

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 737 814 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09

(51) Int Cl.7: **F04D 29/02, F04D 29/28**

(21) Anmeldenummer: **96810177.4**

(22) Anmeldetag: **20.03.1996**

(54) **Verdichter**

Compressor

Compresseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **10.04.1995 DE 19513508**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.10.1996 Patentblatt 1996/42

(73) Patentinhaber: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Bodmer, Urs**
5408 Ennetbaden (CH)
• **Hain, Patrick**
5400 Baden (CH)

• **Mallick, Vishal, Dr.**
5413 Birmenstorf (CH)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
ABB Business Services Ltd,
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 115 451 EP-A- 0 348 674
EP-A- 0 593 797 DE-A- 4 139 293
DE-A- 4 321 173 DE-A- 4 409 629
FR-A- 2 631 083 GB-A- 1 341 578
US-A- 3 521 973 US-A- 5 145 320

EP 0 737 814 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verdichter für gasförmige Fluide gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus der Schrift EP 0 593 797 A1 ist ein Verdichter bekannt, der für die Verdichtung eines gasförmigen Mediums vorgesehen ist. Der Verdichter weist ein Verdichterrad auf mit angeformten Laufschaufeln, die auf der Seite, auf der das gasförmige Medium eintritt, mit einer Ummantelung versehen sind. Die Ummantelung ist mit den Enden aller Laufschaufeln verbunden. Die Ummantelung erstreckt sich nicht über die gesamte Länge der Laufschaufeln. In dem Bereich, in dem die Laufschaufeln mechanisch am höchsten belastet sind, ist keine Ummantelung vorgesehen, welche Vibrationen derselben verhindern oder zumindest etwas abdämpfen könnte.

[0003] Aus der Patentschrift CH 675 279 ist ein Verdichterrad für einen Verdichter bekannt, welches aus einem Metall gefertigt ist, wobei dessen Laufschaufeln einstückig an die Nabe des Verdichterrads angeformt sind. Ein derartiges Verdichterrad wird in der Regel aus dem Vollen herausgearbeitet mit Hilfe von aufwendigen spanabhebenden Verfahren. Dieses Verdichterrad weist eine vergleichsweise grosse Masse auf, für deren Antrieb eine vergleichsweise grosse Energie aufgewendet werden muss.

[0004] Ferner sind Verdichter bekannt, die einstückig aus Kunststoff gespritzte Verdichterräder aufweisen. Diese Verdichterräder sind zum Teil mit einer Faserverstärkung versehen, allerdings erlauben die bisher üblichen Herstellungsverfahren nur eine Verstärkung mit sogenannten Kurzfasern. Derartig ausgebildete Verdichterräder können nur für Umfangsgeschwindigkeiten bis maximal 400 m/sec und für Betriebstemperaturen bis maximal 200 °C eingesetzt werden, da die Verstärkung mit Kurzfasern keine höheren Belastungen zulässt.

[0005] Aus dem Dokument DE-A-4 321 173 ist ein Verdichterlaufrad bekannt, das aus einem Kohlenfaser-verstärktem Kunststoff hergestellt ist.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die Erfindung, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, einen Verdichter zu schaffen, welcher ein aus einem Kunststoff gefertigtes Verdichterrad aufweist und welcher trotzdem für vergleichsweise hohe Betriebstemperaturen geeignet ist.

[0007] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind darin zu sehen, dass die Betriebstemperatur und

die Drehzahl des Verdichters und damit sein Wirkungsgrad gegenüber Verdichtern, die mit konventionellen Verdichterrädern aus Kunststoff ausgerüstet sind, wesentlich erhöht ist. Es sind nun Betriebstemperaturen bis etwa 280 °C möglich und Umfangsgeschwindigkeiten von 660 m/sec.

[0008] Das Verdichterrad weist eine geringere Masse auf und es lässt sich vergleichsweise einfach aus verschiedenen Einzelteilen zusammenbauen. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Lüfterrades wird für die Herstellung der Nabe ein vorgefertigtes, kohlenstoffaserverstärktes Thermoplastband verwendet. Bei diesem Thermoplastband ist die Ausrichtung der es verstärkenden Endlosfasern stets optimal gewährleistet, sodass eine vergleichsweise gute Festigkeit der Nabe auch bei diesen vergleichsweise hohen Betriebstemperaturen und Umfangsgeschwindigkeiten gewährleistet ist. Dank der vergleichsweise geringen Masse des Verdichterrads weist es auch ein kleines Trägheitsmoment auf, sodass der Verdichter beim Anfahren in vorteilhaft kurzer Zeit die erforderliche Betriebsdrehzahl erreicht und somit sehr schnell voll wirksam ist.

[0009] Die weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

[0010] Die Erfindung, ihre Weiterbildung und die damit erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand der Zeichnung, welche lediglich einen möglichen Ausführungsweg darstellt, näher erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0011] Es zeigen:

Fig.1 einen ersten Teilschnitt durch einen Verdichter mit einer ersten Ausführungsform eines Verdichterrads,

Fig.2 einen zweiten Teilschnitt durch die erste Ausführungsform des Verdichterrads,

Fig.3 einen Teilschnitt durch einen Verdichter mit einer zweiten Ausführungsform eines Verdichterrads,

Fig.4 einen Teilschnitt durch eine erste Ausführungsform einer Laufschaufel eines Verdichterrads, und

Fig.5 einen Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform einer Laufschaufel eines Verdichterrads.

