

(19)



(11)

EP 2 280 177 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2011 Patentblatt 2011/05

(51) Int Cl.:
F04D 29/02^(2006.01) F04D 29/26^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10169668.0**

(22) Anmeldetag: **15.07.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

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

(72) Erfinder: **Streich, Thomas**
73732, Esslingen (DE)

(30) Priorität: **31.07.2009 DE 102009035629**

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

(54) **Ladevorrichtung, insbesondere Abgasturbolader für ein Kraftfahrzeug**

(57) Die Erfindung betrifft eine Ladevorrichtung (1), insbesondere einen Abgasturbolader für ein Kraftfahrzeug, mit einer ein Verdichterrad (2) tragenden Welle (3), mit einer Fixiereinrichtung (4) zum Fixieren des Verdichterrades (2) auf der Welle (3), mit zumindest einem auf der Welle (3) und durch die Fixiereinrichtung (4) zusammen mit dem Verdichterrad (2) fixierten Bauelement (5,6,7). Durch geschickte Auswahl von Materialien lässt

sich erreichen, dass eine Wärmeausdehnung des Verdichterrades (2) durch den Ausdehnungskoeffizienten (α_3) zumindest eines Bauelementes (5,6,7) zumindest teilweise kompensiert werden kann. Dadurch ist es möglich, die anfängliche Spannkraft, mit der die Bauelemente (5,6,7) auf der Welle (3) positioniert bzw. verspannt werden zu erhöhen, ohne dass die für die verspannten Bauelemente (5,6,7) zulässige Flächenpressung überschritten wird.

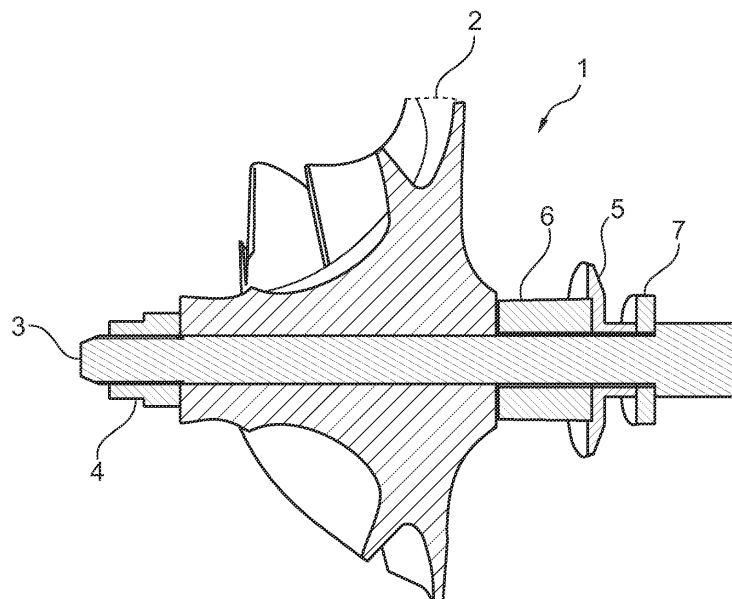


Fig. 1

EP 2 280 177 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ladevorrichtung, insbesondere einen Abgasturbolader für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 196 53 210 C2 ist ein Turbolader für Verbrennungsmotoren bekannt. Dabei wird bei Temperaturschwankungen auf der Verdichterseite sowohl eine Wärmeausdehnung der Welle sowie eines auf der Welle angeordneten Bauelementes, wie z. B. eines Verdichterrades, als auch eine Wärmeausdehnung von Teilbereichen des umgebenden Gehäuses berücksichtigt. Durch zumindest die Ausbildung eines an dem Verdichtergehäuse angeordneten und dem Verdichterrad zugewandten Wandelementes aus Werkstoff, der weicher als der Werkstoff des Verdichterrads ist, kann im Falle einer Wärmeausdehnung das Verdichterrad bei Kontakt mit dem Wandelement dieses soweit abraspeln, bis zwischen Verdichterrad und Wandelement gerade kein Kontakt mehr auftritt. Dadurch ist zusätzlich der Spalt zwischen einer Gehäuseinnenwand und dem Verdichterrad minimiert und der Verdichterwirkungsgrad verbessert.

