



(11) **EP 2 366 870 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2011 Patentblatt 2011/38

(51) Int Cl.:
F01D 5/02 (2006.01) F02C 6/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11157850.6**

(22) Anmeldetag: **11.03.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **16.03.2010 DE 102010011486**

(71) Anmelder: **Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Czerwinski, Klaus**
71296, Heimsheim (DE)
• **Schlegl, Martin**
73635, Rudersberg (DE)
• **Berger, Thomas**
71254, Ditzingen (DE)
• **Gamm, Oliver**
73054, Eislingen (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner**
Rechtsanwälte Notare Patentanwälte
Königstrasse 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) **Rotor für einen Abgasturbolader**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor (1) für eine Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, mit einer ein Turbinenrad (2) und ein Verdichterrad tragenden Welle (3). Erfindungswesentlich ist dabei, dass zur Anbindung insbesondere des Turbinen-

rades (2) an die Welle (3) zumindest zwischen diesem und der Welle (3) wenigstens ein poröses metallisches oder keramisches Zwischenstück (4) vorgesehen ist, das über einen Infiltrationsprozess mit dem Turbinenrad (2) und/oder der Welle (3) verbunden ist.

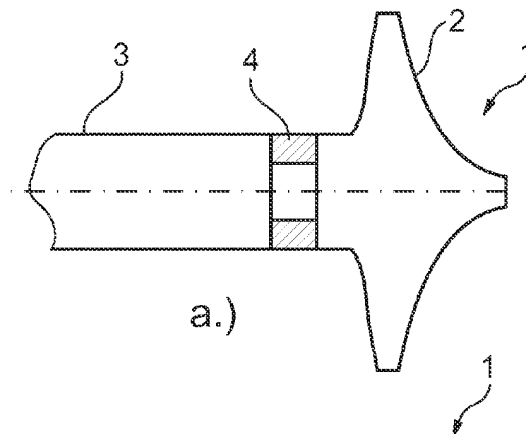


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für eine Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, mit einer ein Turbinenrad und ein Verdichterrad tragenden Welle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine mit einem derartigen Rotor ausgestattete Ladeeinrichtung. Die Erfindung betrifft zusätzlich einen Rotor für eine Ladeeinrichtung, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und 10.

[0002] Aus der DE 10 2004 025 049 A1 ist ein gattungsgemäßer Rotor bekannt, wobei die Welle zwischen einem Turbinenrad und einer Lagerung wenigstens eine Wärmeisolierung aufweist, deren Wärmedurchlässigkeit geringer ist als die der an die Wärmeisolierung angrenzenden Bereiche der Welle und die den Wärmedurchgang durch die Welle behindert. Hierdurch soll insbesondere ein verbessertes Wärmemanagement erreicht werden.

[0003] Aus der EP 1 002 935 A1 ist ein weiterer Rotor bekannt, bei welchem ein Turbinenrad über ein Zwischenstück aus einer Nickel- oder Kobalt-Basislegierung besteht. Um dabei einen unerwünschten Wärme-
fluss vom Turbinenrad zu einem den Stahlkörper der Lagerwelle führenden, temperaturempfindlichen Lager reduzieren zu können, ist das Zwischenstück aus mindestens zwei starr miteinander verbundenen Zylinderabschnitten aufgebaut, von denen einer aus der Nickel- oder Kobalt-Basislegierung und ein anderer von einem Stahl gebildet ist mit einer gegenüber dem Werkstoff des Stahlkörpers geringeren Wärmeleitfähigkeit.

[0004] Weitere Rotoren sind bspw. aus der WO 2006/105891 A1 sowie aus der US 4,557,704 bekannt.

[0005] Schließlich ist aus der DE 10 2007 028 346 A1 ein Rotor bekannt, bei welchem ein Turbinenrad mit einer Welle über ein Gewinde verschraubt ist.

