

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 714 390 B1**

(51) Int. Cl.: **F01D 9/00** (2006.01)
F02C 6/12 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01293/18

(22) Anmeldedatum: 23.10.2018

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.05.2019

(30) Priorität: 22.11.2017
DE 10 2017 127 628.9

(24) Patent erteilt: 14.04.2022

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.04.2022

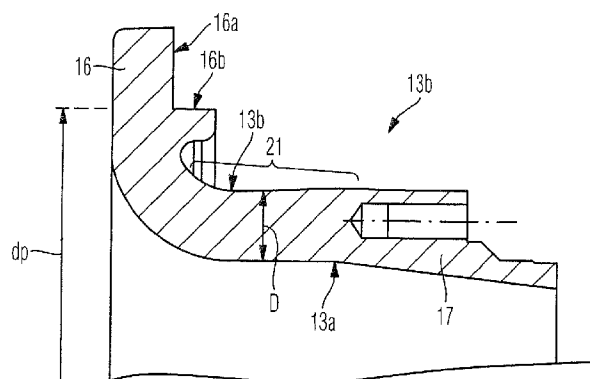
(73) Inhaber:
MAN Energy Solutions SE, Stadtbachstrasse 1
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
Steffen Braun, 86159 Augsburg (DE)
Jiri Klima, 67571 Namest nad Oslavou (CZ)
Vladimir Hort, 59501 Veklá Bites (CZ)
Tobias Weisbrod, 86150 Augsburg (DE)
Bernd Haas, 86356 Neusäss (DE)
Johannes Niebuhr, 86159 Augsburg (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Turbine und Turbolader.**

(57) Turbine für einen Turbolader, zur Entspannung eines Mediums, mit einem Turbinenrotor, mit einem Turbinengehäuse mit einem Einsatzstück (13), das radial außen angrenzend an Laufschaufeln des Turbinenrotors verläuft, wobei das Einsatzstück (13) an einem stromaufwärtigen Ende einen ersten Flansch (16) und an einem stromabwärtigen Ende einen zweiten Flansch (17) aufweist, und wobei das Einsatzstück (13) in einem mittleren Abschnitt (21), der sich zwischen dem ersten Flansch (16) und dem zweiten Flansch (17) erstreckt, eine annähernd konstante Dicke (D) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbine und einen Turbolader mit einer Turbine.

[0002] Fig. 1 zeigt den grundsätzlichen, aus dem Stand der Technik bekannten, Aufbau eines Turboladers 1.

[0003] Der Turbolader 1 verfügt über eine Turbine 2 zur Entspannung eines ersten Mediums, insbesondere zur Entspannung von Abgas einer Brennkraftmaschine. Ferner verfügt ein Turbolader 1 über einen Verdichter 3 zur Verdichtung eines zweiten Mediums, insbesondere von Ladeluft, und zwar unter Nutzung von in der Turbine 2 bei der Entspannung des ersten Mediums gewonnener Energie.

[0004] Die Turbine 2 verfügt über ein Turbinengehäuse 4 und einen Turbinenrotor 5. Der Verdichter 3 verfügt über ein Verdichtergehäuse 6 und einen Verdichterroter 7. Der Verdichterroter 7 ist mit dem Turbinenrotor 5 über eine Welle 8 gekoppelt, die in einem Lagergehäuse 9 gelagert ist, wobei das Lagergehäuse 9 zwischen dem Turbinengehäuse 4 und dem Verdichtergehäuse 5 positioniert und sowohl mit dem Turbinengehäuse 4 und dem Verdichtergehäuse 5 verbunden ist. Ferner zeigt Fig. 1 einen verdichterseitigen Schalldämpfer 10.

[0005] Das Turbinengehäuse 4 der Turbine 2 umfasst ein Zuströmgehäuse 11 und ein Abströmgehäuse 12. Über das Zuströmgehäuse 11 kann das im Bereich der Turbine 2 zu entspannende erste Medium dem Turbinenrotor 5 zugeführt werden. Über das Abströmgehäuse 12 oder über ein nicht gezeigtes Abgasrohr strömt im Bereich des Turbinenrotors 5 entspanntes erstes Medium von der Turbine 2 weg.