[0003] Auch Bauelemente, die verdichterseitig auf der Welle angeordnet sind, unterliegen, wie die Welle selbst, im Falle einer Temperaturerhöhung einer Wärmeausdehnung. Dabei ist es derzeit üblich, zumindest einige auf der Welle angeordnete Bauelemente aus einer mit der Welle einheitlichen Stahlsorte herzustellen. Für das Verdichterrad kann zur Gewichtsreduzierung üblicherweise ein Aluminium- oder Titanwerkstoff eingesetzt werden. Um einer Unwuchtbildung des Verdichterrads vorzubeugen, werden die auf der Welle angeordneten Bauelemente durch eine Fixiereinrichtung mit einer dementsprechenden, anfänglichen Spannkraft auf der Welle fixiert. Im Falle einer Temperaturerhöhung dehnt sich jedoch aufgrund des höheren Ausdehnungskoeffizienten das Verdichterrad aus z. B. einem Aluminium- oder Titanwerkstoff stärker aus, als die Welle, auf der das Verdichterrad angeordnet ist. Dadurch erhöht sich die Spannkraft mit der die Bauelemente auf der Welle fixiert werden zusätzlich um eine durch die stärkere Wärmeausdehnung des Verdichterrades hervorgerufene Ausdehnungskraft. Dementsprechend ist diese durch die Wärmeausdehnung auftretende Ausdehnungskraft bei der anfänglichen Spannkraft zu berücksichtigen, da sonst die zulässige Flächenpressung der verspannten Bauelemente überschritten werden kann und es im schlimmsten Fall zu einem Abreißen der Welle kommen kann. Es ist allerdings denkbar, dass die maximal zulässige anfängliche Spannkraft nicht immer für alle Einsatzbereiche der auf der Welle angeordneten Bauelemente ausreichend ist. Aufgrund einer zu geringen anfänglichen Spannkraft, die im Falle einer absinkenden Temperatur, z. B. im Winter, durch den großen Ausdehnungskoeffizienten des Verdichterrades zusätzlich noch abgeschwächt werden kann, kann es zu einem Verrutschen, Verdrehen oder Verkippen des Verdichterrades kom-

men. Daraus kann wiederum eine negative Unwuchtänderung des Verdichterrades resultieren, die als akustische Störung vom Kunden beanstandet werden könnte.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Ladevorrichtung eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine mögliche Erhöhung der anfänglichen Spannkraft, mit der die Bauelemente auf der Welle fixiert werden, auszeichnet, ohne dass in dem gesamten Einsatzbereich die zulässige Flächenpressung der auf der Welle verspannten Bauelemente überschritten wird.

[0005] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, eine Materialpaarung von verdichterseitig auf einer Welle angeordneten Bauelementen sowie der Welle selbst so vorzunehmen, dass in einem vorbestimmten Temperaturbereich ein Ausdehnungskoeffizient zumindest eines Bauelementes kleiner ist als ein Ausdehnungskoeffizient des Verdichterrades. Durch eine solche Materialpaarung kann teilweise eine temperaturbedingte Ausdehnung des Verdichterrades durch eine geringere Ausdehnung des zumindest einen Bauelementes so kompensiert werden, dass die durch die Ausdehnung des Verdichterrades resultierende und auf die Welle wirkende Ausdehnungskraft verringert ist. Da sich das Verdichterrad in Kombination mit dem zumindest einen Bauelement prozentual gegenüber der Welle weniger stark ausdehnt, als das Verdichterrad allein, ist auch die dadurch resultierende Spannkraft reduziert. Dies ermöglicht eine Erhöhung der anfänglichen Spannkraft, mit der die Bauelemente durch eine Fixiereinrichtung auf der Welle positioniert werden, da aufgrund der reduzierten, bei einer Temperaturerhöhung eintretenden Ausdehnungskraft, die maximale Flächenpressung der auf der Welle angeordneten und durch die Fixiereinrichtung positionierten Bauelemente nicht überschritten wird. Aufgrund einer dementsprechend erhöhten anfänglichen Spannkraft ist eine ausreichend stabile Positionierung des Verdichterrades zumindest bzgl. seiner Unwucht auf der Welle sichergestellt.