[0006] Generell werden Turbinen-/Verdichterräder mit einer zugehörigen Welle üblicherweise über thermische Fügeverfahren, bspw. einem Elektronenstrahl- oder Reibschweißen bzw. einem Löten, verbunden. Dabei sind die zu fügenden Teile massiv und die Teile werden in einem, von der eigentlichen Teileherstellung separaten Fertigungsschritt gefügt. An der Fügestelle des Turbinen-/Verdichterrads mit der Welle treten dabei jedoch eine lokale, oftmals sprunghafte Änderung der Werkstoff-/Gefügeeigenschaften und einhergehend damit eine Bauteilschwächung auf. Darüber hinaus lassen sich nicht alle in Frage kommenden Werkstoffe für ein Turbinen-/Verdichterrad, insbesondere nicht mit intermetallischen Phasen, durch Schmelzfügeverfahren (Strahlschweißen/Löten) miteinander verbinden.

[0007] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Rotor der gattungsgemäßen Art, eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere die im Stand der Technik genannten Nachteile nicht aufweist.

[0008] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch

die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, zur Anbindung insbesondere eines Turbinenrads an eine Welle eines Rotors zwischen der Welle und dem Turbinenrad wenigstens ein poröses, metallisches oder keramisches Zwischenstück vorzusehen, das über einen Infiltrationsprozess mit dem Turbinenrad und/oder der Welle verbunden ist. Das genannte Turbinenrad steht dabei selbstverständlich exemplarisch auch für ein in ähnlicher Weise mit der Welle verbindbares Verdichterrad. Das poröse Zwischenstück kann entweder über Infiltration, bspw. während eines Abgussprozesses des Turbinenrads oder durch einen Angussprozess an die Welle oder aber in einem Sinterprozess an die Welle bzw. das Turbinenrad vorab angesintert und anschließend an die jeweils zweite Komponente durch Infiltration angebunden werden. Denkbar ist insbesondere im Falle eines metallischen Zwischenstücks auch ein Anbinden des Zwischenstücks an das Turbinenrad oder an die Welle durch ein stoffliches Fügen, bspw. ein Schweißen oder ein Löten, wobei anschließend durch Infiltration eine Anbindung an die zweite Komponente vorgenommen wird. Generell bietet dabei die Erfindung folgende Vorteile: Es ist ein Fügen einer Welle und eines Turbinenrads möglich, die völlig unterschiedliche physikalische Eigenschaften, wie bspw. einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, aufweisen, wobei sich insbesondere bei konventioneller stofflicher Fügung mechanisch nicht stabile Phasen im Interface ausbilden können. Das Zwischenstück weist dabei üblicherweise eine geringere Dichte als das Turbinenrad bzw. als die Welle auf, so dass ein Schwerpunkt des Rotors vorteilhaft in Richtung des Verdichters verlagert wird. Auch lässt sich eine Warmverschleißbeständigkeit im Bereich von Radialwellendichtringen aufgrund einer geeigneten werkstofftechnischen Ausgestaltung erhöhen. Von besonderem Vorteil ist jedoch, dass auch bisher nicht miteinander kombinierbare Werkstoffe nun prozesssicher miteinander gefügt, dass heißt aneinander befestigt werden können, wobei im Fügebereich keine sprunghafte Änderung der Werkstoff-Gefügeeigenschaften zu befürchten sind, die zu einer unerwünschten Bauteilschwächung in diesem Bereich führen könnten.

[0010] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung, ist das Zwischenstück als metallisches Zwischenstück ausgebildet und stofflich mit der Welle oder dem Turbinenrad verbunden. Dies würde die optionale Möglichkeit eröffnen, einen der beiden Infiltrationsprozesse, das heißt entweder die Verbindung des Zwischenstücks mit der Welle oder mit dem Turbinenrad durch eine herkömmliche stoffschlüssige Verbindung zu ersetzen. Selbstverständlich kann alternativ zur stoffschlüssigen Verbindung auch ein Ansintern an eines der beiden Bauteile gewählt werden.

[0011] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den

Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0012] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0013] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0014] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Rotor mit einem zwischen einer Welle und einem Turbinen-/Verdichterrad angeordneten Zwischenstück,

Fig. 2 ein mit einer Welle verstemmtes Turbinenrad,

Fig. 3 eine Darstellung wie in Fig. 2, jedoch bei einer anderen Ausführungsform,

Fig. 4 ein Rotor mit einer konischen Welle zur verbesserten Radialausrichtung eines Turbinen-/Verdichterrads.