[0012] Bei allen Figuren sind gleich wirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind nicht dargestellt.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0013] Die Fig.1 zeigt einen schematisch dargestellten Teilschnitt durch ein Verdichterrad 1, welches für die Verdichtung eines gasförmigen Fluids vorgesehen ist. Das Verdichterrad 1 weist eine Nabe 2 auf, die aus einem Kunststoff gefertigt ist, vorzugsweise aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen Material. Die Nabe 2 ist auf einer aus Metall gefertigten Hülse 3 befestigt, und ist gegen Verdrehen und gegen axiales Verrutschen gesichert. Die Nabe 2 und die Hülse 3 weisen eine gemeinsame Achse 4 auf, welche die Drehachse des Verdichterrads 1 darstellt. Die Hülse 3 weist eine zentrale Bohrung auf, die für die Aufnahme und Befestigung der nicht dargestellten Welle des Verdichterrads 1 vorgesehen ist. Auf der der Achse 4 abgewandten Seite der Nabe 2 sind Laufschaufeln 5 befestigt. Zwischen den Laufschaufeln 5 und dem nicht dargestellten, das Verdichterrad 1 einschliessenden Gehäuse des Verdichters sind nicht bezeichnete Strömungskanäle vorgesehen, in welche das gasförmige Medium einströmt und in welchen es auf bekannte Art beschleunigt und dadurch verdichtet wird.

[0014] Die Nabe 2 wurde aus einem vorgefertigten, mit Endlosfasern verstärkten Kunststoffband gewickelt. Als Kunststoff eignen sich in diesem Fall besonders temperaturfeste Thermoplaste, und für die Verstärkung werden Kohlenstofffasern verwendet.

[0015] Die Nabe 2 wurde auf einer der Innenkontur der Nabe 2 entsprechenden Lehre so gewickelt, dass die Kohlenstofffasern in Umfangsrichtung angeordnet sind, was eine besonders hohe Festigkeit der Nabe 2 in dieser Richtung zur Folge hat, wodurch vergleichsweise grosse Drehzahlen des Verdichterrads 1 und damit vergleichsweise grosse Wirkungsgrade des Verdichters möglich werden. Während des Wickelns wurde das thermoplastische Material des Bandes kurzzeitig erhitzt und mit der jeweils vorher aufgetragenen Lage des Bandes verschmolzen. Besonders eignet sich für diese gezielte und dosierte kurzfristige Erhitzung ein Laser. Derartige Thermoplast-Wickelverfahren unter Ausnutzung von Lasern als Energiequelle sind bekannt. Nach dem Abschluss des Wickelvorgangs wurde die so vorgefertigte Nabe 2 von der Lehre abgenommen und definitiv fertig bearbeitet. Insbesondere musste die Öffnung für die Aufnahme der Hülse 3 nachgearbeitet werden und zudem musste die äussere Oberfläche der Nabe 2 geglättet werden, um sie als Auflage- und Klebefläche für die Befestigung der vorgefertigten Laufschaufeln 5 einsetzen zu können.

[0016] Die Laufschaufeln 5 weisen jeweils eine strömungsgünstig ausgebildete Eintrittskante 6 auf, die auf der Eintrittsseite des gasförmigen Mediums in den Strömungskanal des Verdichters liegt. An der anderen Seite des Strömungskanals, bezogen auf die Strömung des gasförmigen Mediums stromabwärts, liegt jeweils die Austrittskante 7 der Laufschaufeln 5. Die Laufschaufeln 5 werden aus mehreren vorgefertigten, ebenfalls mit

Endlosfasern verstärkten Teilen zusammengefügt, wie dies in den Fig.4 und 5 schematisch dargestellt ist. Auf diese Figuren wird nachfolgend eingegangen. Die Laufschaufeln 5 weisen als Basis jeweils eine Fussplatte 8 auf. Die der Oberfläche 9 der Nabe 2 zugewandte Seite der Fussplatte 8 ist dieser Oberfläche 9 so genau angepasst, dass diese Fussplatte 8 auf der Oberfläche 9 formschlüssig aufliegt. Die Oberfläche 9 weist auf der Eintrittsseite des Verdichterrads 1 einen Absatz 10 auf, auf welchem das eintrittsseitige Endstück 11 der Fussplatte 8 ebenfalls formschlüssig aufliegt.

[0017] Die Fig.4 zeigt einen Teilschnitt durch eine erste Ausführungsform einer der Laufschaufeln 5 des Verdichterrads 1. Die Laufschaufeln 5 sind auf bekannte Art strömungsgünstig ausgebildet, die entsprechende sphärische Krümmung der Schaufelblätter ist in der Zeichnung, der besseren Anschaulichkeit halber, nicht dargestellt. Die Basis der Laufschaufeln 5 bildet die vorgeformte, gleichmässig dicke Fussplatte 8. Die Fussplatte 8 ist mit einer Wulst 26 versehen, die in das Innere der Laufschaufel 5 hineinragt und die sich in Richtung der Längsachse der Laufschaufel 5 erstreckt, wobei sie stromabwärts immer weniger ausgeprägt ist. Die Fussplatte 8 weist eine Unterseite 27 auf, die der Oberfläche 9 der Nabe 2 vollständig angeglichen ist. Die in der Unterseite 27 als Folge der Wulst 26 auftretende Vertiefung ist mittels einer Epoxidharzfällung 28 so aufgefüllt, dass auch in diesem Bereich der Fussplatte 8 eine der Oberfläche 9 der Nabe 2 vollständig angegliche Fläche vorhanden ist. Die Wulst 26 ist mit gleichmässig gerundeten Flanken versehen. Das Schaufelblatt wird durch zwei Seitenwände 29 und 30 gebildet. Die Seitenwände 29 und 30 sind aus gleichmässig dicken mit Endlosfasern verstärkten Kunststoffplatten gefertigt, sie schliessen einen in radialer Richtung enger werdenden Hohlraum 31 ein. Dieser Hohlraum 31 kann, um eine bessere Schwingungsdämpfung zu erreichen, ausgeschäumt werden. Der Hohlraum 31 ist im Bereich der Eintrittskante 6 der Laufschaufel 5 mittels einer nicht dargestellten, strömungsgünstig ausgebildeten Abdeckung verschlossen.

