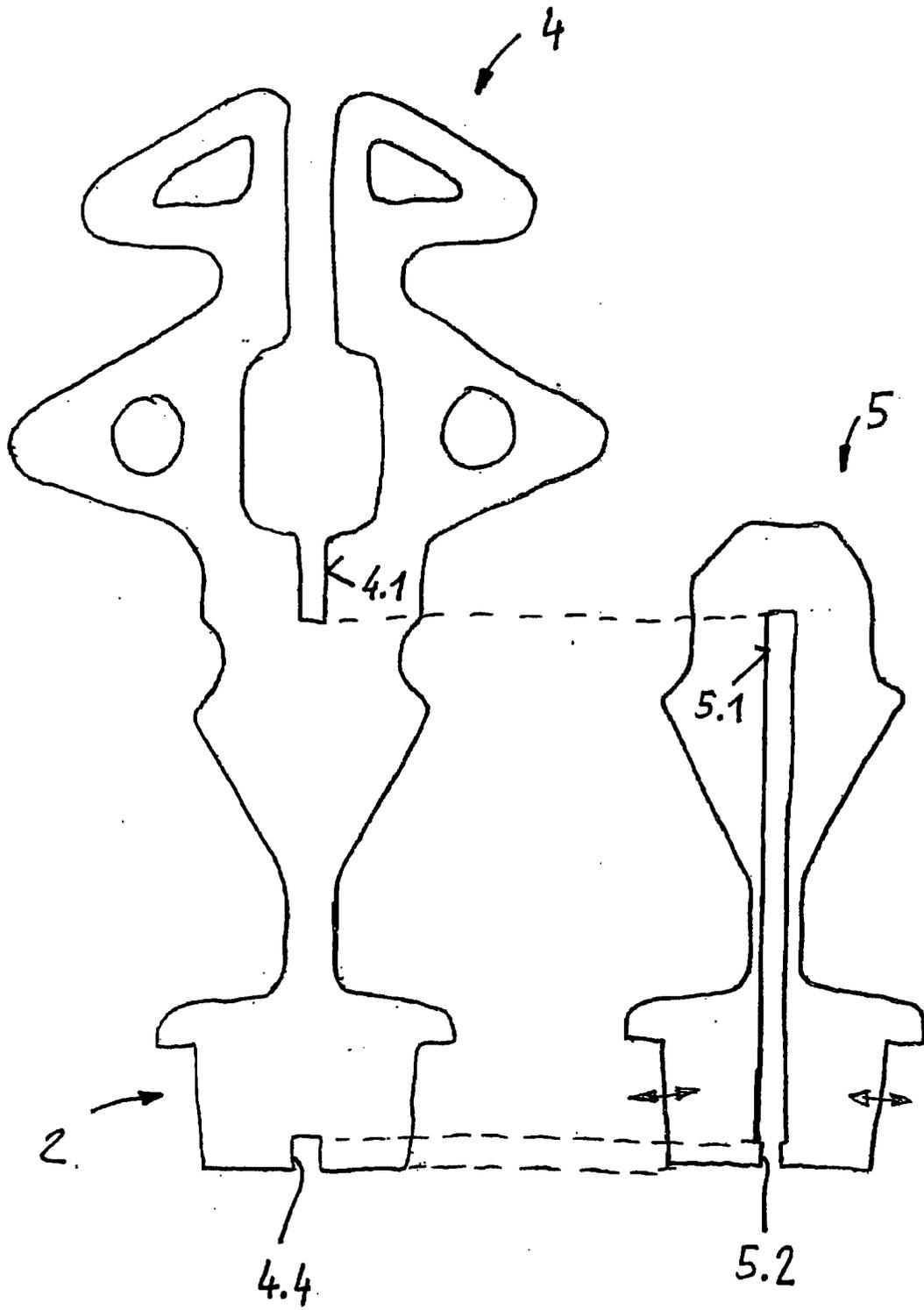


Fig. 9