[0015] Entsprechend der Fig. 1, weist ein erfindungsgemäßer Rotor 1 für eine nicht gezeigte Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, eine ein Turbinenrad 2 tragende Welle 3 auf. Das Turbinenrad 2 kann dabei selbstverständlich analog auch für ein nicht näher bezeichnetes Verdichterrad stehen. Erfindungsgemäß ist nun zur Anbindung des Turbinenrads 2 an die Welle 3 zumindest zwischen diesem und der Welle 3 wenigstens ein poröses, metallisches oder keramisches Zwischenstück 4 vorgesehen, das über einen Infiltrationsprozess mit dem Turbinenrad 2 und/oder mit der Welle 3 verbunden ist. Das erfindungsgemäße Zwischenstück 4 kann dabei eine ringförmige Gestalt aufweisen, wie dies gemäß den Fig. 1 a und 1 b dargestellt ist, oder aber eine scheibenartige Gestalt, wie dies bspw. in Fig. 1c gezeichnet ist. Im Vergleich zu herkömmlichen Verbindungen von Turbinenrädern mit zugehörigen Wellen kann bei dem erfindungsgemäßen Rotor 1 ein Übergang zwischen dem Turbinenrad 2 und der Welle 3 erreicht werden ohne sprunghafte Änderung von Werkstoff-/Gefügeeigenschaften und damit ohne bisher dort auftretende Schwachpunkte. Das Zwischenstück 4 kann dabei bspw. während des Abgussprozesses des Turbinenrads 2 in/an dieses mittels Infiltration angebonden werden und später über einen Angussprozess an die Welle 3. Alternativ ist auch denkbar, dass das Zwischenstück 4 an das Turbinenrad 2 oder an die Welle 3 angesintert ist. In diesem Fall ist bspw. das Zwischenstück 4 mit dem Turbinenrad 2 mittels eines Sinterprozesses verbunden, während die Verbindung zur Welle 3 in einem sich daran

anschließenden Infiltrationsprozess hergestellt wird.

[0016] Generell ist auch denkbar, dass das Zwischenstück 4 als metallisches Zwischenstück 4 ausgebildet ist und zunächst in einem ersten Verbindungsschritt stofflich mit der Welle 3 oder mit dem Turbinenrad 2 verbunden wird. Eine derartige stoffliche Verbindung kann bspw. mittels Schweißen oder Löten erfolgen. In einem sich daran anschließenden Fertigungsschritt wird das Zwischenstück 4 mit der zweiten Komponente, das heißt bspw. mit dem Turbinenrad 2 oder der Welle 3 mittels Infiltrationsprozess verbunden.

[0017] Betrachtet man Fig. 1 b, so kann man erkennen, dass das Zwischenstück 4 in einem Rücken des Turbinenrads 2 integriert, bspw. eingebettet ist. Mit dem erfindungsgemäß hergestellten Rotor 1 ist es insbesondere auch möglich, ein Turbinenrad 2 und eine Welle 3 mit völlig unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, bspw. thermischen Ausdehnungskoeffizienten, prozesssicher miteinander zu verbinden. Aufgrund der Tatsache, dass das Zwischenstück 4 üblicherweise eine geringere Dichte aufweist als das Turbinenrad 2 bzw. die Welle 3 wird darüber hinaus ein Schwerpunkt des Rotors 1 vorteilhaft in Richtung des Verdichters verlagert. Auch kann im erfindungsgemäßen Rotor 1 eine werkstofftechnische Ausgestaltung einer optimalen Warmverschleißbeständigkeit des Rotors 1 im Bereich von Radialwellendichtringen erfolgen. Durch die poröse Struktur des Zwischenstücks 4 wird dieses beim Verbindungsprozess mit der Welle 3 bzw. mit dem Turbinenrad 2 von einem flüssigen Werkstoff der-/desselben infiltriert, wodurch eine besonders feste Verbindung erreicht werden kann. Die Anbindung der Welle 3 an den Verbund aus Turbinenrad 2 und Zwischenstück 4 kann dabei auf folgende Weise dargestellt werden: Angießen (Infiltrieren eines Wellenmaterials in einer geeigneten Vorrichtung) oder durch lokales Aufschmelzen des Wellenmaterial-Rohlings unter axialem Druck an der Stirnseitefügestelle. Selbstverständlich kann dabei der dargestellte Fügeprozess auch in umgekehrter Reihenfolge erfolgen, so dass zunächst ein Anguss bzw. eine Infiltration des Zwischenstücks 4 an die Welle 3 erfolgt und anschließend dieser aus Zwischenstück 4 und Welle 3 gebildete Verbund als Einlegeteil im Gießprozess des Turbinenrads 2 verwendet und vom Material des Turbinenrads 2 infiltriert wird.