[0018] Die Seitenwände 29 und 30 sind vorgeformt. Sie werden in einer Montagelehre auf die Fussplatte 8 aufgeklebt oder mit dieser verschweisst. Gleichzeitig werden die Seitenwände 29 und 30 im Bereich der Spitze der Laufschaufeln 5 flächig zusammengeklebt oder verschweisst. Die Seitenwände 29 und 30 sind so gestaltet, dass sie jeweils einen Fussteil 32a, 32b aufweisen, der formschlüssig auf die Oberfläche der Fussplatte 8 passt, und der mit einem Radius 33 übergeht in die annähernd radial verlaufende Partie der jeweiligen Seitenwand. Der Fussteil 32a ist der Seitenwand 29 zugeordnet und der Fussteil 32b der Seitenwand 30. Auf der stromaufwärts gelegenen Seite der Fussteile 32a und 32b sind jeweils Endstücke angeformt, welche dem Endstück 11 der Fussplatte 8 angepasst, formschlüssig auf der Oberfläche der Fussplatte 8 aufliegen. Der Radius 33 ist dem Radius der Flanke der Wulst 26 genau

angepasst. Infolge der genauen Anpassung der Fussteile 32a und 32b der Seitenwände 29 und 30 an die Fussplatte 8 erhält man gleichmässige Klebefugen, die eine besonders haltbare Klebung ermöglichen.

[0019] Die Fig.5 zeigt einen Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform einer Laufschaufel 5 eines Verdichterrads 1. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäss Fig.4 dadurch, dass die annähernd radial verlaufende Partie der Seitenwände 29 und 30 etwas aufgebaucht ist. Durch diese Formgebung wird erreicht, dass bei mechanischer Belastung der Laufschaufeln 5 die Spannungen zwischen den Fussteilen 32a und 32b der Seitenwände 29 und 30 und der Fussplatte 8 deutlich reduziert werden, die so ausgebildeten Laufschaufeln 5 sind deshalb besonders widerstandsfähig gegen hohe Fliehkräfte. Ein mit derartig ausgebildeten Laufschaufeln 5 ausgestattetes Verdichterrad 1 ist für besonders hohe Umfangsgeschwindigkeiten geeignet.

[0020] Auf der Austrittsseite weist die Nabe 2 einen Bund 12 auf, gegen den das austrittsseitige Ende 13 der Laufschaufel 5 stösst. Das Ende 13 wird gebildet aus der mit den Fussteilen 32a und 32b bedeckten Fussplatte 8. Der Bund 12 ist an dieser Stelle gleich breit wie die Dicke dieses austrittsseitigen Endes 13 der Laufschaufel 5, sodass keine vorstehende Kante die Strömung des aus dem Verdichterrad 1 abströmenden verdichteten Mediums stört. Die Unterseite der Fussplatte 8 wird mit der Oberfläche 9 der Nabe 2 verklebt oder verschweisst. Die Fussplatten 8 sind so mit den Fussteilen 32a und 32b abgedeckt, dass beim fertigen Verdichterrad 1 die gesamte Oberfläche 9 bedeckt ist. In der hier gezeigten Ausführungsform des Verdichterrads 1 wird an der Eintrittsseite nach dem Verkleben und nach dem Aushärten des Klebstoffes zusätzlich eine Bandage 14 so angebracht, dass das Endstück 11 jeder Fussplatte 8 zusammen mit den Endstücken der Fussteile 32a und 32b gegen den Absatz 10 der Nabe 2 gedrückt wird. Die Bandage 14 wird aus einem vorgefertigten, mit Endlosfasern verstärkten Kunststoffband gewickelt. Als Kunststoff eignen sich in diesem Fall besonders temperaturfeste Thermoplaste, die mit Kohlenstoffasern verstärkt sind. Die Bandage 14 wurde so gewickelt, dass die Kohlenstoffasern in Umfangsrichtung liegen, was eine besonders hohe Festigkeit der Bandage 14 in dieser Richtung zur Folge hat, wodurch die Fussplatten 8 und die Fussteile 32a und 32b auch bei vergleichsweise grossen Drehzahlen des Verdichterrads 1 sicher gehalten werden. Während des Wickelns wird das thermoplastische Material des Bandes kurzzeitig erhitzt und mit der jeweils vorher aufgebrachten Lage des Bandes verschmolzen. Die Bandage 14 wird demnach mit Hilfe des gleichen Verfahrens gefertigt wie die Nabe 2. Nach dem Wickeln wird die Oberfläche 15 der Bandage 14 nachgearbeitet, um eine strömungsgünstige Form der Bandage 14 zu erreichen.

[0021] Beim Verdichterrad 1 gemäss Fig.1 werden die Laufschaufeln 5 durch die Verklebung bzw. durch die

Verschweissung, die Bandage 14 und den Bund 12 gehalten. Bis zu vergleichsweise grossen Drehzahlen des Verdichterrads 1 genügt diese Befestigung vollauf. Werden jedoch noch grössere Drehzahlen verlangt, so werden die Laufschaufeln 5 zusätzlich mittels Metallnieten mit der Nabe 2 vernietet, und zwar werden die Fussteile 32a und 32b zusammen mit den Fussplatten 8 mit der Nabe 2 vernietet. Beim Vernieten wird darauf geachtet, dass die Nietköpfe die Strömung des Mediums in den Strömungskanälen nicht stören, da dies Wirkungsgradverluste zur Folge hätte.

[0022] Die Fig.2 zeigt einen schematisch dargestellten Teilschnitt durch das Verdichterrad gemäss Fig.1, und zwar zeigt es den Schnitt A-A. Die aus mehreren Komponenten zusammengeführten Laufschaufeln 5 weisen in dem Randbereich, wo sie die benachbarten Laufschaufeln 5 berühren, Abschrägungen 16a,16b auf, die ein Überinanderschieben der Ränder der Laufschaufeln 5 und ein wirkungsvolles Verkleben derselben erlauben, wodurch eine geschlossene Oberfläche 17 der der Achse 4 zugewandten Seite des Strömungskanals 18 erreicht wird. Die gestrichelte Linie 19 deutet das Verdichtergehäuse an, welches den seitlich durch die Laufschaufeln 5 begrenzten Strömungskanal 18 nach aussen hin abschliesst.