[0006] Das Turbinengehäuse 4 umfasst neben dem Zuströmgehäuse 11 und dem Abströmgehäuse 12 ein Einsatzstück 13, wobei das Einsatzstück 13 insbesondere im Bereich des Zuströmgehäuses 11 verläuft, und zwar benachbart zum Turbinenrotor 5 radial außen angrenzend an Laufschaufeln 14 des Turbinenrotors 5. Das Turbinengehäuse 4 umfasst weiterhin einen Düsenring 15. Der Düsenring 15 wird auch als Turbinenleitapparat bezeichnet.

[0007] Im Betrieb kann es zu einem Schadensfall an der Turbine 2 kommen. Hierbei können sich insbesondere Bruchstücke vom Turbinenrotor 5 lösen und das Turbinengehäuse 4 durchschlagen. Dies muss vermieden werden. Daher ist es aus der Praxis bereits bekannt, eine Turbine 2 eines Turboladers 1 mit einem Berstschutz auszustatten, zum Beispiel einer Einhausung.

[0008] Es besteht Bedarf daran, den Berstschutz durch turbineninterne Maßnahmen zu verbessern, um zum Beispiel eine Einhausung mit geringerer Wandstärke ausführen zu können, um so Kosten- und Gewichtsvorteile zu realisieren.

[0009] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine neuartige Turbine und einen neuartigen Turbolader zu schaffen. Diese Aufgabe wird durch eine Turbine nach Anspruch 1 und einen Turbolader nach Anspruch 10 gelöst. Erfindungsgemäß weist das Einsatzstück in einem mittleren Abschnitt, der sich zwischen dem ersten Flansch und dem zweiten Flansch bzw. im Bereich des Turbinenrades erstreckt, eine annähernd konstante Dicke auf.

[0010] Das Einsatzstück der erfindungsgemäßen Turbine erlaubt es im Schadensfall der Turbine kinetische Energie von Bruchstücken des Turbinenrotors definiert abzufangen und abzubauen, sodass es möglich ist, andere Maßnahmen zur Containmentsicherheit, wie zum Beispiel eine Einhausung, einfacher unter Realisierung von Kosten- und Gewichtsvorteilen auszuführen und angrenzende Strukturen zu entlasten.

[0011] Die Dicke des mittleren Abschnitts des Einsatzstücks ist durch den radialen Abstand zwischen einer radial inneren, strömungsführenden Wandung des Einsatzstücks und einer radial äußeren Wandung des Einsatzstücks definiert ist, wobei sich die annähernd konstante Dicke um maximal $\pm 10\%$ bezogen auf eine mittlere Dicke des mittleren Abschnitts verändert. Die mittlere Dicke des mittleren Abschnitts beträgt vorzugsweise zwischen 3% und 9% eines Passdurchmessers des Einsatzstücks, wobei der Passdurchmesser durch eine am ersten Flansch des Einsatzstücks ausgebildete, radiale Anlagefläche für einen Abschnitt des Turbinengehäuses definiert ist. Hiermit kann die Containmentsicherheit im Bereich der Turbine besonders vorteilhaft bereitgestellt werden, und zwar unter Bereitstellung von Kosten- und Gewichtsreduktionen.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Turbolader nach dem Stand der Technik,
- Fig. 2 ein Detail einer erfindungsgemäßen Turbine bzw. eines erfindungsgemäßen Turboladers,
- Fig. 3 ein weiteres Detail der erfindungsgemäßen Turbine bzw. des erfindungsgemäßen Turboladers.

[0013] Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine Turbine und einen Turbolader. Der grundsätzliche Aufbau einer Turbine und eines Turboladers nach dem Stand der Technik wurde bereits unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Nachfolgend wird nur auf Details einer erfindungsgemäßen Turbine und eines erfindungsgemäßen Turboladers eingegangen, durch die sich die Turbine vom Stand der Technik unterscheidet.

[0014] Fig. 2 und 3 zeigen Details einer erfindungsgemäßen Turbine eines Turboladers, wobei Fig. 1 einen Ausschnitt im Bereich des Einsatzstücks 13, des angrenzenden Düsenrings 15 sowie des angrenzenden Zuströmgehäuses 11 des Turbinengehäuses 4 zeigt.