[0018] Alternativ zu der gemäß der Fig. 1 gezeigten Ausführungsform, können zur Anbindung des Turbinenrads 2 an die Welle 3 an der Welle 3 nach radial außen abstehende Stege 6 und/oder an einer Aufnahmeöffnung 5 des Turbinenrads 2 nach radial innen abstehende Stege 6' angeordnet sein, die bei einem Aufschieben des Turbinenrads 2 auf die Welle 3 plastisch deformiert werden, wie dies bspw. in der rechten Schnittdarstellung in Fig. 2 gezeigt ist. Die beiden Schnittdarstellungen sind dabei hinsichtlich einer Betrachtungsebene orthogonal zum Schnittbild des Rotors 1 ausgerichtet. In der linken Schnittdarstellung kann man erkennen, dass die Stege 6' als Längsstege ausgebildet sind, wobei selbstver-

ständig auch umlaufende Stege denkbar sind. Die Stege 6' weisen dabei einen geringen Überstand $\bar{u}$ auf, so dass ein Außendurchmesser der Welle 3 größer ist als ein Innendurchmesser der Aufnahmeöffnung 5. Dabei führt ein Verstemmen des Turbinenrads 2 mit der Welle 3 zu einer plastischen Verformung der Stege 6,6', wodurch eine formschlüssige und besonders stabile Verbindung erreicht werden kann. In der oberen Schnittdarstellung in Fig. 2 ist mit dem Bezugszeichen I ein noch nicht verstemmter Bereich bezeichnet, während mit dem Bezugszeichen II der bereits verstemmte Bereich dargestellt ist.

[0019] Gemäß der Fig. 2 sind dabei die Stege 6' als radial nach innen abstehende Stege 6' am Turbinenrad 2 angeordnet, wobei gemäß der Fig. 3 die Stege 6 alternativ oder zusätzlich auch an der Welle 3 als nach radial außen abstehende Stege 6 vorgesehen sein können. Auch in Fig. 3 ist dabei mit dem Bezugszeichen II der bereits verstemmte und mit dem Bezugszeichen I der noch nicht verstemmte Bereich bezeichnet.

[0020] Betrachtet man nochmals die Fig. 2 und 3, so ist klar, dass die Umformvorgänge der Stege 6, 6' beim Verstemmen des Turbinenrads 2 mit der Welle 3 abhängig von der Härte der beiden Materialien sind. Axial benachbart zu den Bereichen mit den Stegen 6, 6' ist zumindest einenends ein Bereich 11 vorgesehen, der keine Stege 6 aufweist und dadurch eine koaxiale Ausrichtung des Turbinen-/Verdichterrads 2 auf der Welle 3 ermöglicht. Ein großer Vorteil dieser Verbindungsart ist, dass zum Verbinden kein zusätzlicher Arbeitsgang, wie bspw. Schrauben oder Schweißen, erforderlich ist. Die Stege 6,6' können dabei nahezu beliebige Ausgestaltungen, insbesondere Riffelungen, Schraubenlinien, etc. aufweisen.

[0021] In Fig. 4 ist eine weitere alternative Ausführungsform zur Verbindung eines Turbinenrads 2 mit einer Welle 3 gezeigt, wobei die Welle 3 in diesem Fall einen sich konisch verjüngenden Bereich 7 mit einem am freien Ende der Welle 3 angeordneten Außengewinde 8 aufweist. Am Turbinenrad 2 ist dazu eine komplementär zum konischen Bereich 7 ausgebildete konische Aufnahmeöffnung 9 vorgesehen, mit einem sich daran anschließenden Innengewinde 10, wobei durch die konische Ausbildung des konischen Bereichs 7 bzw. der konischen Aufnahmeöffnung 9 eine exakte radiale Ausrichtung des Turbinenrads 2 erreicht werden kann. Auch in diesem Fall steht der Begriff Turbinenrad 2 selbstverständlich analog für die Anbindung der Erfindung auf ein Verdichterrad. Denkbar ist selbstverständlich auch, dass das Außengewinde 8 außerhalb des Turbinenrads 2 liegt, wobei in diesem Fall dann auf das Außengewinde 8 eine Mutter aufgeschraubt wird, welche zur Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften mit einer entsprechenden, nicht gezeichneten Kappe abgedeckt wird.

