

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Juli 2009 (30.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/092792 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01D 17/16 (2006.01) **F01D 25/16** (2006.01)
F01D 25/12 (2006.01) **F02C 6/12** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/050776

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2009 (23.01.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

A 101/2008 24. Januar 2008 (24.01.2008) AT
A 524/2008 3. April 2008 (03.04.2008) AT
A 523/2008 3. April 2008 (03.04.2008) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1,
A-8020 Graz (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHULZ, Alexander**
[DE/DE]; Dorstenerstrasse 42, 44787 Bochum (DE).

PREVEDEL, Kurt [AT/AT]; Siedlerweg 3, A-8041 Graz
(AT). **DARSCHIEDT, Jürgen** [DE/DE]; Wienburgstrasse
6, 48147 Münster (DE). **BECKER, Michael** [DE/DE];
Wicklersdorfer Landstrasse 4, 50859 Köln (DE).

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Mariahilfer Gürtel 39/17,
A-1150 Wien (AT).

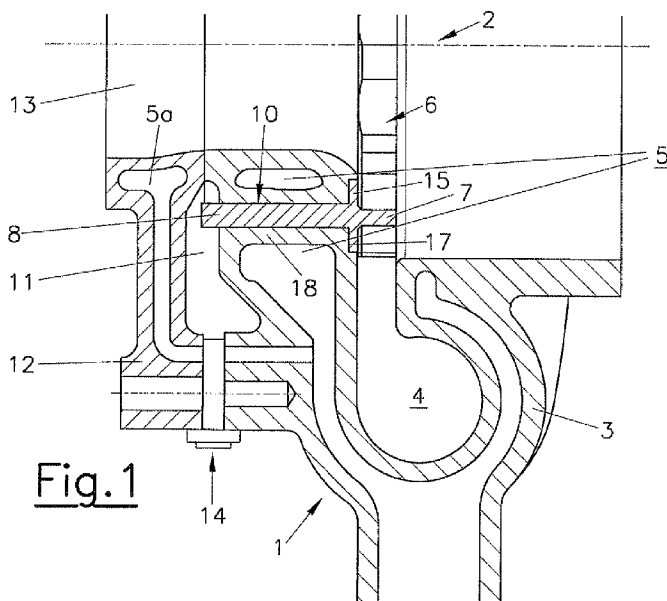
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXHAUST GAS TURBOCHARGER

(54) Bezeichnung: ABGASTURBOLADER



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust gas turbocharger (1) comprising an exhaust gas turbine (2) with an adjustable guide apparatus (6) upstream of a turbine impeller, wherein each guide vane (7) of the guide apparatus (6) is able to rotate by way of a rotatably mounted guide vane shaft (8), and a turbine housing (3) comprising at least one cooling chamber (5) that is proximate to the exhaust gas inlet, a cooling medium flowing through said chamber. In order to improve the cooling of the guide apparatus (6), it is provided that the bearing (10) of the guide vane shaft (8) is located in an area of the turbine housing (3) that is flushed by the cooling medium.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader (1) mit einer Abgasturbine (2) mit einem verstellbaren Leitapparat (6) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, wobei jede Leitschaufel (7) des Leitapparates (6) über eine drehbar gelagerte Leitschaufelwelle (8) verdrehbar ist, sowie mit einem Turbinengehäuse (3), welches zumindest einen von einem Kühlmedium durchströmten Kühlraum (5) im Bereich eines Abgaseintrittes aufweist. Um die Kühlung des Leitapparates (6) zu verbessern, ist vorgesehen, dass die Lagerung (10) der Leitschaufelwellen (8) in einem vom Kühlmedium umspülten Bereich des Turbinengehäuses (3) angeordnet ist.

Abgasturbolader

Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, wobei jede Leitschaufel des Leitapparates über eine drehbar gelagerte Leitschaufelwelle verdrehbar ist, sowie mit einem Turbinengehäuse, welches zumindest einen von einem Kühlmedium durchströmten Kühlraum im Bereich eines Abgaseintrittes aufweist. Weiters betrifft die Erfindung einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, mit einem Tragkörper zur Lagerung der Leitschaufeln, wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern, insbesondere zwischen dem Tragkörper und dem Turbinengehäuse ein definiertes Kaltspiel vorgesehen ist. Ferner betrifft die Erfindung einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, wobei jede Leitschaufel des Leitapparates verdrehbar ist, sowie mit einem Tragkörper zur Lagerung der Leitschaufeln, wobei zwischen dem Tragkörper und dem Turbinengehäuse ein definiertes Kaltspiel vorgesehen ist.

Bei thermisch hoch beanspruchten Abgasturbinen mit variabler Turbinengeometrie entstehen zu Folge unterschiedlicher Wärmedehnungen zwischen feststehenden und bewegten Bauteilen Zwängungen, welchen bisher konstruktiv durch unterschiedliche Ausführungen der Halterung der Leitschaufeln in Verbindung mit hochwarmfesten Werkstoffen begegnet worden ist. Aus der EP 126 444 A2 ist eine Abgasturbine mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, welche in einem Träggerring gelagert sind, der mit Distanzhülsen den durch die Leitschaufeln veränderbaren Zuführkanal zum Laufradeintritt herstellt. Auf der gasabgewandten Seite befindet sich der Verstellmechanismus für die Leitschaufeln. Ein im Lagergehäuse angeordneter Betätigungshebel ist mit einem Aktuator verbunden und bewirkt die Verstellung der Leitschaufeln.