[0015] Das Einsatzstück 13 erstreckt sich radial angrenzend an die Laufschaufeln 14 des Turbinenrotors 5 und begrenzt zumindest abschnittsweise einen Strömungskanal der Turbine 2.

[0016] Das Einsatzstück 13 weist an einem stromaufwärtigen Ende einen ersten Flansch 16 und an einem stromabwärtigen Ende einen zweiten Flansch 17 auf.

[0017] Am ersten Flansch 16 kommt das Einsatzstück 13 an einem Abschnitt 18 des Zuströmgehäuses 11 des Turbinengehäuses 4 zur Anlage, wobei an diesem Flansch 16 einerseits eine axiale Anlagefläche 16a und andererseits eine radiale Anlagefläche 16b für den Abschnitt 18 des Zuströmgehäuses 11 ausgebildet ist. Die radiale Anlagefläche 16b im Bereich dieses stromaufwärtigen Flansches 16 definiert einen sogenannten Passdurchmesser d_p des Einsatzstücks 13.

[0018] Am gegenüberliegenden, stromabwärtigen Ende ist der zweite Flansch 17 des Einsatzstücks 13 ausgebildet, über welchen das Einsatzstück 13 am stromabwärtigen Ende desselben mit einem weiteren Abschnitt 19 des Zuströmgehäuses 11 der Turbine 2 zusammenwirkt, wobei sich gemäß Fig. 2 durch diesen Abschnitt 19 des Zuströmgehäuses 11, der einen Flansch ausbildet, und den zweiten Flansch 17 des Einsatzstücks 13 mehrere Schrauben 20 erstrecken, die beim Anziehen den Flansch 16 am stromaufwärtigen Ende des Einsatzstücks 13 gegen den Abschnitt 18 des Zuströmgehäuses 11 drücken, nämlich in Axialrichtung mit der axialen Anlagefläche 16a.

[0019] Zwischen dem ersten Flansch 16 am stromaufwärtigen Ende und dem zweiten Flansch 17 am stromabwärtigen Ende des Einsatzstücks 13 ist ein mittlerer Abschnitt 21 des Einsatzstücks 13 ausgebildet, wobei dieser mittlere Abschnitt 21 des Einsatzstücks 13 durch eine annähernd konstante Dicke D gekennzeichnet ist. Diese Dicke D ist durch den radialen Abstand zwischen einer radial inneren, strömungsführenden Wandung 13a des Einsatzstücks 13 und einer radial äußeren Wandung 13b des Einsatzstücks 13 definiert.

[0020] Eine annähernd konstante Dicke D dieses Abschnitts 21 des Einsatzstücks 13 bedeutet, dass sich im Bereich des Abschnitts 21 die Dicke D, bezogen auf eine mittlere Dicke des mittleren Abschnitts 21, um maximal $\pm 10\%$ verändert, vorzugsweise um maximal $\pm 7\%$, besonders bevorzugt um maximal $\pm 5\%$.

[0021] Die annähernd konstante Dicke verändert sich zusätzlich oder alternativ um maximal ± 2 mm, bezogen auf die mittlere Dicke des mittleren Abschnitts 21.

[0022] Die mittlere Dicke ist durch einen Mittelwert sämtlicher Dicken des mittleren Abschnitts 21 entlang dessen axialer Erstreckung definiert.

[0023] Die mittlere Dicke des mittleren Abschnitts 21 beträgt insbesondere zwischen 3% und 9% , bevorzugt zwischen 4% und 8% , besonders bevorzugt zwischen 5% und 7% , des Passdurchmessers d_p .

[0024] Beim Einsatzstück 13 handelt es sich vorzugsweise um ein Gussbauteil, das bereits auf Endkontur vorgegossen ist. Lediglich im Bereich der radial inneren, strömungsführenden Wandung 13a ist eine Bearbeitung des Einsatzstücks 13 vorgesehen, die vorzugsweise durch Drehen erfolgt.