Patentansprüche

1. Rotor (1) für eine Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, mit einer ein Turbinenrad (2) und ein Verdichterrad tragenden Welle (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Anbindung insbesondere des Turbinenrades (2) an die Welle (3) zumindest zwischen diesem und der Welle (3) wenigstens ein poröses metallisches oder keramisches Zwischenstück (4) vorgesehen ist, das über einen Infiltrationsprozess mit dem Turbinenrad (2) und/oder der Welle (3) verbunden ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (4) insbesondere an das Turbinenrad (2) oder an die Welle (3) angesintert ist.
3. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (4) als metallisches Zwischenstück (4) ausgebildet ist und stofflich mit der Welle (3) oder dem Turbinenrad (2) verbunden ist.
4. Rotor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (4) mit der Welle (3) oder mit dem Turbinenrad (2) verschweißt oder verlötet ist.
5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (4) eine ringförmige oder eine scheibenartige Gestalt aufweist.
6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (4) in einen Rücken des Turbinenrades (2) integriert ist.
7. Ladeeinrichtung, insbesondere ein Abgasturbolader, mit einem Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
8. Rotor (1) für eine Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, mit einer ein Turbinenrad (2) und ein Verdichterrad tragenden Welle (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Anbindung insbesondere des Turbinenrades (2) an die Welle (3), an der Welle nach radial außen abstehende Stege (6) und/oder an einer Aufnahmeöffnung (5) des Turbinenrades (2) nach radial innen abstehende Stege (6') angeordnet sind, die bei einem Aufschieben des Turbinenrades (2) auf die Welle (3) plastisch deformiert werden.
9. Rotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (6,6') als Längsstege und/oder als

umlaufende Stege ausgebildet sind.

10. Rotor (1) für eine Ladeeinrichtung, insbesondere für einen Abgasturbolader, mit einer ein Turbinenrad (2) und ein Verdichterrad tragenden Welle (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (3) einen sich konisch verjüngenden Bereich (7) aufweist mit einem am freien Ende der Welle (3) angeordneten Außengewinde (8), wobei das Turbinenrad/Verdichterrad (2) eine komplementär dazu ausgebildete konische Aufnahmeöffnung (9) mit einem sich daran anschließenden Innengewinde (10) besitzt.