[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform ist in dem vorbestimmten Temperaturbereich der Ausdehnungskoeffizient des zumindest einen Bauelementes nicht nur kleiner als der Ausdehnungskoeffizient des Turbinenrades sondern sogar kleiner als der Ausdehnungskoeffizient der Welle. Dadurch lässt sich oben beschriebener Effekt vergrößern und demgemäß kann auch die anfängliche Spannkraft weiter erhöht werden.

[0008] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus der Zeichnung und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnung.

[0009] 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.

[0010] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0011] Es zeigt, schematisch, die einzige Fig. 1 ein auf einer Welle fixiertes Verdichterrad.

[0012] Wie in Fig. 1 dargestellt, kann bei einer Ladevorrichtung 1 ein Verdichterrad 2 auf einer Welle 3 mittels einer Fixiereinrichtung 4 fixiert werden. Zusätzlich zu dem Verdichterrad 2 kann des Weiteren auch zumindest ein weiteres Bauelement, wie z. B. eine Dichtungsbuchse 5, ein vorgelagerter, zwischen Dichtungsbuchse 5 und Verdichterrad 2, angeordneter Teilbereich 6 der Dichtungsbuchse 5 und/oder eine Anlaufscheibe 7 durch die Fixiereinrichtung 4 zusammen mit dem Verdichterrad 2 auf der Welle 3 positioniert werden. Um in einem vorbestimmten Temperaturbereich eine Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2, das bevorzugt aufgrund des geringen Gewichts aus einem Aluminium- und/oder Titanwerkstoff hergestellt ist, zumindest teilweise zu kompensieren, wird zumindest ein ebenfalls auf der Welle 3 angeordnetes und zusammen mit dem Verdichterrad 2 durch die Fixiereinrichtung 4 positioniertes Bauelement 5,6,7 aus einem Material hergestellt, dessen Ausdehnungskoeffizient α_3 kleiner ist als der Ausdehnungskoeffizient α_1 des Verdichterrades 2. Aufgrund einer solchen Materialpaarung dehnt sich eine Kombination aus Verdichterrad 2 mit einem Ausdehnungskoeffizienten α_1 und zumindest einem Bauelement 5,6,7 mit einem kleineren Ausdehnungskoeffizienten α_3 ($\alpha_1 > \alpha_3$) relativ gesehen zur Welle 3 weniger stark aus als das Verdichterrad 2 für sich allein genommen. Dies hat zur Folge, dass die aus der Wärmeausdehnung resultierende und auf die Welle 3 wirkende Ausdehnungskraft geringer ist, als im Fall eines Verdichterrades 2 aus einem Aluminium- und/oder Titanwerkstoff und ebenfalls auf der Welle angeordneten Bauelementen 4,5,6,7, die aus einem gleichen Material wie die Welle 3 hergestellt sind oder einen ähnlichen Ausdehnungskoeffizienten α_2 wie die Welle 3 aufweisen.

[0013] Üblicherweise werden durch die Fixiereinrichtung 4 das Verdichterrad 2 sowie weitere Bauelemente 5,6,7 auf der Welle durch Verspannung fixiert. Dabei ist eine anfängliche Spannkraft so zu wählen, dass im Falle einer durch eine Temperaturerhöhung eintretenden Wärmeausdehnung aller Komponenten durch die entstehende und auf die Welle wirkende Ausdehnungskraft die zulässige Flächenpressung der verspannten Bauteile 2,4,6,5,7 nicht überschritten wird. Wären sowohl die Fixiereinrichtung 4 als auch die Bauelemente 5,6,7 aus einem gleichen Material hergestellt, wie die Welle 3, so würde ausschließlich die Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2 zu einer zusätzlich zur Spannkraft auftretenden und auf die Welle 3 wirkenden Ausdehnungskraft im Falle einer Temperaturerhöhung führen. Dies kommt