[0023] Die Fig.3 zeigt einen Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Verdichterrads. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen gemäss Fig.1 dadurch, dass im Zwischenraum zwischen zwei Laufschaufeln 5 jeweils eine weitere Laufschaufel 20 vorgesehen ist, die eine Eintrittskante 21 aufweist, die stromabwärts der Eintrittskante 6 der Laufschaufeln 5 angeordnet ist. Jeder Strömungskanal wird stromabwärts durch die Laufschaufel 20 in zwei Strömungskanäle aufgeteilt. Die Laufschaufel 20 weist eine Austrittskante auf, die in der gleichen Ebene wie die Austrittskante 7 der Laufschaufeln 5 angeordnet ist. Die Laufschaufeln 20 sind entsprechend den Laufschaufeln 5 ausgebildet. Die Laufschaufeln 20 sind ebenfalls mit einer Fussplatte versehen auf welche die entsprechenden Fussteile aufgebracht worden sind. Diese Fussplatte und die mit ihr verbundenen Fussteile passen genau in Aussparungen der Fussteile 32a und 32b der Laufschaufeln 5, wobei die Laufschaufeln 20 jeweils formschlüssig unter die Laufschaufeln 5 geschoben werden. Die Laufschaufeln 5 halten die Laufschaufeln 20 zusätzlich zu ihrer Verklebung oder Verschweissung mittels einer schwalbenschwanzartigen Verzahnung. Die Laufschaufeln 20 werden demnach ähnlich auf der Nabe 2 befestigt wie die Laufschaufeln 5. Die Fussteile 32a und 32b der Laufschaufeln 5 weisen bei dieser Ausführung ebenso wie die Fussteile der Laufschaufeln 20 auf der stromabwärts gelegenen Seite jeweils angeformte Endstücke auf, welche dem austrittsseitigen Endstück 22 der Fussplatte 8 angepasst, formschlüssig auf der Oberfläche der Fussplatte 8 aufliegen. Das Endstück 22 liegt formschlüssig auf einem Absatz 23 der Nabe 2 auf. In der hier in Fig.3 gezeigten Ausführungsform des Ver-

dichterrads 1 wird nach dem Verkleben bzw. Verschweissen der Laufschaufeln 5 und 20 und nach dem Aushärten des Klebstoffes eine Bandage 24 zusätzlich zur Bandage 14 so angebracht, dass die Endstücke 22 jeder der Laufschaufeln 5 und jeder der Laufschaufeln 20 zusammen mit den Endstücken der jeweiligen Fussteile gegen den Absatz 23 der Nabe 2 gedrückt werden. Die Bandage 24 wird, gleich wie die Bandage 14, aus einem vorgefertigten, mit Endlosfasern verstärkten Kunststoffband gewickelt und entsprechend verschweisst. Die Oberfläche der Bandage 24 wird anschliessend ebenfalls strömungsgünstig ausgebildet.

[0024] Das Verdichterrad 1 gemäss Fig.3 weist zudem einen Auswuchtring 25 auf, der beim Wickeln in die Nabe 2 eingelassen wurde. Der Auswuchtring 25 ist aus Metall gefertigt. Beim Auswuchten des fertigen Verdichterrads 1 wird von diesem Auswuchtring 25 Material abgetragen, um bestehende Unwuchten zu beseitigen. Es ist auch möglich, die Hülse 3 mit einer grösseren Masse auszuführen und den nötigen Materialabtrag an dieser vorzunehmen, sodass der Auswuchtring 25 eingespart werden kann.

[0025] Für die Verbindung der Seitenwände 29 und 30 mit der Fussplatte 8 und der Abdeckung der Eintrittskante 6 zu einer Laufschaufel 5 und für die Verbindung der Laufschaufeln 5 mit der Nabe 2 ist ein Kleber auf der Basis eines Phenolharzes vorgesehen, hier hat sich der Klebstoff HT 424 der Firma American Cyanamid Company, 1300 Revolution Street, Havre de Grace, MD 21087, als besonders geeignet erwiesen. Ferner ist auch der Klebstoff auf der Basis eines modifizierten Kondensations-Polyimides des gleichen Herstellers mit der Bezeichnung FM 36 gut für das hier beschriebene Zusammenfügen geeignet. Ausser dem Kleben ist für das Verbinden der Teile der Laufschaufeln 5 auch ein Schweissvorgang mit Hilfe eines Lasers oder eine Kombination beider Verfahren vorstellbar. Die Laufschaufeln 20 werden auf die gleiche Art zusammengefügt.

[0026] Das Band für die Herstellung der Nabe 2 und der Bandagen 14 und 24 weist eine Matrix aus einem Thermoplast auf. Als Thermoplast hat sich dabei insbesondere Polyphenylensulfid bewährt, ferner wurden mit Polyetheretherketon gute Resultate erreicht. Die Matrix aus Polyphenylensulfid wurde mit einem Volumengehalt an Kohlefasern von etwa 53% verstärkt. Der Querschnitt dieses Bandes betrug 5mm x 0,158mm. Der Elastizitätsmodul des Bandes ergab sich zu 114 GPa. Die Einsatztemperatur lag in diesem Fall bei etwa 220°C. Die Matrix aus Polyetheretherketon wurde mit einem Volumengehalt an Kohlefasern von 61% verstärkt. Der Querschnitt dieses Bandes betrug 5mm x 0,125mm. Der Elastizitätsmodul des Bandes ergab sich zu 134.000 MPa. Die Einsatztemperatur lag in diesem Fall bei etwa 280 °C.