15

20

25

30

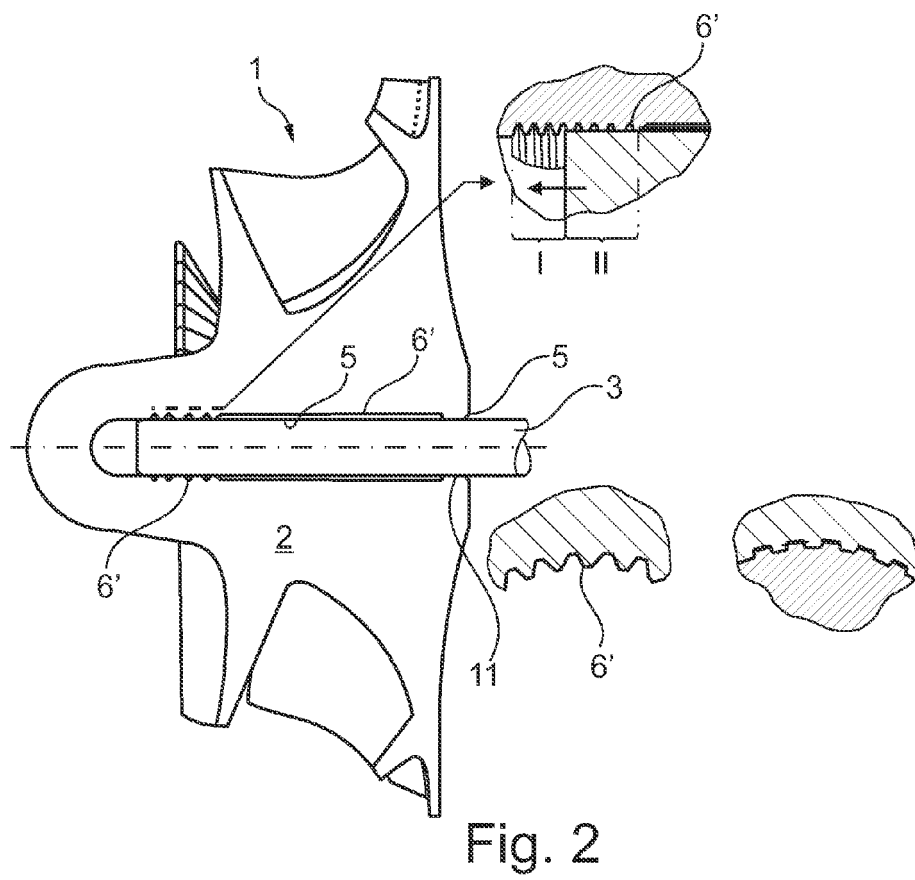
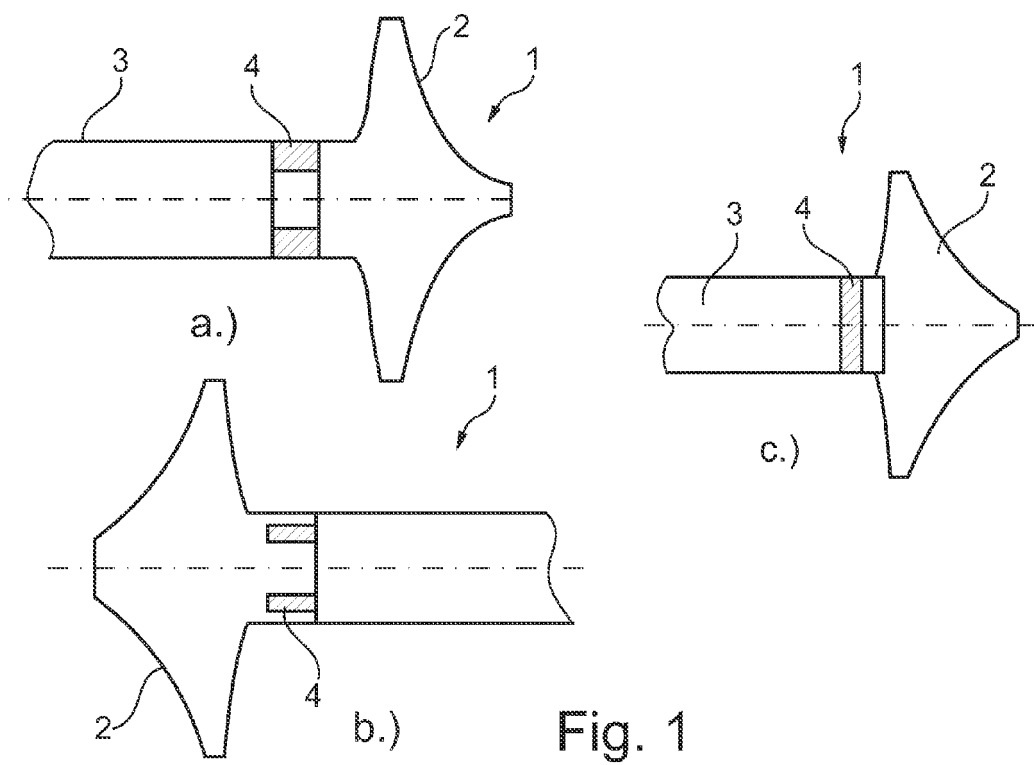
35