Weiters ist es bekannt, den Leitapparat als vormontierte Kartuscheneinheit im Turbinengehäuse anzuordnen. Die Kartuschen müssen wegen hohen thermischen Belastungen aus hochwarmfesten Werkstoffen gefertigt werden. Abgasturbinen mit vormontierten Kartuschen sind aus den Druckschriften US 2006/0140751 A1, EP 1 691 034 A2, WO 2004/022926 A1, WO 2007/046798 A1, EP 1 816 317 A2, sowie der JP 08-177509 A und der JP 10-212966 A bekannt. Die für die zwängungsfreie Ausdehnung der Leitapparateträger zwingend benötigten Spalte bewirken eine teilweise oder vollständige thermische Isolierung von der umgebenden Struktur. Bei Steigerung der Abgastemperatur über 900°C hinaus auf Otto-

motor-typische Werte von über bis zu 1000°C führt dies mit den derzeitigen Ausführungsformen trotz des Einsatzes sehr teurer hochtemperaturfester Werkstoffe zu Problemen bei der Dauerhaltbarkeit.

Weiters ist aus der DE 103 44 868 A1 ein Abgasturbolader zum Einsatz bei einer Brennkraftmaschine für den Marineeinsatz mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, der ein von einem Kühlmedium durchströmbares Turboladergehäuse aufweist, wobei ein dem Abgasturbinenrad zugewandter Bereich einer Innenwandfläche des Turboladergehäuses aus einem Leichtmetall gebildet ist. Die Lagerung der Leitschaufeln befindet sich auch bei dieser Konstruktion in einem Bereich des Turbinengehäuses, welcher durch das Kühlmedium nicht weiter gekühlt wird. Wie bei anderen aus dem Stand der Technik bekannten Abgasturbinen zielt auch die DE 103 44 868 A1 im Wesentlichen darauf ab, die hohe thermische Belastung durch die Materialien selbst aufzufangen.

Ferner ist aus der US 4,741,666 A ein Turbolader mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, bei dem die Lagerung der Leitschaufeln auf der Abstromseite erfolgt. Maßnahmen zur gezielten Wärmeableitung aus dem Turbinengehäuse sind nicht vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und bei einem Abgasturbolader die thermische Belastung im Bereich der Lagerung der Leitschaufeln zu verringern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Lagerung der Leitschaufelwellen in einem vom Kühlmedium umspülten Bereich des Turbinengehäuses angeordnet ist.

In einer sehr einfach zu fertigenden ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Lagerung der Leitschaufelwellen in durch das Turbinengehäuse gebildeten, den Kühlraum durchsetzenden Lagerbutzen erfolgt. Die Lagerbutzen sind dabei einteilig mit dem Turbinengehäuse ausgeführt. Um die Gleiteigenschaften zu verbessern, können in diese Lagerbutzen auch dünnwandige Hülsen aus einem Eisenmetall, Bronze oder Messing eingezogen werden.

In einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Lagerung der Leitschaufelwellen durch in das Lagergehäuse eingeschobene, den Kühlraum durchsetzende Lagerbuchsen erfolgt. Die Lagerung der Leitschaufelwellen erfolgt dabei in separaten Lagerbuchsen, welche in Bohrungen des Turbinengehäuses eingesetzt, vorzugsweise eingepresst sind. Die Festigkeit und die Gleiteigenschaften können dabei wesentlich verbessert werden, wenn die in das gekühlte Turbinengehäuse eingepressten Lagerbuchsen aus einem Eisenmetall, aus Bronze oder aus Messing bestehen. Zur Verbesserung der Gasdichtheit kön-

nen zwischen den Lagerbuchsen und dem Turbinengehäuse Absätze oder eine Rillenstruktur vorgesehen sein.

Alternativ dazu kann gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass die Lagerung der Turbinenschaufeln durch einen den Kühlraum durchsetzenden Einsatz gebildet ist. Zur Erhöhung der Festigkeit und zur Verbesserung der Gleiteigenschaften kann der eingegossene Einsatz aus einem Eisenmetall, Bronze oder Messing bestehen.

Um eine ausreichende Kühlung der Lagerung zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, wenn die Lagerung zumindest auf einem Drittel ihres Umfangs vom Kühlmedium umspült ist.