[0027] Als Material für die Herstellung der Bestandteile der Laufschaufeln 5,20 wird ein thermoplastischer Kunststoff eingesetzt, der mit als Endlosfasern ausgebildeten Kohlenstofffasern verstärkt ist. Dieses Material

wird in Form von gleichmässig dicken Platten geliefert. Als besonders geeignet hat sich eine Matrix aus Polyetheretherketon mit einem Volumengehalt an Kohlefasern von 61% erwiesen. Diese Platten werden in Formen eingelegt und unter thermischer Beaufschlagung mit Hilfe eines der bekannten Verfahren in die definitive Gestalt gebracht, wobei darauf geachtet wird, dass die Endlosfasern in Richtung der dynamischen Hauptbeanspruchung der Laufschaufeln 5,20 ausgerichtet sind. Die so vorgefertigten Bestandteile, die Seitenwände 29 und 30 und die Fussplatte 8, der Laufschaufeln 5,20 werden dann, wie bereits beschrieben, in einer Montagelehre zur fertigen Laufschaufel 5 bzw. 20 zusammengefügt.

BEZEICHNUNGSLISTE

[0028]

1	Verdichterrad
2	Nabe
3	Hülse
4	Achse
5	Laufschaufeln
6	Eintrittskante
7	Austrittskante
8	Fussplatte
9	Oberfläche
10	Absatz
11	Endstück
12	Bund
13	Ende
14	Bandage
15	Oberfläche
16a,b	Abschrägungen
17	Oberfläche
18	Strömungskanal
19	gestrichelte Linie
20	Laufschaufel
21	Eintrittskante
22	Endstück
23	Absatz
24	Bandage
25	Auswuchtring
26	Wulst
27	Unterseite
28	Epoxidharzfüllung
29,30	Seitenwand
31	Hohlraum
32a,b	Fussteil
33	Radius

Patentansprüche

1. Verdichter mit einem eine mit Laufschaufeln (5) bestückte Nabe (2) aus Kunststoff aufweisenden Verdichterrad (1), mit einer mit der Nabe (2) verbunde-

nen, entlang einer Achse (4) erstreckten Welle, mit einem das Verdichterrad (1) umgebenden Gehäuse, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Nabe (2) aus einem mit Endlosfasern verstärkten Thermoplast gefertigt ist, und
- dass die Laufschaufeln (5,20) aus einem mit Endlosfasern verstärkten Thermoplast separat vorgefertigt und formschlüssig mit der Nabe (2) verbunden sind.

2. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Nabe (2) in Lagen auf einer entsprechenden Lehre gewickelt ist, wobei während des Wickelns das thermoplastische Material kurzzeitig erhitzt und mit der jeweils vorher aufgebrachten Lage verschmolzen wurde.

3. Verdichter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Nabe (2) aus einem vorgefertigten, kohlenstoffaserverstärkten Thermoplastband gewickelt ist.

4. Verdichter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Matrix des Thermoplastbandes aus Polyphenylensulfid gebildet ist.

5. Verdichter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Matrix des Thermoplastbandes aus Polyetheretherketon gebildet ist.

6. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Laufschaufeln (5,20) aus mindestens zwei vorgeformten Einzelteilen zusammengefügt sind.

7. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Einzelteile der Laufschaufeln (5,20) mittels eines Klebe- oder Schweissvorgangs zusammengefügt sind, und
- dass die formschlüssige Befestigung der Laufschaufeln (5,20) mittels eines Klebe- oder Schweissvorgangs erfolgt.

8. Verdichter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Befestigung der Laufschaufeln (5,20) mittels mindestens einer Bandage (14,24) aus einem vorgefertigten, kohlenstoffaserverstärkten Thermoplastband verstärkt ist, wobei während des Wickelns der Bandage (14,24) das thermoplastische Material kurzzeitig erhitzt und mit der jeweils vorher aufgebrachten Lage verschmolzen wurde.

9. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Nabe (2) auf eine Hülse (3) aus Metall aufgeschraubt ist, welche für die Aufnahme der Welle ausgelegt ist.

10. Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass für die formschlüssige Befestigung der Laufschaufeln (5,20) Nieten verwendet werden.

Claims

1. Compressor having a compressor impeller (1) which has a hub (2) of plastic fitted with moving blades (5), having a shaft which is connected to the hub (2) and extends along an axis (4), [lacuna] having a housing which surrounds the compressor impeller (1), characterized

- in that the hub (2) is produced from a thermoplastic reinforced with continuous fibres, and
- in that the moving blades (5, 20) are prefabricated separately from a thermoplastic reinforced with continuous fibres and are connected with a form fit to the hub (2).

2. Compressor according to Claim 1, characterized

- in that the hub (2) is wound in layers on a corresponding fixture, during the winding the thermoplastic material having been briefly heated and fused with the layer respectively applied previously.

3. Compressor according to Claim 2, characterized

- in that the hub (2) is wound from a prefabricated, carbon fibre reinforced thermoplastic strip.

4. Compressor according to Claim 3, characterized

- in that the matrix of the thermoplastic strip is formed from polyphenylene sulphide.

5. Compressor according to Claim 3, characterized
- in that the matrix of the thermoplastic strip is formed from polyether ether ketone.

5

6. Compressor according to Claim 1, characterized
- in that the moving blades (5, 20) are assembled from at least two preshaped individual parts.

10

7. Compressor according to Claim 1, characterized
- in that the individual parts of the moving blades (5, 20) are assembled by means of an adhesive bonding or welding operation, and
 - in that the form-fit fastening of the moving blades (5, 20) is performed by means of an adhesive bonding or welding operation.

15

8. Compressor according to Claim 7, characterized
- in that the fastening of the moving blades (5, 20) is reinforced by means of at least one bandage (14, 24) comprising a prefabricated, carbon fibre reinforced thermoplastic strip, during the winding of the bandage (14, 24) the thermoplastic material having been briefly heated and fused with the layer respectively applied previously.

20

25

30

9. Compressor according to Claim 1, characterized
- in that the hub (2) is shrink-fitted onto a sleeve (3) of metal, which is designed for receiving the shaft.

35

10. Compressor according to Claim 1, characterized
- in that rivets are used for the form-fit fastening of the moving blades (5, 20).