deshalb zustande, da der Ausdehnungskoeffizient α_2 der Welle aufgrund der üblichen Materialpaarung kleiner ist, als der Ausdehnungskoeffizient α_1 des Verdichterrades 2. Im Falle einer Temperaturerhöhung ist somit unter anderem die entlang der Welle eintretende Ausdehnung des Verdichterrades 2 größer als die Längenausdehnung der Welle 3. Dadurch kommt es, da der axiale Platz des Verdichterrades 2 auf der Welle 3 durch die Fixiereinrichtung 4 beschränkt ist, zu einer aufgrund der Wärmeausdehnung resultierenden Ausdehnungskraftwirkung auf die Welle 3. Deshalb muss die anfängliche Spannkraft, mit der die Bauteile 2,5,6,7 auf der Welle positioniert werden, so gewählt werden, dass auch im Falle einer Wärmeausdehnung die maximal zulässige Flächenpressung der miteinander verspannten Bauteile 2,4,5,6,7 nicht überschritten wird.

[0014] Nun ist es möglich, diese anfängliche Spannkraft zu erhöhen, wenn zumindest eines der Bauelemente 5,6,7 mit einem Ausdehnungskoeffizienten α_3 ausgestattet wird, der zumindest kleiner ist als der Ausdehnungskoeffizient α_1 des Verdichterrades 2. Durch eine solche Maßnahme lässt sich die aufgrund der Temperaturerhöhung einstellende Ausdehnungskraft verringern, wodurch es möglich wird, die anfängliche Spannkraft zu erhöhen. Dies hat wiederum den Vorteil, dass im gesamten, vorbestimmten und betrachteten Temperaturbereich, bzw. dem Betriebsbereich der Ladevorrichtung 1, die auf die Bauteile 2,4,6,5,7 wirkende Spannkraft in einem Bereich bleibt, in dem weder die zulässige Flächenpressung der verspannten Bauteile 2,4,5,6,7 überschritten wird, noch die auf die Bauteile 2,5,6,7 wirkende Spannkraft, z. B. aufgrund einer Temperaturniedrigung, soweit abfällt, dass es zu einem Verrutschen, Verdrehen oder Verkippen zumindest des Verdichterrades 2 kommt.

[0015] Dabei folgt die Wärmeausdehnung folgender Formel

$$l^x = (l_0 + \Delta l)^x = l_0^x (1 + \alpha \cdot \Delta T)^x$$

wobei: α Längenausdehnungskoeffizient

l Länge

x Dimension von 1 bis 3

und die aufgrund der Längenausdehnung resultierenden Kräfte dem Hookschen Gesetz gemäß der Formel:

$$F_l = \frac{E \cdot A}{l_0} \cdot \Delta l$$

mit E Elastizitätsmodul

A Querschnittsfläche.

[0016] Somit tritt aufgrund der Längenausdehnung Δl des Verdichterrades 2, die sich aufgrund des geringeren Ausdehnungskoeffizienten α_2 der Welle 3 nur unvollständig ausbilden kann, eine Dehnung der Welle 3 und eine Stauchung der auf der Welle 3 angeordneten Bauteile 2,4,5,6,7 auf.

[0017] Bevorzugt kann der Ausdehnungskoeffizient α_3 in einem vorbestimmten Temperaturbereich des zumindest einen Bauelements 5,6,7 so gewählt werden, dass er sogar kleiner als der Ausdehnungskoeffizient α_2 der Welle 3 ist. In diesem Fall würde sich die Welle 3 gegenüber dem zumindest einen Bauelement 5,6,7 stärker ausdehnen als das zumindest eine Bauelement 5,6,7. Dadurch kommt es zu einem Platzgewinn im Falle einer Wärmeausdehnung bei einer Temperaturerhöhung, der der Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2 zur Verfügung steht. Durch diese Materialverpaarung kann die aufgrund einer mit einer Temperaturerhöhung einhergehenden Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2 stärker oder sogar bei dementsprechender Ausbildung, nahezu vollständig kompensiert werden. Dadurch ist eine weitere Verminderung der durch Temperaturerhöhung eintretenden Ausdehnungskraft ermöglicht. Dies ist im Prinzip bei allen Ladevorrichtungen 1 durchführbar, bei denen z. B. die Welle aus Stahl oder einer Stahllegierung hergestellt ist und das Verdichterrad aus Aluminium oder Titan oder einer Aluminiumlegierung und/oder einer Titanlegierung hergestellt ist. In diesem Fall ist der Ausdehnungskoeffizient α_2 der Welle 3 in jedem Fall kleiner als der Ausdehnungskoeffizient α_1 des Verdichterrades 2.