Die Lagerung der Schaufelelemente ist vorzugsweise auf der Abstromseite des Turbinengehäuses angeordnet. Eine sehr kompakte Bauweise ergibt sich, wenn zwischen dem Turbinengehäuse und einem an das Turbinengehäuse abstromseitig anschließenden Gehäusedeckel ein Hohlraum ausgebildet ist, in welchem Teile des Betätigungsmechanismus für die Leitschaufeln angeordnet sind. Um das ungewollte Austreten selbst kleiner Mengen an Abgasen durch die Lagerspalte der Wellenlagerung der Leitschaufeln in den Hohlraum und von dort über den Betätigungsmechanismus des Leitapparates ins Freie zu verhindern, kann in den Hohlraum mittels eines Anschlusses an den Verdichteraustritt Sperrluft eingeleitet werden. Diese unterstützt zusätzlich die Kühlung der Leitschaufeln, da sie entlang der Spalte der Wellenlagerung strömt. Der Gehäusedeckel kann zur Kühlung Kühlkanäle für Kühlmittel oder Luft aufweisen. Weiters kann zur Kühlung der Gehäusedeckel eine wärmeableitende Befestigung für weitere Abgas-komponenten aufweisen.

Eine weitere Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Bereich der Leitschaufeln kann bewirkt werden, wenn jede Leitschaufelwelle im Anschluss an die Leitschaufel eine tellerförmige Verbreiterung aufweist, wobei die vorbereiteten Füße der Leitschaufeln in entsprechend tiefe zylindrische Ausnehmungen der gekühlten Außenstruktur eingreifen. Die der Leitschaufel abgewandte, vorzugsweise kreisförmige Stirnseite der Verbreiterung kann zudem eine konzentrische Rillenstruktur aufweisen. Die Rillenstruktur erhöht die Gasdichtheit. Alternativ zur Rillenstruktur können als Abdichtung auch separate Dichtelemente eingesetzt werden.

Eine zusätzliche Kühlung der Leitschaufeln kann erzielt werden, wenn die Verbreiterungen an einen mit Sperrluft beaufschlagbaren Kühlluftkanal grenzen.

Erfindungsgemäß kann weiters vorgesehen sein, dass das Kaltspiel zwischen den Kontaktpartnern aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontakt-

partner derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern zu ermöglichen.

Um hohe Materialspannungen und dadurch verursachte Funktionsmängel, wie zum Beispiel ein Blockieren der Leitschaufelbewegung durch Zwängung- oder Rissbildung zu verhindern, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Oberfläche zumindest eines der beiden Kontaktpartner im Kontaktbereich eine die Kontaktfläche vermindernde Profilierung aufweist, wobei die Profilierung vorzugsweise durch eine Rillen- oder Rautenstruktur gebildet ist. Der reduzierte wärmeleitende Kontaktflächenanteil sollte dabei mindestens 20% der theoretischen maximalen Kontaktfläche betragen. Dadurch können übermäßige Kontaktkräfte bei Betriebsbedingungen vermieden werden, da der Materialkontakt nicht vollflächig hergestellt wird.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn nur einer der beiden Kontaktpartner eine Profilierung aufweist, wobei der Kontaktpartner mit der Profilierung im Bereich der Kontaktfläche einen weicheren Werkstoff als der anderen Kontaktpartner aufweist.

Eine weitere Maßnahme zur Vermeidung zu hoher Kontaktkräfte besteht darin, die Kontaktpartner so auszulegen, dass der Werkstoff zumindest eines der beiden Kontaktpartner im Bereich der Kontaktfläche unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung elastische Rückfederung nach der thermischen Entlastung folgt.

Eine deformierbare Profilierung der Oberfläche des Kontaktbereiches des weicheren Kontaktpartners, beispielsweise durch eine Rillenstruktur bewirkt, dass bei Erwärmung zunächst nur kleine Flächenanteile des einen Kontaktpartner in Berührung mit dem anderen Kontaktpartner kommen. Durch bewusste lokale Überlastung und eine Plastifizierung an den Spitzen der Profilierung entstehen lokale Abplattungen, über deren Fläche im Kontaktfall Wärmeleitung stattfindet. Entsprechend der Höhe und der Dauer der Aufheizung der Bauteile passen sich diese Abplattungen in ihrer Größe an. Der Wärmetransport ist somit bei maximaler Bauteiltemperatur am intensivsten, was dazu beiträgt, Temperaturspitzen zu vermeiden.

Die Geometrie der Profilierung des weicheren Kontaktpartners kann durch geeignete Vorauslegung und Versuche derart ausgelegt werden, dass bei möglichst geringer Überhöhung der Kontaktkraft durch eine über die zum Schließen des Kaltspaltes hinaus erhöhte Temperaturbelastung – bis hin zur maximalen Bauteiltemperatur – ein möglichst großer Anteil an Kontaktfläche entsteht. Durch die

elastische Eigenschaft des Materials wird ein Arbeitsintervall der Kontaktkühlung zwischen einer erwärmten ersten Kontakttemperatur und einer maximalen Betriebstemperatur sichergestellt.

Im Rahmen der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass das Kaltspiel zwischen dem Tragkörper und dem Turbinengehäuse durch zumindest einen Wärmeleitkörper überbrückbar ist, wobei vorzugsweise der Wärmeleitkörper über einen Formschluss mit dem Tragkörper bzw. dem Turbinengehäuse und über einen Reibschluss mit dem Turbinengehäuse bzw. mit dem Tragkörper in wärmeleitender Verbindung steht.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist der Wärmeleitkörper als Ring mit vorzugsweise rechteckigem Querschnitt ausgeführt, wobei vorzugsweise der Formschluss durch eine umlaufende Nut im Tragkörper bzw. im Turbinengehäuse gebildet ist.