[0025] Mit der Erfindung lässt sich im Schadensfall durch das Einsatzstück 13 die kinetische Energie von Bruchstücken des Turbinenrotors 5 definiert abbauen. Sonstige Maßnahmen zur Containmentsicherheit können dadurch einfacher, leichter und kostengünstiger ausgeführt werden. Ferner lässt sich zwischen Einsatzstück 13 und Turbinenrotor 5 ein optimaler Spalt einstellen. Im Betrieb besteht keine Gefahr, dass das Einsatzstück 13 infolge thermischer Ausdehnungen in Richtung auf den Turbinenrotor 5 wandert und diese Spalt verringert.

[0026] Es ergeben sich somit verbesserte thermische Eigenschaften des Turboladers durch die definierte Wandstärke. Durch kleine und damit flexible Wanddicken wird die Belastung durch die thermische Ausdehnung auf die Bauteile aufgefangen durch elastisch flexible Verformung. Es ergibt sich eine günstigere Flanschbelastung zwischen Flansch Lagergehäuse/Turbinenzuflussgehäuse und eine Wirkungsgradsteigerung durch optimale kleinere Spalte zwischen Düsenring und Einsatzstück.

[0027] Ein weiterer positiver Effekt der Erfindung ist, dass ein Absprengen des Flanschbereiches (Flansch Lagergehäuse-Turbinenzuflussgehäuse) verhindert wird dadurch, dass die Wanddicke nicht nur radial definiert ist, sondern auch im Übergangsbereich oberhalb des radialen Bereiches. Dadurch wird die auf diesen Flansch einwirkende Kraft im definierten Bereich gehalten.

Bezugszeichenliste

[0028]

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | Turbolader |
| 2 | Turbine |
| 3 | Verdichter |
| 4 | Turbinengehäuse |
| 5 | Turbinenrotor |

6	Verdichtergehäuse
7	Verdichterrotor
8	Welle
9	Lagergehäuse
10	Schalldämpfer
11	Zuströmgehäuse
12	Abströmgehäuse
13	Einsatzstück
13a	Wandung
13b	Wandung
14	Laufschaufel
15	Düsenring
16	Flansch
16a	Anlagefläche
16b	Anlagefläche
17	Flansch
18	Abschnitt
19	Abschnitt
20	Schraube
21	Abschnitt

Patentansprüche

1. Turbine für einen Turbolader, zur Entspannung eines Mediums, mit einem Turbinenrotor (5), mit einem Turbinengehäuse (4), mit einem Einsatzstück (13), das radial außen angrenzend an Laufschaufeln (14) des Turbinenrotors (5) verläuft, wobei das Einsatzstück (13) an einem stromaufwärtigen Ende einen ersten Flansch (16) und an einem stromabwärtigen Ende einen zweiten Flansch (17) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einsatzstück (13) in einem mittleren Abschnitt (21), der sich zwischen dem ersten Flansch (16) und dem zweiten Flansch (17) erstreckt, eine annähernd konstante Dicke (D) aufweist, wobei sich die annähernd konstante Dicke (D) zwischen dem ersten Flansch (16) und dem zweiten Flansch (17) um maximal $\pm 10\%$ und/oder um maximal ± 2 mm bezogen auf eine mittlere Dicke des mittleren Abschnitts (21) verändert.
2. Turbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke (D) durch den radialen Abstand zwischen einer radial inneren, strömungsführenden Wandung (13a) und einer radial äußeren Wandung (13b) definiert ist.
3. Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Passdurchmesser (d_p) durch eine am ersten Flansch (16) des Einsatzstücks (13) ausgebildete radiale Anlagefläche (16b) für einen Abschnitt (18) des Turbinengehäuses definiert ist.
4. Turbine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Dicke des mittleren Abschnitts (21) zwischen 3% und 9% eines Passdurchmessers (d_p) des Einsatzstücks (13) beträgt.
5. Turbine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Dicke zwischen 4% und 8% des Passdurchmessers (d_p) beträgt.
6. Turbine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Dicke zwischen 5% und 7% des Passdurchmessers (d_p) beträgt.
7. Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einsatzstück (13) über Schrauben (20), die sich durch einen Flansch (19) eines Zuströmgehäuses (11) des Turbinengehäuses (4) und den zweiten Flansch (17) des Einsatzstücks (13) erstrecken, am stromabwärtigen Ende des Einsatzstücks (13) mit dem Zuströmgehäuse (11) verschraubt ist.
8. Turbolader, mit einer Turbine (2) zur Entspannung eines ersten Mediums, mit einem Verdichter (3) zur Verdichtung eines zweiten Mediums, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist.

