



(11)

EP 2 196 624 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.10.2016 Patentblatt 2016/40

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09178286.2**

(22) Anmeldetag: **08.12.2009**

(54) **Laufschaufel für eine Gasturbine**

Gas turbine rotor blade

Aube de rotor de turbine à gaz

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **12.12.2008 CH 19572008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(73) Patentinhaber: **General Electric Technology
GmbH
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **Brandl, Herbert
D-79761, Waldshut-Tiengen (DE)**

- **Schofer, Sven
CH-4054, Basel (CH)**
- **Gerdes, Claus Paul
CH-5406, Rütihof (CH)**
- **Bossmann, Hans-Peter
D-79787, Lauchringen (DE)**

(74) Vertreter: **Bernotti, Andrea et al
Studio Torta S.p.A.
Via Viotti, 9
10121 Torino (IT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 905 954 FR-A- 2 463 849
NL-A- 7 905 608 US-A- 4 786 234
US-A1- 2006 120 869**

EP 2 196 624 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinentechnik. Sie betrifft eine Laufschaufel für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ungeköhlte, hohle Turbinenlaufschaufeln werden üblicherweise aus einem Material gegossen. Es ist aber auch bekannt (US-B1-6,331,217), grosse Laufschaufeln einer Gasturbine aus mehreren separat gegossenen Schaufelteilen durch Liquid Phase Bonding zusammenzufügen. Hierbei wird entweder das Schaufelblatt in Schaufellängsrichtung geteilt (Fig. 3 der US-B1-6,331,217) oder das gesamte Schaufelblatt wird getrennt von der Plattform und dem Schaufelfuss hergestellt (Fig. 6 der US-B1-6,331,217). Dies führt gerade bei grossen Schaufeln dazu, dass trotz der Unterteilung grosse Gussstücke für das Schaufelblatt hergestellt und formschlüssig miteinander verbunden werden müssen.

[0003] Dasselbe gilt auch für die in der US-A1-2006/0120869 beschriebene Laufschaufel, die im Inneren der Schaufel einen in Längsrichtung durchgehenden Holm (12) aufweist, der im Bereich des Schaufelblattes aussen von einer aerodynamisch wirksamen Hülle (48) umschlossen ist. Eine ähnliches Konzept, bei dem die äussere Hülle mit einer Druckspannung vorgespannt wird, ist aus der US-A-4,473,336 bekannt. Schliesslich ist es aus der US-A-4,563,128 eine vergleichbare Konfiguration bekannt, bei der die äussere Hülle des Schaufelblattes aus einer Keramik besteht.

[0004] Aus der Druckschrift NL 7 905 608 A (entspricht der DE 28 34 843) ist eine Schaufel bekannt, bei der das Profilblatt seiner Höhe nach aus mehreren Abschnitten (1 a und 1 b) zusammengesetzt ist. Nicht unterteilt ist dagegen der Schaufelkern (2), der sich vom Schaufelfuss bis zur Schaufelspitze einstückig erstreckt. Im Zentrum der Druckschrift D1 steht somit die Unterteilung der Schaufel von innen nach außen in den zentralen Schaufelkern und das den Schaufelkern umhüllende Schaufelblatt.

[0005] In der Druckschrift US 4,786,234 wird (Fig. 5) zwar eine Unterteilung der Schaufel in ein oberes Teil (112) und ein unteres Teil (102) vorgenommen. Der Kern (100) bleibt jedoch durchgehend. Das untere Schaufelteil (102) ist nur am oberen Ende gegen die Fliehkräfte abgestützt.

[0006] In der Druckschrift EP 1 905 954 A ist die Teilung der Schaufel im Bereich des Schaufelfusses (Fig. 1, 2). Das gesamte Schaufelblatt ist einstückig, wodurch die Herstellung nicht wesentlich erleichtert wird.

[0007] In der Druckschrift FR 2 463 849 ist das keramische Schaufelblatt (4) durchgehend ausgebildet. Auch hier findet eine Unterteilung nur im Fussbereich statt (Fig.

1).

[0008] Mit der Steigerung der Wirkungsgrade und Effizienz von modernen Gasturbinenanlagen werden die Dimensionen der einzelnen Komponenten und somit der Laufschaufeln ebenfalls vergrössert. Dadurch können unter anderem erhebliche gewichtsbedingte Probleme im Einsatz sowie fertigungstechnische Schwierigkeiten beim Giessen grosser Bauteile auftreten.