In einer zweiten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass jeder Wärmeleitkörper durch einen vorzugsweise zylindrischen Zapfen gebildet ist, welcher in einer den Formschluss bildenden Führungsbohrung verschiebbar gelagert ist.

Eine besonders kompakte Bauweise lässt sich erreichen, wenn der Wärmeleitkörper zwischen einem vorzugsweise zylindrischen Mantelbereich des Tragkörpers und einem vorzugsweise zylindrischen Mantelbereich des Turbinengehäuses angeordnet ist. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass der Wärmeleitkörper zwischen einer vorzugsweise ebenen Stirnseite des Tragkörpers und einer vorzugsweise ebenen Stirnseite des Turbinengehäuses angeordnet ist.

Um eine ausreichende Wärmeableitung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn der Wärmeleitkörper durch eine Vorspannkraft an das Turbinengehäuse bzw. den Tragkörper gepresst ist. Der Wärmeleitkörper kann dabei in sich federnd, beispielsweise als Federring, ausgebildet sein oder alternativ dazu durch eine separate Anpressfeder, welche beispielsweise durch eine Wellscheibe gebildet werden kann, gegen das Turbinengehäuse bzw. gegen den Tragkörper gepresst werden.

Um unabhängig von der Stellung des Wärmeleitkörpers eine gute Wärmeübertragung über den Wärmeleitkörper zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass zwischen dem Wärmeleitkörper und dem Formschluss eine definierte Spielpassung vorgesehen ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer ersten Ausführungsvariante;
- Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer zweiten Ausführungsvariante;
- Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer dritten Ausführungsvariante;
- Fig. 4 ein Detail des Leitapparates;
- Fig. 5 eine Leitschaufelwelle im Schnitt;
- Fig. 6 das Detail VI aus Fig. 5;
- Fig. 7 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer vierten Ausführungsvariante;
- Fig. 8 das Detail VIII aus Fig. 7 im kalten Zustand des Abgasturboladers;
- Fig. 8a das Detail VIII aus Fig. 7 im kalten Zustand des Abgasturboladers in einer fünften Ausführungsvariante;
- Fig. 9 das Detail VIII aus Fig. 7 im heißen Zustand;
- Fig. 10 das Detail VIII in verschiedenen Betriebsphasen;
- Fig. 11 ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm für verschiedene Betriebsphasen des Abgasturboladers;
- Fig. 12 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer sechsten Ausführungsvariante;
- Fig. 13 einen Wärmeleitkörper im Schnitt gemäß Detail XIII in Fig. 12;
- Fig. 14 einen Wärmeleitkörper im Schnitt in einer siebenten Ausführungsvariante; und
- Fig. 15 einen Wärmeleitkörper im Schnitt in einer achten Ausführungsvariante.

Der Abgasturbolader 1 weist eine Abgasturbine 2 mit einem Turbinengehäuse 3 auf, wobei die Einlaufspirale 4 und ein gegebenenfalls davon zu einem zusätzlichen Abblaseventil abzweigender, nicht weiter dargestellter Stichkanal des Turbinengehäuses 3 von einem Kühlraum 5 umgeben ist. Stromaufwärts eines nicht weiter dargestellten Turbinenlaufrades ist ein Leitapparat 6 mit verstellbaren

Leitschaufeln 7 angeordnet, wobei die Leitschaufeln 7 über eine Leitschaufelwelle 8 durch einen Betätigungsmechanismus 9 verdreht werden können.

Das Turbinengehäuse 3 besteht vorteilhafter Weise aus Leichtmetall. Die Betätigungseinrichtung 9, sowie die Lagerungen 10 für die Leitschaufelwellen 8 befinden sich an der Abstromseite des Turbinengehäuses 3.

Die Lagerung 10 der Leitschaufelwellen 8 ist in einem gekühlten Bereich des Turbinengehäuses 3 angeordnet, wobei jede Lagerung 10 zumindest auf einem Drittel ihres Umfangs vom Kühlmedium des Kühlraumes 5 umspült wird.