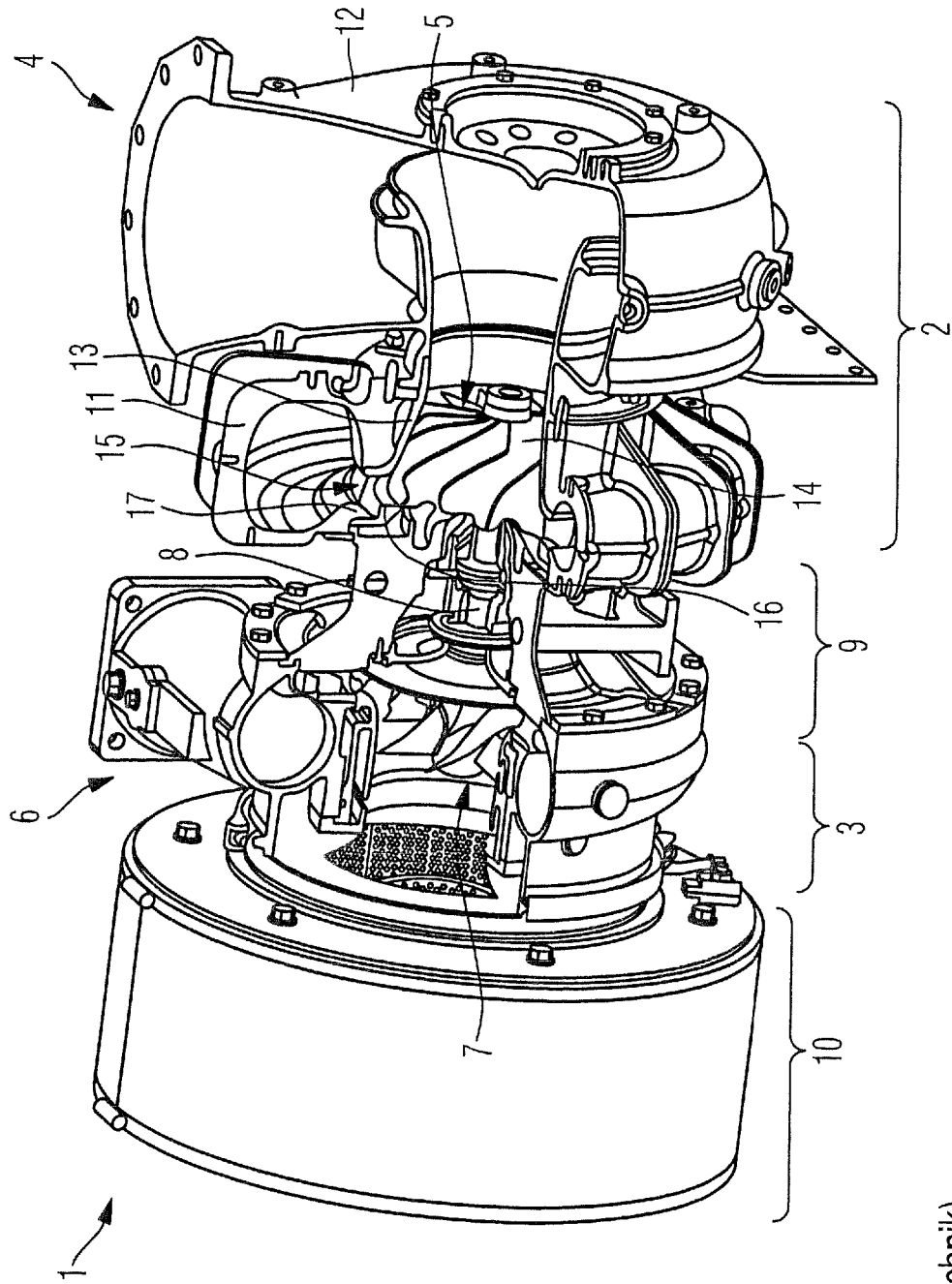


Fig. 1
(Stand der Technik)