40

Revendications

1. Compresseur avec une roue de compresseur (1) présentant un moyeu (2) en matière plastique garni d'aubes mobiles (5), avec un arbre qui s'étend le long d'un axe (4) et assemblé au moyeu (2), avec un corps entourant la roue de compresseur (1), caractérisé en ce que
- le moyeu (2) est fabriqué en un thermoplastique renforcé avec des fibres de longueur illimitée, et en ce que
 - les aubes mobiles (5, 20) sont préfabriquées séparément en un thermoplastique renforcé avec des fibres de longueur illimitée et sont assemblées géométriquement au moyeu (2).

45

50

55

2. Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

- le moyeu (2) est bobiné en couches sur un gabarit correspondant, la matière thermoplastique ayant été chauffée brièvement pendant le bobinage et chaque fois fusionnée avec la couche respective déposée précédemment.

3. Compresseur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que

- le moyeu (2) est bobiné à partir d'une bande thermoplastique préfabriquée, renforcée par des fibres de carbone.

4. Compresseur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que

- la matrice de la bande thermoplastique est formée à partir de sulfure de polyphénylène.

5. Compresseur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que

- la matrice de la bande thermoplastique est formée à partir de polyétheréther-cétone.

6. Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

- les aubes mobiles (5, 20) sont assemblées à partir d'au moins deux pièces détachées préfabriquées.

7. Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

- les pièces détachées des aubes mobiles (5, 20) sont assemblées au moyen d'une opération de collage ou de soudage, et en ce que
- la fixation géométrique des aubes mobiles (5, 20) est effectuée au moyen d'une opération de collage ou de soudage.

8. Compresseur suivant la revendication 7, caractérisé en ce que

- la fixation des aubes mobiles (5, 20) est renforcée au moyen d'au moins un bandage (14, 24) en une bande thermoplastique préfabriquée, renforcée par des fibres de carbone, la matière thermoplastique ayant été chauffée brièvement pendant le bobinage du bandage (14, 24) et fusionnée avec la couche respective déposée précédemment.

9. Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé

sé en ce que

- le moyeu (2) est fretté sur un manchon (3) en métal qui est conçu pour recevoir l'arbre.

5

10. Compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que

- l'on utilise des rivets pour la fixation géométrique des aubes mobiles (5, 20).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