Teile des Betätigungsmechanismus 9 sind in einem Hohlraum 11 angeordnet, welcher durch das Turbinengehäuse 3 und einem Gehäusedeckel 12 im Anschluss an das Turbinengehäuse 3 gebildet wird. Der auf der stromabwärtigen Seite des Turbinengehäuses 3 angeordnete Gehäusedeckel 12 dient als Anschlussmöglichkeit 13 für den nachfolgenden Abgasstrang. Um das ungewollte Austreten selbst kleiner Menge an Abgasen durch die Lagerspalte der Lagerung 10 der Leitschaufelwellen 8 in den Hohlraum 11 und von dort über die Teile des Betätigungsmechanismus 9 ins Freie zu verhindern, ist in Fig. 1 vorgesehen, dass in den Hohlraum 11 mittels eines Anschlusses 14 Sperrluft eingeleitet werden kann. Der Anschluss 14 kann an den nicht weiter dargestellten Verdichteraustritt des Abgasturboladers 1 angeschlossen sein. Zur Kühlung des Gehäusedeckels 12 kann dieser mit Kühlkanälen 5a für das Kühlmedium versehen sein.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung sind die Lagerungen 10 durch einstückig mit dem Turbinengehäuse 3 ausgeführten Lagerbutzen 18 gebildet.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung, bei der die Lagerungen 10 der Leitschaufelwellen 8 durch in das gekühlte Turbinengehäuse 3 eingepresste Lagerbuchsen 19 erfolgt. Die Lagerbuchsen 19 bestehen zur Erhöhung der Festigkeit und zur Verbesserung der Gleiteigenschaften aus Eisenmetall, aus Bronze oder aus Messing. Die Butzen 18a des Turbinengehäuses 3 sind dabei so unterbrochen, dass mindestens ein Drittel Außenfläche der Lagerbuchsen 19 vom Kühlmittel umspült ist.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführung, bei der die Lagerung 10 der Leitschaufeln 7 des Leitapparates 6 zur Erhöhung der Festigkeit und zur Verbesserung der Gleiteigenschaften durch einen in das gekühlte Turbinengehäuse 3 eingegossenen Einsatz 20, beispielsweise aus Messing, erfolgt. Der Einsatz 20 weist musterartige Strukturen oder Absätze 21 zur Erhöhung der Dichtigkeit gegenüber dem Kühlmantel 5 auf. Wie in Fig. 3 zu erkennen ist, weist der Einsatz 20 Kühlluftkanäle 22 auf, welche zu den Verbreiterungen 15 führen. Dadurch kann die Kühlung der Leitschaufeln 7 verbessert werden.

Anschließend an den Fuß der Leitschaufel 7 ist eine tellerförmige Verbreiterung 15 zur Erhöhung der Wärmeableitung vorgesehen, wobei die Stirnseite der Verbreiterung 15 an der der Leitschaufel 7 abgewandten Seite eine konzentrische Rillenstruktur 16 zur Verbesserung der Gasdichtigkeit durch Labyrinthdichtungseffekte aufweist, wie den Fig. 5 und Fig. 6 zu entnehmen ist. Die Verbreiterungen 15 greifen in entsprechend tiefe zylindrische Ausnehmungen 17 des Turbinengehäuses 3, bzw. des Einsatzes 20 ein, wie in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigt ist.

Der in Fig. 7 dargestellte Abgasturbolader 101 weist eine Abgasturbine 102 mit einem Turbinengehäuse 103 auf, welches eine Einlaufspirale 104 ausbildet. Stromaufwärts eines Turbinenlaufrades 105, dessen Drehachse mit 105' bezeichnet ist, ist ein Leitapparat 106 mit verstellbaren Leitschaufeln 107 angeordnet, wobei die Leitschaufeln 107 in einem Tragkörper 108 gelagert sind. Mit 109 ist ein hülsenartiger Abstandhalter bezeichnet, welcher ein definiertes Axialspiel des Tragkörpers 108 zur Leiteinrichtung 106 gewährleistet.

Zwischen dem Lagerkörper 108 und dem Turbinengehäuse 103 ist im kalten Zustand des Abgasturboladers 101 ein Kaltspiel s vorgesehen. Das Kaltspiel s der aneinander grenzenden Bauteile, Tragkörper und Turbinengehäuse 103, ist so ausgelegt, dass die im Ausführungsbeispiel durch den Tragkörper 108, bzw. des Turbinengehäuses 103 gebildeten Kontaktpartner P_1 bzw. P_2 bei Betriebstemperatur des Abgasturboladers 101 in Kontakt kommen und dadurch ein Wärmeübergang zur Temperaturabsenkung des Tragkörpers 108 ermöglicht wird. Einer der beiden Kontaktpartner P_2 , welcher im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch das Turbinengehäuse 103 gebildet ist, verfügt im Kontaktbereich 111 über einen weichen Werkstoff als der andere Kontaktpartner P_1 , im Ausführungsbeispiel der aus Stahl bestehende Tragkörper 108. Um hohe Materialspannungen und dadurch verursachte Funktionsmängel, wie zum Beispiel Blockieren der Leitschaufelbewegung zu vermeiden, wird der Materialkontakt nicht vollflächig hergestellt. Vielmehr bewirkt eine deformierbare Profilierung 112 der Oberfläche des weichen Kontaktpartners P_2 , welche beispielsweise durch eine Rillenstruktur 113 gebildet ist, dass bei Erwärmung zunächst nur kleine Flächenanteile der beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 in Berührung kommen. Durch bewusst lokale Überlastung und Plasifizierung an den Spitzen der Profilierung 112 entstehen Abplattungen, über deren Fläche im Kontaktfall Wärmeleitung stattfindet. Entsprechend der Höhe der Temperatur und der Dauer der Aufheizung der Kontaktpartner P_1 , P_2 durch zum Beispiel Abgasströmung, passen sich diese Abplattungen in ihrer Größe an. Fig. 8 zeigt dazu die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 , nämlich Tragkörper 108 und Turbinengehäuse 103, im kalten Zustand. Fig. 9 zeigt die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 im heißen Zustand, wobei das Turbinengehäuse 103, welches aus einem weichen Material als der Tragkörper 108 besteht, im Bereich der

Profilierung 112 plastisch verformt ist. Durch die plastische Verformung kommt es zu einem erhöhten Wärmetransport in Folge größerer Kontaktflächen und zu einer Verminderung der Kontaktkräfte, wodurch die Relativbeweglichkeit der beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 zueinander gewährleistet bleibt. Wie aus Fig. 8a zu entnehmen ist, kann die Profilierung 112 auch durch eingestochene Nuten mit einem abgerundeten Nutboden gebildet sein.