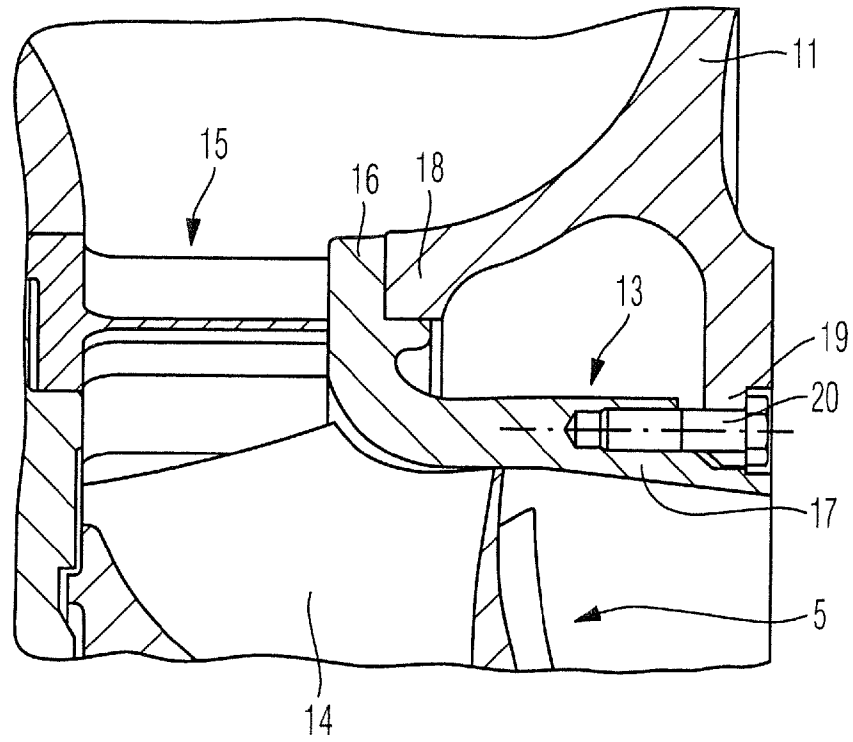


Fig. 2

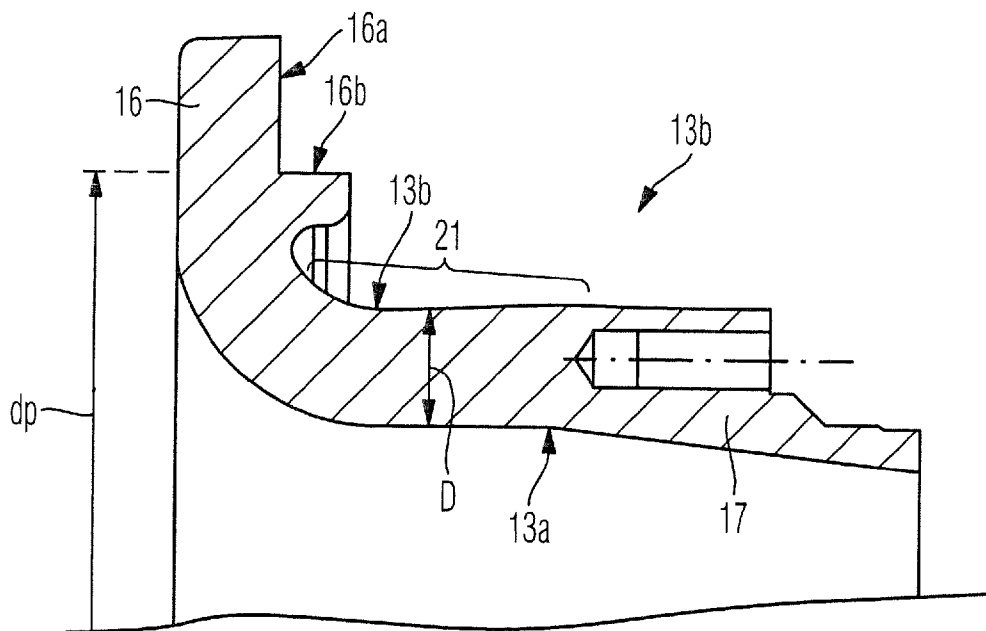


Fig. 3