10 DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Gasturbinen-Laufschaufel zu schaffen, die hinsichtlich ihres Gewichts optimiert ist, ohne dabei an Effizienz einzubüßen.

[0010] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wesentlich für die Erfindung ist, dass die Schaufel aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt ist, deren Material jeweils dem Einsatzzweck des betreffenden Einzelteils angepasst ist, und dass jedes der Einzelteile von den Abmessungen her deutlich kleiner ist als die zusammengesetzte Laufschaufel, dass die Einzelteile der Laufschaufel ein unteres Schaufelteil und ein in Schaufellängsrichtung daran anschliessendes oberes Schaufelteil umfassen, wobei das Schaufelblatt in Schaufellängsrichtung auf das untere und obere Schaufelteil aufgeteilt ist, und dass das untere Schaufelteil die Plattform und zumindest einen Teil des Schaufelfusses mit umfasst.

[0011] Die Erfindung verfolgt damit den Gedanken, eine Gasturbinen-Laufschaufel aus mehreren, vergleichsweise kleinen Einzelteilen verschiedener Materialien zu bauen, deren Materialeigenschaften an die jeweiligen lokalen Belastungen angepasst werden können. Auf Grund der so möglichen Variation der Materialien offenbart sich ein deutliches Optimierungspotential hinsichtlich des Eigengewichtes, der Herstellbarkeit und Herstellkosten der Laufschaufel.

[0012] Die Erfindungsidee ist es also, die Gasturbinen-Laufschaufel aus mehreren Einzelteilen zu bauen, um somit gezielt Materialeigenschaften ausnutzen zu können und eventuelle grössenbedingte Herstellungsprobleme zu vermeiden. Eine klare Funktionstrennung der verschiedenen Teile soll erreicht werden. Dies geht mit den bekannten und genutzten Materialien mit einer relativ hohen Dichte einher. Dieser Zusammenhang ist mit der so genannten spezifischen Dichte darstellbar. Dies ist die Relation zwischen Materialfestigkeitswerten und deren Dichte. Durch ein solches geteiltes Schaufelblatt kann die Dimension der einzelnen Gussteile massgeblich reduziert werden.

[0013] Dafür können auch Materialien verwendet werden, die eine geringere Dichte aufweisen. Insgesamt können kleinere Bauteile fertigungstechnisch effizienter hergestellt werden, als ein grosses Bauteil. Durch den Zusammenbau der Schaufel aus materialoptimierten Einzelteilen können folgende Vorteile erzielt werden:

- Kostenreduktion
 - o Flexiblere Materialauswahl durch Fertigung mehrerer Einzelteile
 - o Effizientere Fertigung (höhere Ausbeute) durch Grössenreduktion der Gussteile
- Optimierte Materialauswahl
 - o Korrosionsbeständige Hülle (u.U. aus Blechmaterial)
 - o Zuganker mit hoher spezifischer Festigkeit
- Gewichtsreduktion durch teilweise Verwendung von Werkstoffen mit niedriger Dichte
- Der Zuganker kann tiefer in den Rotorkörper greifen (> 3 Zacken am Schaufelfuss oder "long shank")

[0014] Eine Ausgestaltung der Laufschaufel nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelteile zumindest teilweise durch Formschluss miteinander verbunden sind.

[0015] Eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemässen Schaufel zeichnet sich dadurch aus, dass das obere Schaufelteil die Schaufelspitze mit umfasst.

[0016] Eine weitere Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufnehmen der am oberen Schaufelteil angreifenden Fliehkräfte im Inneren der Laufschaufel ein sich in Schauffellängsrichtung erstreckender Zuganker angeordnet ist, dass der Zuganker mit seinem oberen Ende mit dem unteren Ende des oberen Schaufelteils in Eingriff steht, und dass der Zuganker mit seinem unteren Ende die Zugkräfte in den Schaufelfuss einleitet. Insbesondere weist der Zuganker einen Fussabschnitt

auf, der einen Teil des Schaufelfusses bildet und mit dem der Zuganker das untere Schaufelteil hintergreift.

[0017] Gemäss einer anderen Ausgestaltung ist am oberen Schaufelteil ein nach innen abgewinkeltes erstes Winkelement angeordnet, wobei der Zuganker mit dem oberen Schaufelteil dadurch in Eingriff steht, dass er mit einem zweiten Winkelement hinter das erste Winkelement greift.