In den Fig. 10 und Fig. 11 sind verschiedene Betriebsphasen A, B, C, D dargestellt. Wie in Fig. 10 ersichtlich ist, nimmt die plastische Verformung im Laufe des Betriebes zu und erreicht ausgehend von A mit D ihr Maximum. In Fig. 11 sind dazu in einem Spannungs σ -Dehnungs ε -Diagramm die Betriebsphasen A, B, C, D aufgetragen. A zeigt die Deformation aufgrund der Erstinbetriebnahme. In den Punkten B, C, D wird die Deformation bei weiterem Betrieb angezeigt und führt bei D zu einem Endzustand. Parallel zu den plastischen Formationen durch Plastifizierung verschiebt sich auch die Temperatur, bei der die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 in Berührung treten. Mit ε_T ist der Verformungsbereich des endgültigen Temperaturintervalls bezeichnet, in dem ein Materialkontakt zwischen den beiden Kontaktpartnern P_1 , P_2 besteht. ε_T stellt somit den Arbeitsbereich der Wärmeübertragung dar.

Der in Fig. 12 dargestellte Abgasturbolader 201 weist eine Abgasturbine 202 mit einem Turbinengehäuse 203 auf, welches eine Einlaufspirale 204 ausbildet. Stromaufwärts eines Turbinenlaufrades 205 ist ein Leitapparat 206 mit verstellbaren Leitschaufeln 207 angeordnet, wobei die Leitschaufeln über einen nicht weiter dargestellten Betätigungsmechanismus verdreht werden können. Zur Lagerung der Leitschaufeln 207 ist ein Tragkörper 208, beispielsweise ein Tragring, oder eine Tragkartusche vorgesehen, wobei zwischen dem Tragkörper 208 und dem Turbinengehäuse 203 ein definiertes Spiel s ausgebildet ist. Der Tragkörper 208 kann beispielsweise aus Stahl bestehen. Um ein definiertes Axialspiel des Leitapparates 206 zu gewährleisten, sind drei oder mehr im Turbinengehäuse 203 verankerte Abstandhalter 209 im Ausführungsbeispiel vorgesehen.

Um eine ausreichende Wärmeableitung aus dem Tragkörper 208 in das benachbarte Turbinengehäuse 203 zu ermöglichen, wird das Kaltspiel s' mittels eines Wärmeleitkörpers 210 überbrückt, welcher als Ring 221 oder Zapfen 221a ausgebildet sein kann. Der Wärmeleitkörper 210 ist im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 12 in einer einen Formschluss 211 bildenden Nut 212 des Tragkörpers 208 radial bzw. axial verschiebbar gelagert, wobei zwischen dem Wärmeleitkörper 210 und dem Tragkörper 208 eine definierte Spielpassung vorgesehen ist, um eine gute Wärmeeinleitung in den Wärmeleitkörper 210 zu gewährleisten. Diese Wärmeeinleitung ist in den Fig. 13 bis Fig. 15 mit Pfeilen H angedeutet. Die Wärmeableitung zwischen dem Wärmeleitkörper 210 und dem Turbinengehäuse

203 erfolgt über einen Reibschluss 213, wobei der Wärmeleitkörper 210 an das Turbinengehäuse 203 angepresst wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, den Formschluss zwischen Turbinengehäuse 203 und Wärmeleitkörper 210, und den Reibschluss 213 zwischen Tragkörper 208 und dem Wärmeleitkörper 210 vorzusehen.

Bei den in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellten Ausführungen ist der als Feder-ring ausgeführte Wärmeleitkörper 210 an Seitenflächen 212a, 212b der Nut 212 geführt, welche normal auf die Achse 205' des Laufrades 205 ausgebildet sind. Der Wärmeleitkörper 210 wird dabei an eine zylindrische Mantelfläche 214 des Turbinengehäuses 203 gepresst. Der Wärmeleitkörper 210 ist somit im Bereich zwischen der zylindrischen Mantelfläche 214 des Turbinengehäuses 203 und einer zylindrischen Mantelfläche 220 des Tragkörpers 208 angeordnet.

Die Fig. 14 und Fig. 15 zeigen dagegen Ausführungsvarianten, bei denen der Wärmeleitkörper 210 im Bereich von zueinander zugewandten ebenen Stirnseiten 215, 216 des Tragkörpers 208 und des Turbinengehäuses 203 angeordnet sind. Der Wärmeleitkörper 210 kann dabei als Ring oder als über eine separate Feder belasteter, in einer zylindrischen Bohrung 212a geführter Zapfen 221a ausgebildet sein.