40

45

50

55



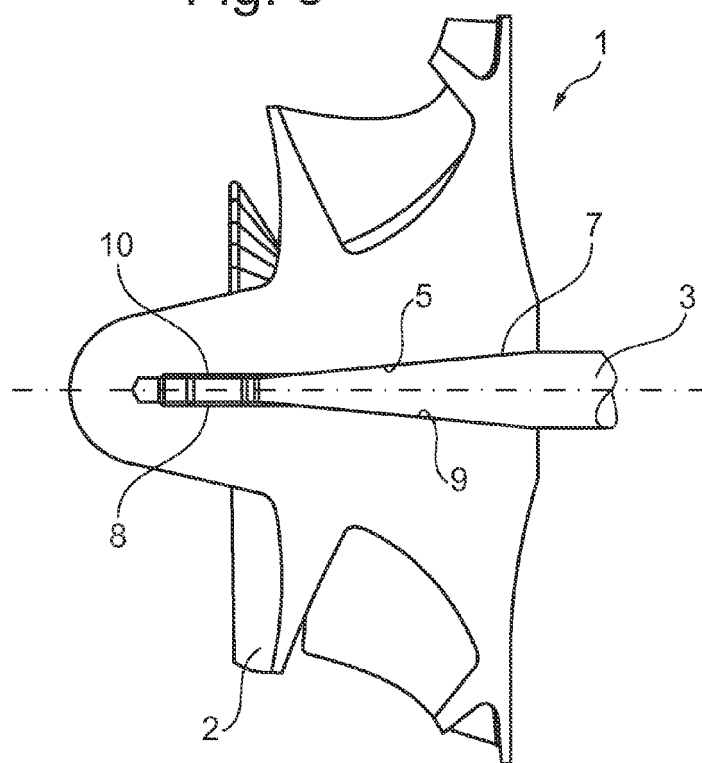
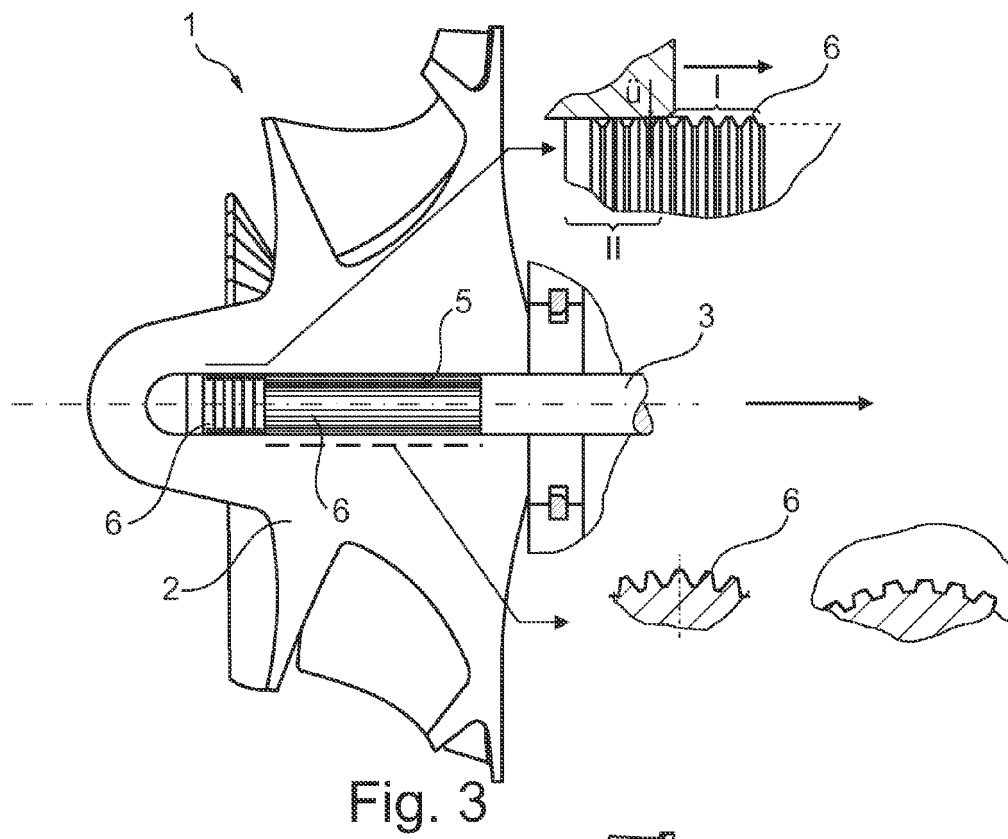


Fig. 4

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

- DE 102004025049 A1 [0002]
- EP 1002935 A1 [0003]
- WO 2006105891 A1 [0004]
- US 4557704 A [0004]
- DE 102007028346 A1 [0005]