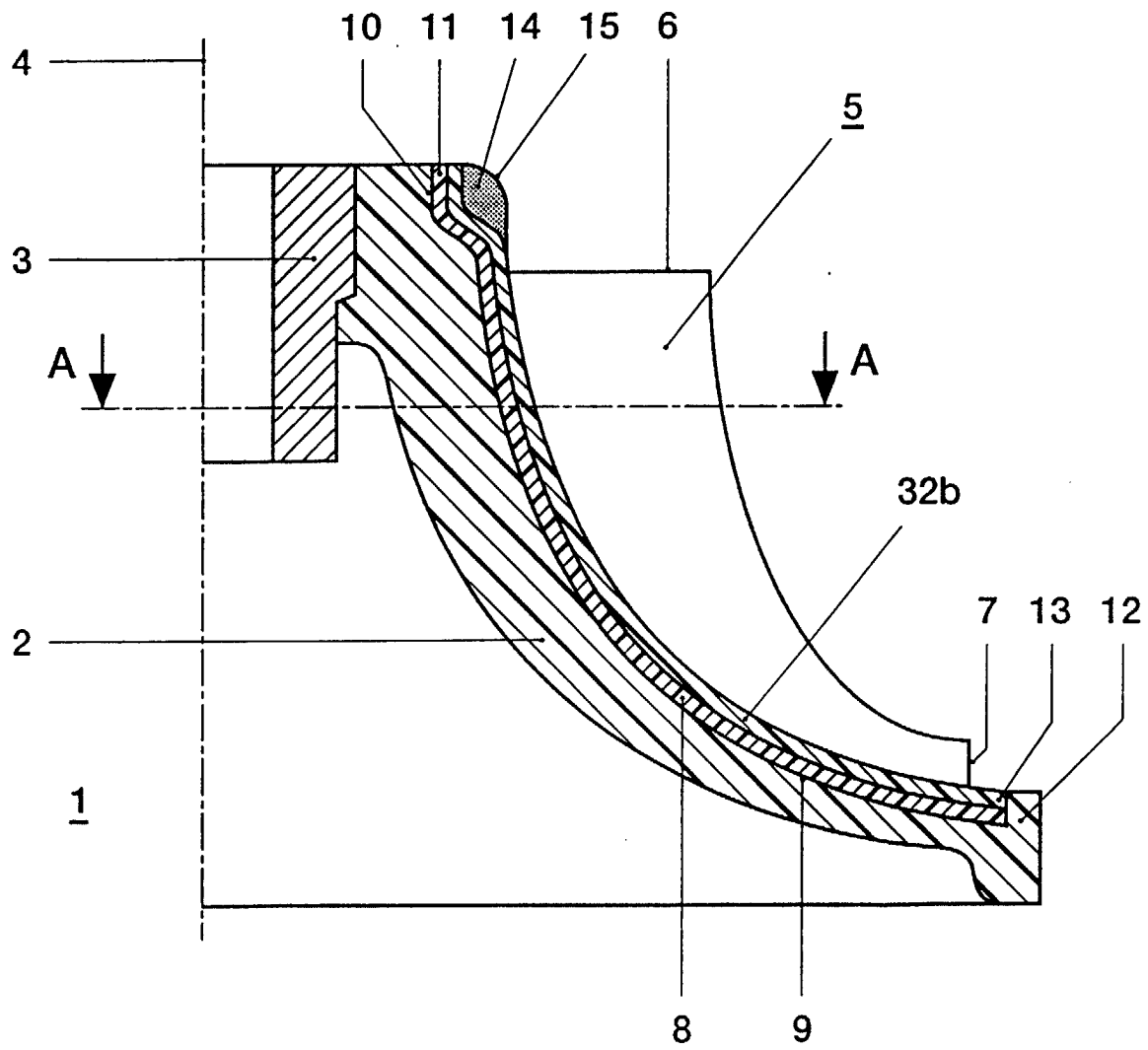


FIG. 1

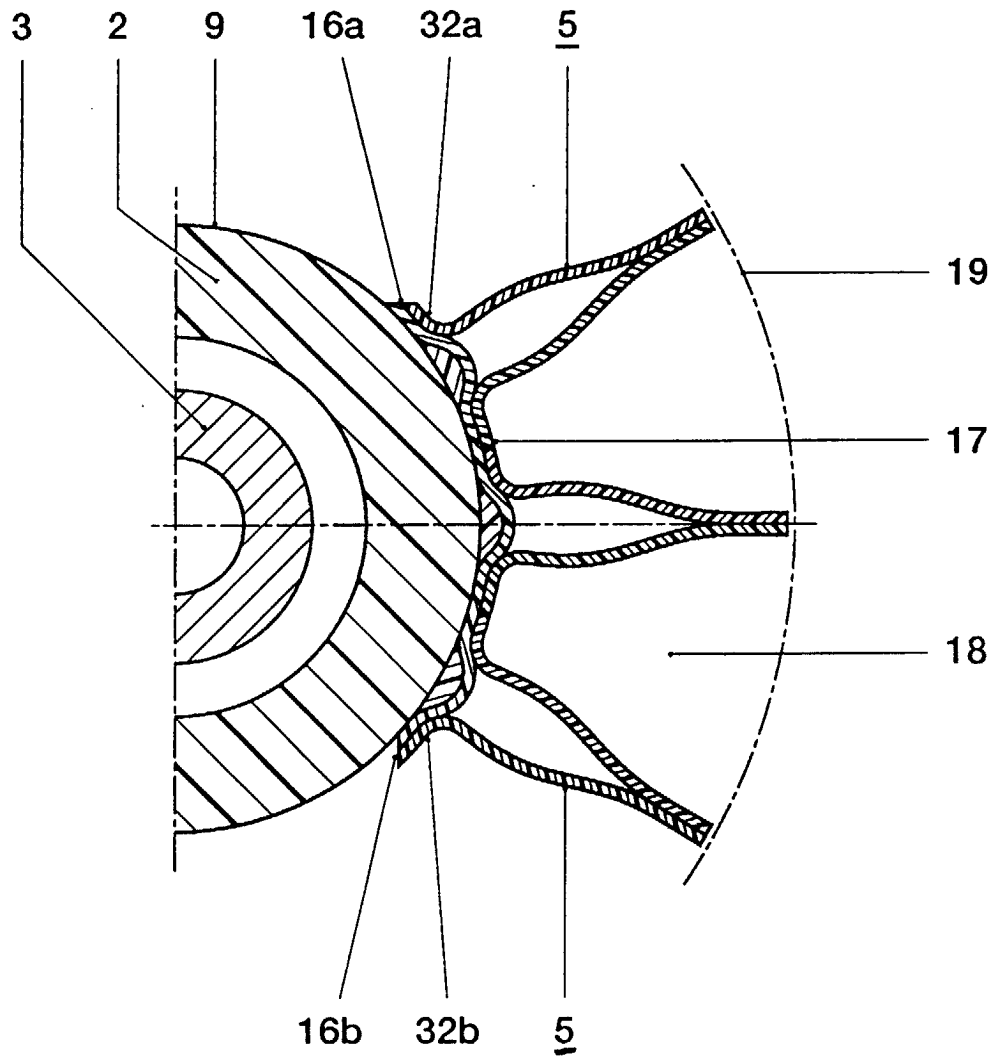


FIG. 2

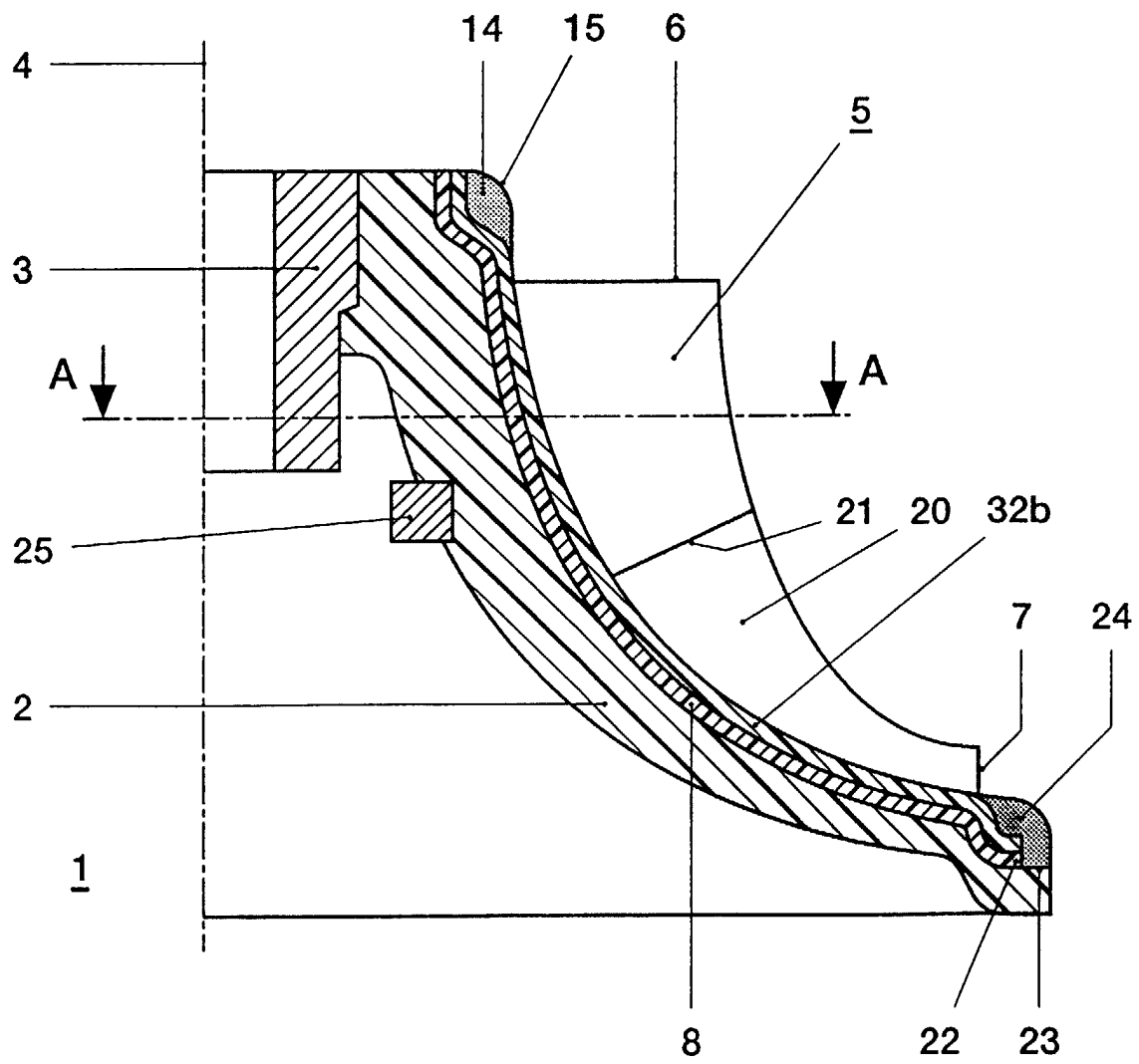