[0018] Bevorzugt wird für zumindest ein solches Bauelement 5,6,7 eine Legierung verwendet, die aufgrund des Invar-Effektes der Legierung einen Ausdehnungskoeffizienten α_3 aufweist, der anomal niedrig ist. Solche Legierungen, die eine derartige Invarianz der Dehnung bzgl. einer Temperaturänderung aufweisen (Invar-Effekt) können sogar in bestimmten Temperaturbereichen negative Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Dadurch lassen sich Ausdehnungskoeffizienten α_3 von zumindest einem Bauteil 5,6,7 ausbilden, die nahezu null bzgl. negativ sind.

[0019] Das Prinzip, die Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2 durch zumindest ein Bauelement 5,6,7 mit einem geringeren Ausdehnungskoeffizienten zu kompensieren, kann für jedes zusammen mit dem Verdichterrad 2 auf der Welle angeordneten und durch die Fixiereinrichtung 4 positionierten bzw. verspannten Bauteil angewendet werden. So lassen sich z. B. die Bauelemente 5,6,7 mit einem im Vergleich zu dem Ausdehnungskoeffizienten α_1 des Verdichterrades 2 geringeren Ausdehnungskoeffizienten α_3 ausbilden. Ebenso ist es möglich, zumindest ein Fixierelement der Fixiereinrichtung 4 so auszubilden, dass das zumindest eine Fixierelement einen Ausdehnungskoeffizienten α_f aufweist, der kleiner ist als der Ausdehnungskoeffizient α_1 des Verdichterrades 2. Ebenso lässt sich zumindest ein solches Fixierelement mit einem Ausdehnungskoeffizienten α_f

ausstatten, der auch kleiner als der Ausdehnungskoeffizient α_2 des Wellenabschnittes sein kann. Dies lässt sich, ebenso wie bei den Bauelementen 5,6,7 durch eine Legierung erreichen, die einen Invar-Effekt aufweist. Dadurch ist der Ausdehnungskoeffizient α_f der Legierung eines solchen Fixierelementes anomal niedrig und durch eine solche Ausbildung des Ausdehnungskoeffizienten α_f lässt sich die oben beschriebene Kompensation der Wärmeausdehnung des Verdichterrades 2 bewerkstelligen. Dabei ist es möglich, dass ein solches Fixierelement z. B. als Wellenmutter ausgebildet ist. *****

Patentansprüche

1. Ladevorrichtung (1), insbesondere ein Abgasturbo-lader für ein Kraftfahrzeug,
 - mit einer ein Verdichterrad (2) tragenden Welle (3),
 - mit einer Fixiereinrichtung (4) zum Fixieren des Verdichterrades (2) auf der Welle (3),
 - mit zumindest einem auf der Welle (3) und durch die Fixiereinrichtung (4) zusammen mit dem Verdichterrad (2) fixierten Bauelement (5,6,7), **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest in einem vorbestimmten Temperaturbereich ein Ausdehnungskoeffizient (α_3) des zumindest einen Bauelements (5,6,7) kleiner ist, als ein Ausdehnungskoeffizient (α_1) des Verdichterrades (2).
2. Ladevorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem vorbestimmten Temperaturbereich ein Ausdehnungskoeffizient (α_2) der Welle (3) kleiner ist, als der Ausdehnungskoeffizient (α_1) des Verdichterrades (2).
3. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem vorbestimmten Temperaturbereich der Ausdehnungskoeffizient (α_3) des zumindest einen Bauelements (5,6,7) kleiner ist, als der Ausdehnungskoeffizient (α_2) der Welle (3).
4. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (3) aus Stahl oder einer Stahllegierung hergestellt ist.
5. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichterrad (2) aus Aluminium oder Titan oder einer Aluminiumlegierung und/oder Titan-

legierung hergestellt ist.

6. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet. 5
dass zumindest ein solches Bauelement (5,6,7) aus einer Legierung ausgebildet ist, wobei aufgrund des INVAR-Effektes der Legierung der Ausdehnungskoeffizient (α_3) des zumindest einen Bauelements (5,6,7) anomal niedrig ist. 10

7. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet.
dass der Ausdehnungskoeffizient (α_3) des zumindest einen Bauelements (5,6,7) nahezu null oder negativ ist. 15

8. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet.
dass zumindest ein Fixierelement der Fixiereinrichtung (4) einen Ausdehnungskoeffizienten (α_f) aufweist, der kleiner als der Ausdehnungskoeffizient (α_1) des Verdichterrades (2) ist. 25

9. Ladevorrichtung (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet.
dass zumindest ein solches Fixierelement einen Ausdehnungskoeffizienten (α_f) aufweist, der kleiner als der Ausdehnungskoeffizient (α_2) des Wellenabschnittes ist. 30

10. Ladevorrichtung (1) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet. 35
dass zumindest ein solches Fixierelement aus einer Legierung ausgebildet ist, wobei aufgrund des INVAR-Effektes der Legierung der Ausdehnungskoeffizient (α_f) des zumindest einen Fixierelements anomal niedrig ist. 40

11. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet.
dass zumindest ein solches Fixierelement als Wellenmutter ausgebildet ist. 45

12. Ladevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet. 50
dass zumindest ein solches Bauelement (5,6,7) als eine Dichtungsbuchse (5), als ein Teil (6) der Dichtungsbuchse (5) oder als eine Anlaufscheibe (7) ausgebildet ist. 55

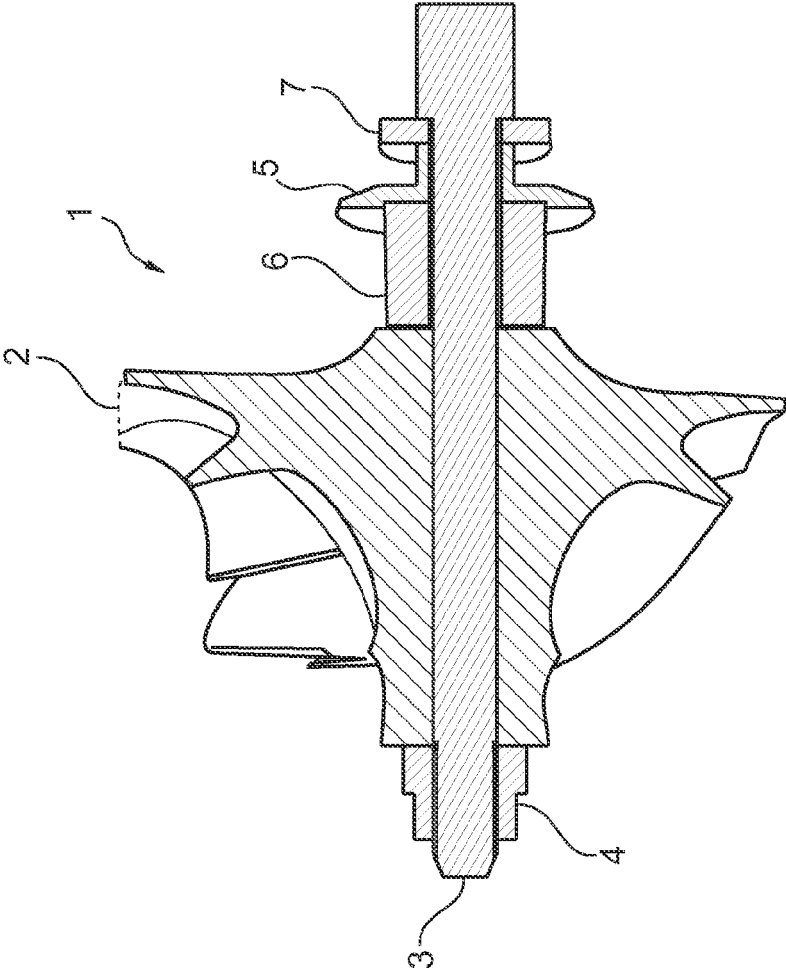


Fig. 1

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 19653210 C2 [0002]