[0018] Der Zuganker kann aber auch aus mehreren in Schauffellängsrichtung parallel angeordneten Teilankern bestehen, wobei die Teilanker quer zur Schauffellängsrichtung voneinander beabstandet sind, und wobei der Abstand der Teilanker durch nachträglich einsetzbare Abstandshalter festgelegt wird.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Laufschaufel ge-

mäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 den Längsschnitt durch eine zu Fig. 1 alternative Zugankeranordnung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0020] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine (gebaute) Laufschaufel gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Laufschaufel 10 der Fig. 1 besteht aus drei einzelnen Komponenten, nämlich einem oberen Schaufelteil 18, einem unteren Schaufelteil 17 und einem Zuganker 16. Die Laufschaufel 10 hat ein aerodynamisch wirksames Schaufelblatt 11, das sich in Schauffellängsrichtung zwischen einer Schaufelspitze 15 und einer Plattform 12 erstreckt. Das Schaufelblatt 11 ist in Längsrichtung aufgeteilt auf das obere Schaufelteil 18 und auf das untere Schaufelteil 17. Am oberen Ende des oberen Schaufelteils 18 ist ein Deckbandsegment 18b ausgebildet. Am unteren Ende des oberen Schaufelteils 18 ist ein nach innen vorspringendes erstes Winkelement 18a angeformt, hinter das der innen liegende Zuganker 16 mit einem an seinem oberen Ende angebrachten zweiten Winkelement 16a greift und damit das obere Schaufelteil 18 gegen die auftretenden Fliehkräfte hält. Das obere Schaufelteil 18 ist so nur auf Zug belastet.

[0021] Das untere Schaufelteil 17 umfasst den unteren Teil des Schaufelblattes 11, die Plattform 12 einen Schaft 13 und einen Teil eines Schaufelfusses 14, der im gezeigten Beispiel ein tannenbaumartiges Randprofil (mit 3 Zacken) aufweist. Ein anderer Teil des Schaufelfusses 14 wird von einem Fussabschnitt 16b gebildet, mit dem der Zuganker 16 das untere Schaufelteil 17 hintergreift.

[0022] In der in Fig. 1 gezeigten Konfiguration müssen das obere Schaufelteil 18 und das untere Schaufelteil 17 eine deutlich höhere Temperatur- und Kriechbeständigkeit aufweisen als der innen liegende Zuganker 16. Entsprechend unterschiedlich können die verwendeten Materialien der Teile 17, 18 einerseits und des Teils 16 andererseits sein. Innerhalb der Schauffelhöhe variieren die Temperaturen jedoch so stark, dass sich auch für die beiden Schaufelteile 17 und 18 der Einsatz unterschiedlich angepasster Werkstoffe empfiehlt. Selbst der Zuganker 16 kann wie in Fig. 1 durch die unterschiedliche Schraffur angedeutet ist - bei Bedarf in der Längsrichtung aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Er kann aber auch durchgehend aus einem Werkstoff gefertigt sein.

[0023] Der Zusammenbau einer erfindungsgemässen Laufschaufel kann auf unterschiedliche Weise erfolgen: Wenn der Zuganker 16 in Längsrichtung nicht in einer Mittelebene 19 geteilt ist, kann er beispielsweise um 90° verdreht von unten in das Schaufelinnere eingeführt und dann durch eine Drehung um 90° zurück in Eingriff mit dem Winkelement 18a am unteren Ende des oberen Schaufelteils 18 gebracht werden.

[0024] Es ist aber auch denkbar, gemäss Fig. 2 bei

einer Laufschaufel 20 einen in Längsrichtung geteilten Zuganker 21 vorzusehen, der zwei spiegelsymmetrisch zueinander ausgebildete Teilanker 22 und 23 umfasst, die im eingebauten Zustand in Querrichtung voneinander beabstandet sind und durch entsprechende Abstandshalter 24 und 25 auf Abstand gehalten werden. Beim Zusammenbau der Laufschaufel 20 werden die beiden Teilanker 22, 23 zunächst ohne Abstandshalter 24, 25 und ohne Querabstand in das Schaufelinnere eingeschoben, bis die Teilanker 22, 23 mit ihren oberen Winkelementen 22b, 23b hinter die Winkelemente 18a des Schaufelblattes greifen können. Dann wird der obere (runde) Abstandshalter 25 von unten zwischen den beiden Teilankern nach oben geschoben, bis er die in Fig. 2 gezeigte Position erreicht hat und die beiden Teilanker 22, 23 in der eingehakten Stellung fixiert. Schliesslich wird am unteren Ende der untere Abstandshalter 24 zwischen die Teilanker 22, 23 eingeführt, so dass diese sich mit unteren Winkelementen von innen an einem Absatz am Schaufelfuss 14 abstützen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0025]