FIG. 3

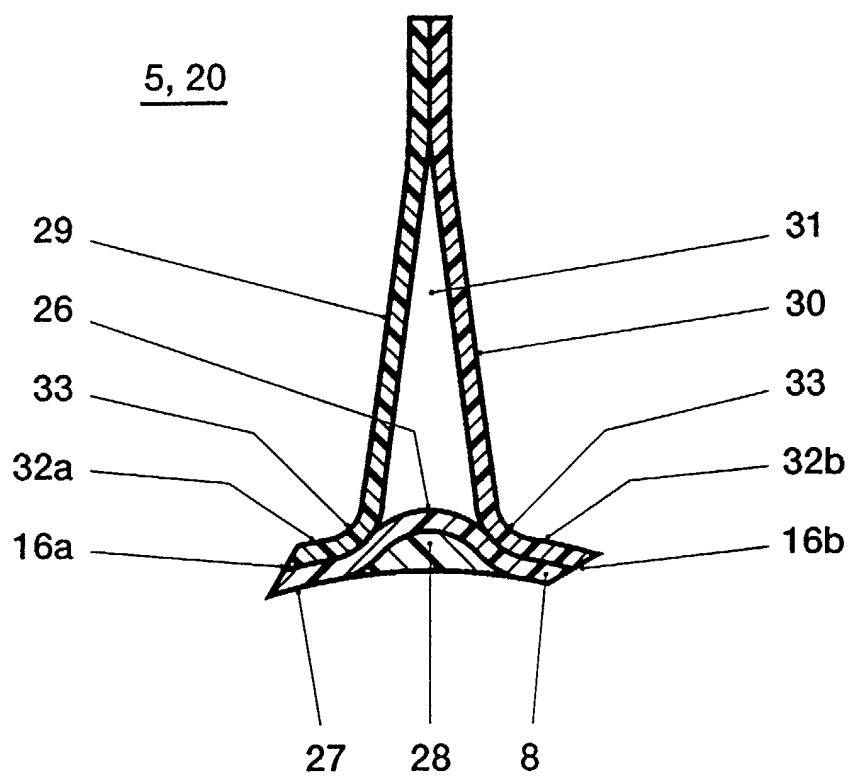


FIG. 4

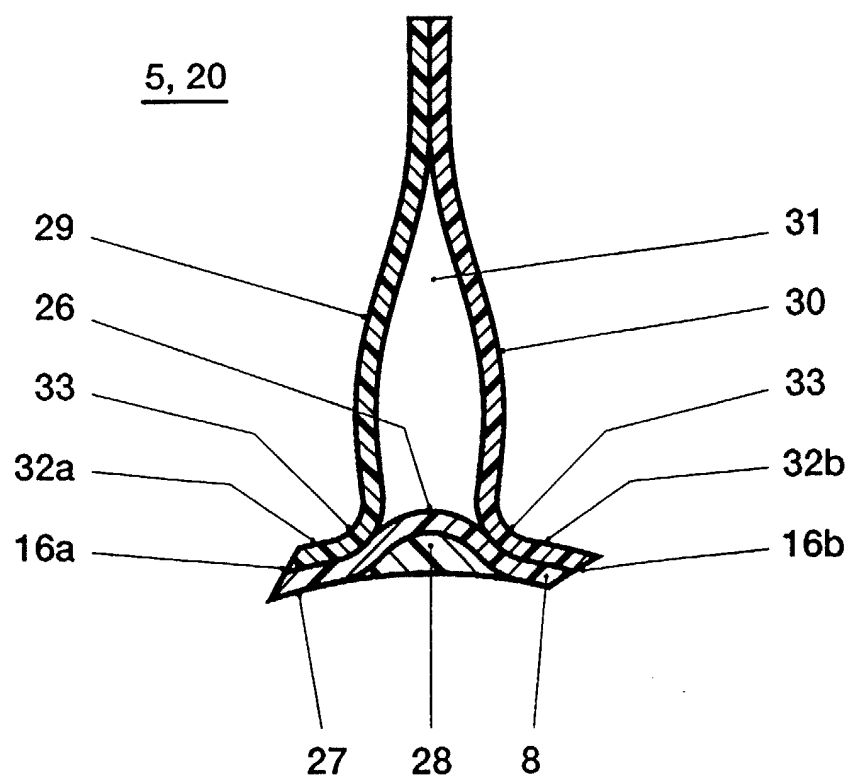


FIG. 5