10,20	Laufschaufel (Gasturbine)
11	Schaufelblatt
12	Plattform
13	Schaft
14	Schaufelfuss
15	Schaufelspitze
16,21	Zuganker
16a	Winkelement
16b	Fussabschnitt
17	unterer Schaufelteil
18	oberer Schaufelteil
18a	Winkelement
18b	Deckbandsegment
19	Mittelebene
22,23	Teilanker
22a,23a	Winkelement (unten)
22b,23b	Winkelement (oben)
24,25	Abstandshalter

Patentansprüche

1. Laufschaufel (10, 20) für eine Gasturbine, welche Laufschaufel (10, 20) ein Schaufelblatt (11), eine Schaufelspitze (15), einen Schaufelfuss (14) und eine zwischen Schaufelspitze (15) und Schaufelfuss (14) ausgebildete Plattform (12) umfasst und aus mehreren Einzelteilen (16, 17, 18) zusammengesetzt ist, deren Material jeweils dem Einsatzzweck des betreffenden Einzelteils angepasst ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der Einzelteile (16, 17, 18) von den Abmessungen her deutlich kleiner ist als die zusammengesetzte Laufschaufel (10, 20),

dass die Einzelteile (16, 17, 18) der Laufschaufel (10, 20) ein unteres Schaufelteil (17) und ein in Schaufellängsrichtung daran anschliessendes oberes Schaufelteil (18) umfassen, wobei das Schaufelblatt (11) in Schaufellängsrichtung auf das untere und obere Schaufelteil (17 bzw. 18) aufgeteilt ist, und dass das untere Schaufelteil (17) die Plattform (12) und zumindest einen Teil des Schaufelfusses mit umfasst.

2. Laufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelteile (16, 17, 18) zumindest teilweise durch Formschluss miteinander verbunden sind.

3. Laufschaufel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das obere Schaufelteil (18) die Schaufelspitze (15) mit umfasst.

4. Laufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufnehmen der am oberen Schaufelteil (18) angreifenden Fliehkräfte im Inneren der Laufschaufel (10, 20) ein sich in Schaufellängsrichtung erstreckender Zuganker (16, 21) angeordnet ist, dass der Zuganker (16, 21) mit seinem oberen Ende mit dem unteren Ende des oberen Schaufelteils (18) in Eingriff steht, und dass der Zuganker (16, 21) mit seinem unteren Ende die Zugkräfte in den Schaufelfuss (14) einleitet.

5. Laufschaufel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (16) einen Fussabschnitt (16b) aufweist, der einen Teil des Schaufelfusses (14) bildet.

6. Laufschaufel nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (16) mit dem Fussabschnitt (16b) das untere Schaufelteil (17) hintergreift.

7. Laufschaufel nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** am oberen Schaufelteil (18) ein nach innen abgewinkeltes erstes Winkelement (18a) angeordnet ist, und dass der Zuganker (14, 21) mit dem oberen Schaufelteil (18) dadurch in Eingriff steht, dass er mit einem zweiten Winkelement (16a, 22b, 23b) hinter das erste Winkelement (18a) greift.

8. Laufschaufel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (21) aus mehreren in Schaufellängsrichtung parallel angeordneten Teilankern (22, 23) besteht.

9. Laufschaufel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilanker (22, 23) quer zur Schaufellängsrichtung voneinander beabstandet sind, und dass der Abstand der Teilanker (22, 23) durch nachträglich einsetzbare Abstandshalter (24,

25) festgelegt wird.

Claims

1. Rotor blade (10, 20) for a gas turbine, which rotor vane (10, 20) has a vane blade (11), a blade tip (15), a blade root (14) and a platform (12) arranged between the blade tip (15) and the blade root (14), and is composed of several component parts (16, 17, 18), the material of which is in each case adapted to the intended use of the component part concerned, **characterised in that** each of the component parts (16, 17, 18) is significantly smaller in dimensions than the composed rotor blade (10, 20), that the component parts (16, 17, 18) of the rotor blade (10, 20) have a lower blade part (17) and an upper blade part (18) adjacent thereto in the longitudinal direction of the blade, wherein the blade vane (11) is divided into lower and upper blade parts (17 and 18) in the blade longitudinal direction, and that the lower blade part (17) comprises the platform (12) and at least part of the blade root.
2. Rotor blade according to claim 1, **characterised in that** the component parts (16, 17, 18) are connected together at least partially by form fit.
3. Rotor blade according to claim 1 or 2, **characterised in that** the upper blade part (18) also comprises the blade tip (15).
4. Rotor blade according to claim 1, **characterised in that** to absorb the centrifugal forces acting on the upper blade part (18), a tension rod (16, 21) extending in the blade longitudinal direction is arranged in the interior of the rotor blade (10, 20), that the upper end of the tension rod (16, 21) is in engagement with the lower end of the upper blade part (18), and that the lower end of the tension rod (16, 21) transfers the tensile forces to the blade root (14).
5. Rotor blade according to claim 4, **characterised in that** the tension rod (16) has a foot portion (16b) which forms part of the blade root (14).
6. Rotor blade according to claim 5, **characterised in that** foot portion (16b) of the tension rod (16) engages behind the lower blade part (17).
7. Rotor blade according to any of claims 4 to 6, **characterised in that** a first angle element (18a) bent towards the inside is arranged on the upper blade part (18), and that the tension rod (14, 21) is in engagement with the upper blade part (18) such that with a second angle element (16a, 22b, 23b) it engages behind the first angle element (18a).

8. Rotor blade according to claim 4, **characterised in that** the tension rod (21) consists of a plurality of part rods (22, 23) arranged in parallel in the blade longitudinal direction.

9. Rotor blade according to claim 8, **characterised in that** the part rods (22, 23) are arranged spaced apart from each other transversely to the blade longitudinal direction, and that the spacing of the part rods (22, 23) is established by spacers (24, 25) which can be inserted subsequently.

Revendications

1. Aube (10, 20) pour une turbine à gaz, cette aube (10, 20) comprenant une pale (11), une pointe d'aube (15), un pied d'aube (14) et une plate-forme (12) formée entre la pointe d'aube (15) et le pied d'aube (14) et étant constituée de plusieurs parties individuelles (16, 17, 18), dont le matériau est adapté à l'utilisation de chacune des parties individuelles, **caractérisée en ce que** chacun des parties individuelles (16, 17, 18) présente des dimensions nettement inférieures à la pale assemblée (10, 20), **en ce que** les éléments individuels (16, 17, 18) de l'aube (10, 20) comprennent une partie d'aube inférieure (17) et une partie d'aube supérieure (18) la prolongeant dans la direction longitudinale de l'aube, la pale (11) étant divisée, dans la direction longitudinale de l'aube, dans les parties inférieure et supérieure de l'aube (17 ou 18) et **en ce que** la partie d'aube inférieure (17) comprend la plate-forme (12) et au moins une partie du pied d'aube.
2. Aube selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les parties individuelles (16, 17, 18) sont reliées entre elles au moins partiellement par complémentarité de forme.
3. Aube selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la partie d'aube supérieure (18) comprend la pointe d'aube (15).
4. Aube selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, pour l'absorption des forces centrifuges qui s'exercent sur la partie d'aube supérieure (18), à l'intérieur de l'aube (10, 20) se trouve un tirant d'ancrage (16, 21) s'étendant dans la direction longitudinale de l'aube, **en ce que** le tirant d'ancrage (16, 21) s'emboîte, avec son extrémité supérieure, avec l'extrémité inférieure de la partie d'aube supérieure (18) et **en ce que** le tirant d'ancrage (16, 21) transmet les forces de traction dans le pied de l'aube (14) avec son extrémité inférieure.
5. Aube selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le tirant d'ancrage (16) comprend une portion

de pied (16b) qui constitue une partie du pied d'aube (14).

6. Aube selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le tirant d'ancrage (16) accroche la partie d'aube inférieure (17) par derrière avec la portion de pied (16b). 5

7. Aube selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que**, au niveau de la partie d'aube supérieure (18), se trouve un premier élément angulaire incliné (18a) et **en ce que** le tirant d'ancrage (14, 21) s'emboîte avec la partie d'aube supérieure (18), grâce au fait qu'il s'emboîte, avec un deuxième élément angulaire (16a, 22b, 23b), derrière le premier élément angulaire (18a). 10 15

8. Aube selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le tirant d'ancrage (21) est constitué de plusieurs tirants partiels (22, 23) disposés parallèlement dans la direction longitudinale de l'aube. 20

9. Aube selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les tirants partiels (22, 23) sont écartés les uns des autres transversalement par rapport à la direction longitudinale de l'aube et **en ce que** la distance entre les tirants partiels (22, 23) est déterminée par des entretoises (24, 25) pouvant être insérées ultérieurement. 25 30

30

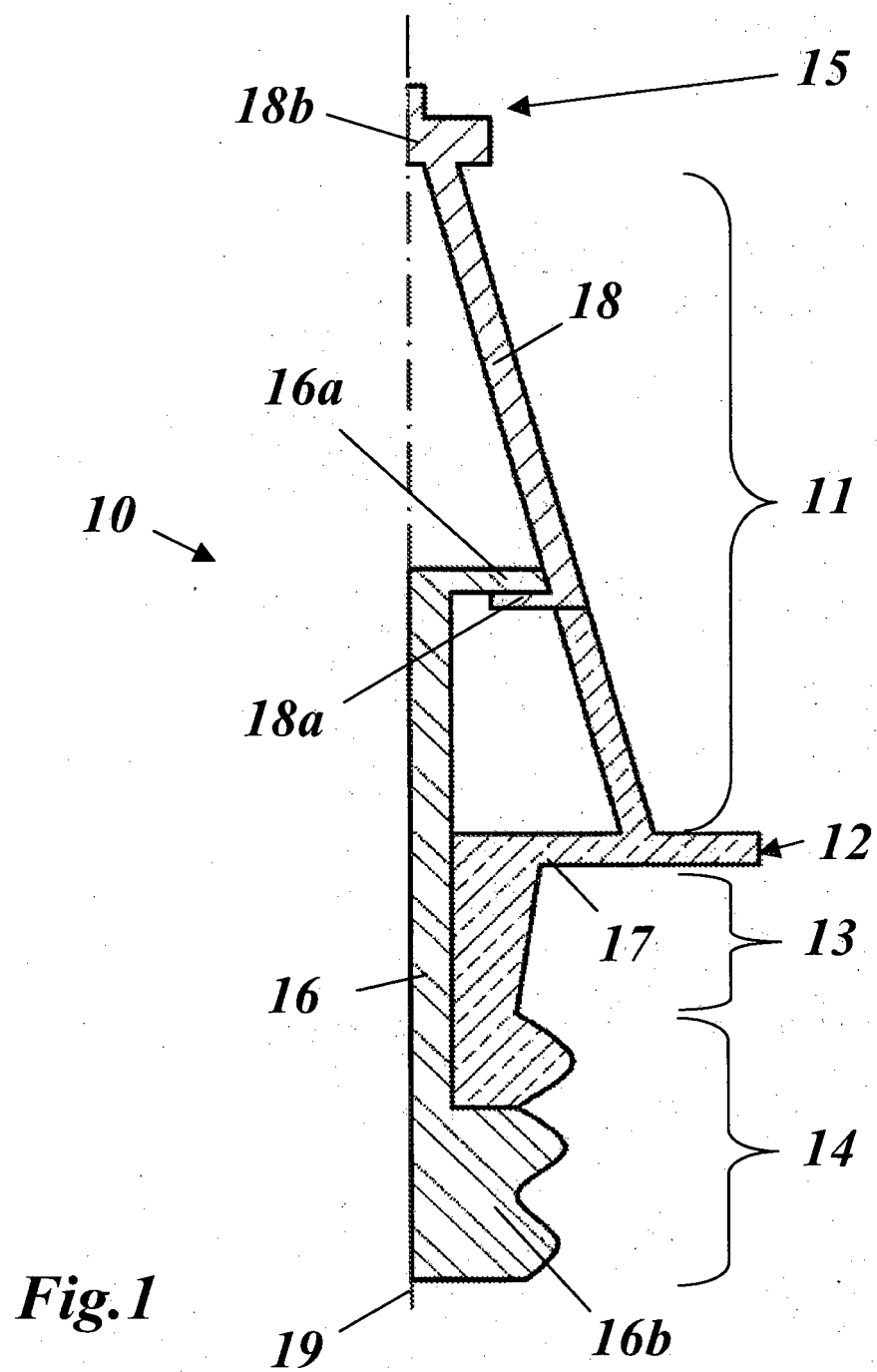
35

40

45

50

55



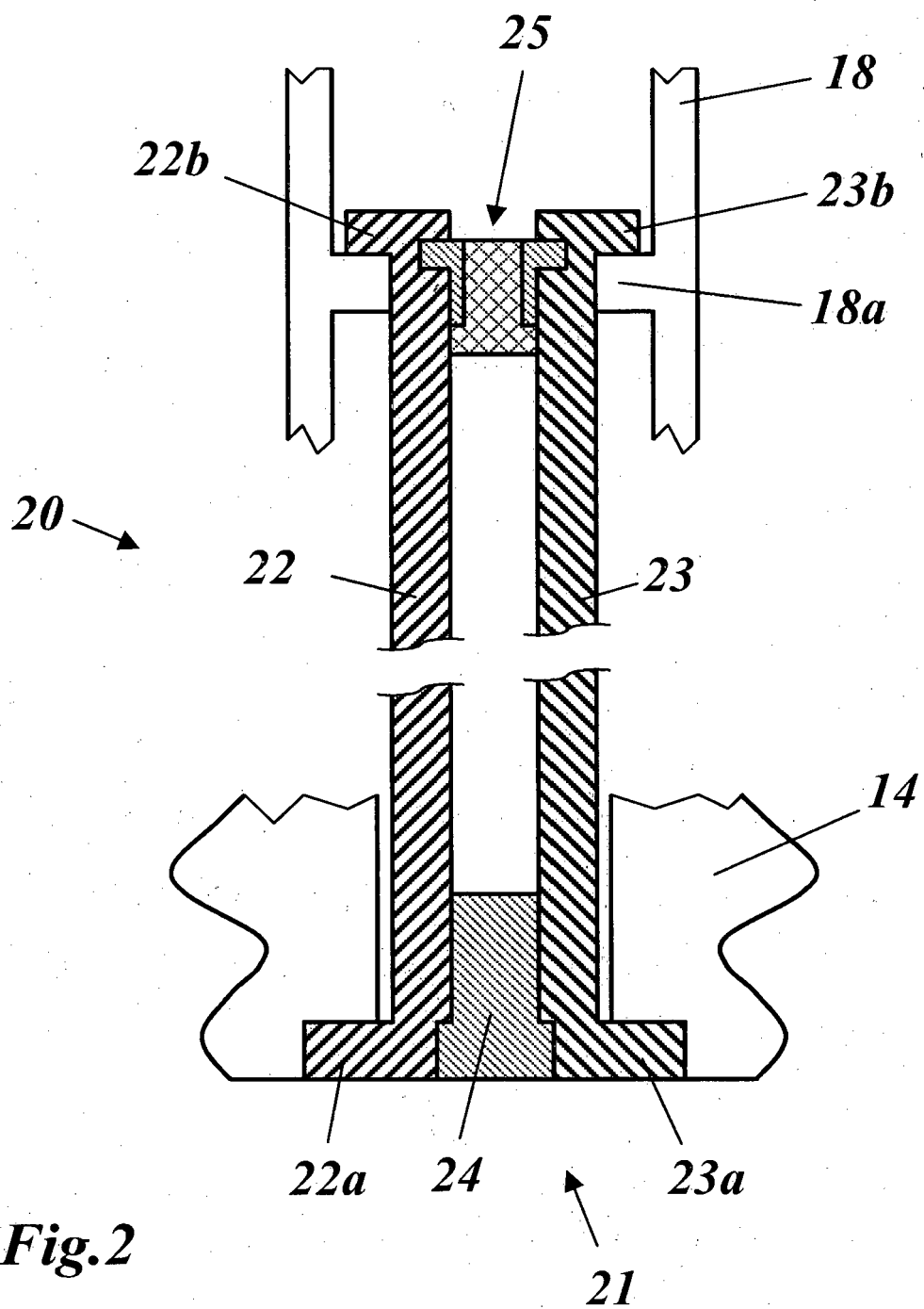


Fig.2

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

- US 6331217 B1 **[0002]**
- US 20060120869 A1 **[0003]**
- US 4473336 A **[0003]**
- US 4563128 A **[0003]**
- NL 7905608 A **[0004]**
- DE 2834843 **[0004]**
- US 4786234 A **[0005]**
- EP 1905954 A **[0006]**
- FR 2463849 **[0007]**