Die Wärmeleitung erfolgt somit durch teilweise direkten Materialkontakt vom Tragkörper 208 in den Wärmeleitkörper 210 einerseits und vom Wärmeleitkörper 210 in das Turbinengehäuse 203 andererseits. Entsprechend der Anordnung des Wärmeleitkörpers 210 in radialer oder axialer Wirkung kann die eigene radiale Elastizität des den Wärmeleitkörper 210 bildenden Ringes zur Kontakthaltung zum gegenüberliegenden Körper genutzt werden, oder – insbesondere im Fall der in den Fig. 14 und Fig. 15 dargestellten axialen Anordnung – dem Wärmeleitkörper 210 eine separate Anpressfeder 217 hinterlegt sein.

Auf diese Weise kann unabhängig vom Kaltspiel und bei einfacher Montagemöglichkeit ohne temperaturabhängige Zwängungen ein ausreichender Wärmeabfluss aus dem Leitapparat gewährleistet werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

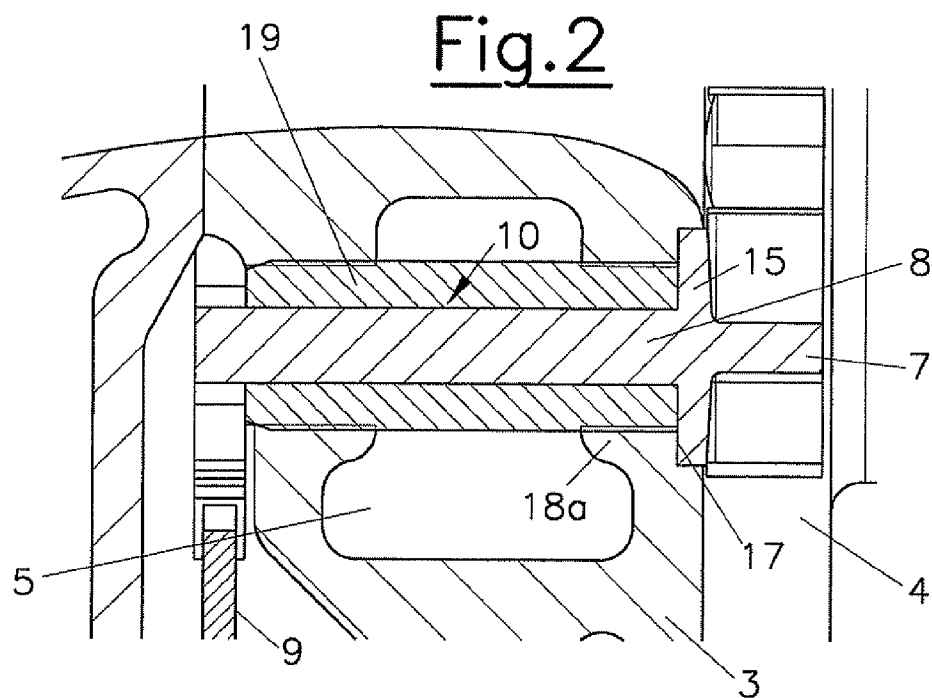
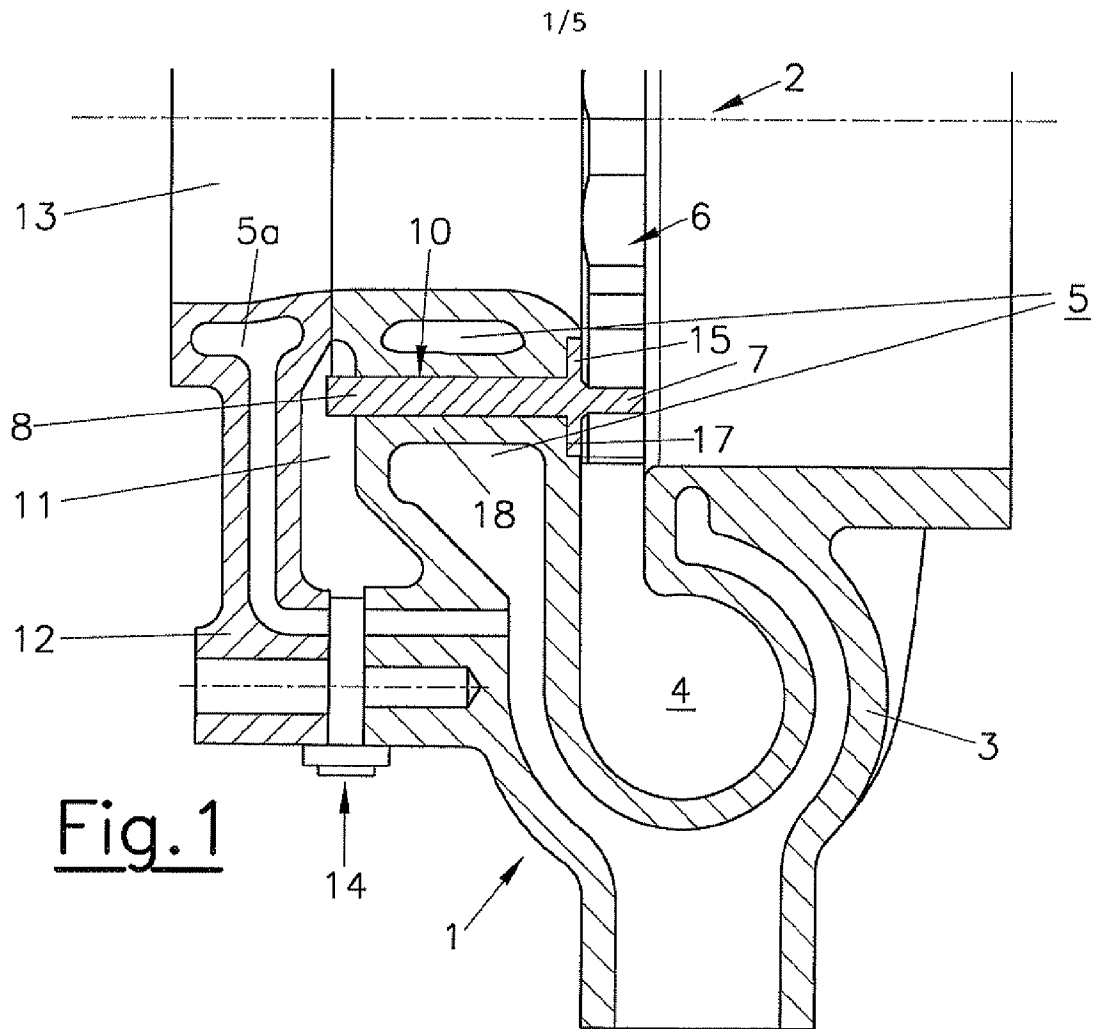
1. Abgasturbolader (1) mit einer Abgasturbine (2) mit einem verstellbaren Leitapparat (6) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, wobei jede Leitschaufel (7) des Leitapparates (6) über eine drehbar gelagerte Leitschaufelwelle (8) verdrehbar ist, sowie mit einem Turbinengehäuse (3), welches zumindest einen von einem Kühlmedium durchströmten Kühlraum (5) im Bereich eines Abgaseintrittes aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerung (10) der Leitschaufelwellen (8) in einem vom Kühlmedium umspülten Bereich des Turbinengehäuses (3) angeordnet ist.
2. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerung (10) der Leitschaufelwellen (8) in durch das Turbinengehäuse (3) gebildeten, den Kühlraum (5) durchsetzenden Lagerbutzen (18) erfolgt.
3. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerung (10) der Leitschaufelwellen (8) durch in das Turbinengehäuse (3) eingeschobene, den Kühlraum (5) durchsetzenden Lagerbuchsen (19) erfolgt.
4. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerbutzen (18) oder Lagerbuchsen (19) mit dünnwandigen Lagerhülsen versehen sind.
5. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerung der Leitschaufeln (7) durch einen den Kühlraum (5) durchsetzenden Einsatz (20) gebildet ist.
6. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einsatz (20) in das Turbinengehäuse (3) eingegossen ist.
7. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerung (10) zumindest auf einem Drittel ihres Umfanges vom Kühlmedium umspült ist.
8. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerbuchsen (19) oder der Einsatz (20) aus Eisenmetall, Messing oder Bronze besteht.
9. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerungen (10) der Leitschaufelwellen (8) auf der Abstromseite des Turbinengehäuses (3) angeordnet sind.

10. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Turbinengehäuse (3) und einem an das Turbinengehäuse (3) abstromseitig anschließenden Gehäusedeckel (12) ein Hohlraum (11) ausgebildet ist, in welchem Teile des Betätigungsmechanismus (9) für die Leitschaufelwellen (8) angeordnet sind.
11. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (11) mit Sperrluft beaufschlagt ist.
12. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Leitschaufelwelle (8) am Fuße der Leitschaufel (7) eine tellerförmige Verbreiterung (15) aufweist.
13. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die der Leitschaufel (7) abgewandte, vorzugsweise kreisförmige Stirnseite der Verbreiterung (15) eine konzentrische Rillenstruktur (16) aufweist.
14. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Verbreiterung (15) in eine entsprechend geformte zylindrische Ausnehmung (17) des Turbinengehäuses (3) oder des Einsatzes (20) eingreift.
15. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbreiterungen an zumindest einen mit Sperrluft beaufschlagbaren Kühlluftkanal (22) grenzen.
16. Abgasturbolader (101) mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat (106) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades (105), mit einem Tragkörper (108) zur Lagerung der Leitschaufeln (107), wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen dem Tragkörper (108) und dem Turbinengehäuse (103) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kaltspiel (s) zwischen den Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontaktpartner (P_1 , P_2) derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) zu ermöglichen.
17. Abgasturbolader (101) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche zumindest eines Kontaktpartners (P_1 , P_2) im Kontaktbereich eine die Kontaktfläche vermindernde Profilierung (112) aufweist, wobei die Profilierung (112) vorzugsweise durch eine Rillen- oder Rautenstruktur (113) gebildet ist.

18. Abgasturbolader (101) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der reduzierte wärmeleitende Kontaktflächenanteil mindestens 20% der theoretischen maximalen Kontaktfläche beträgt.
19. Abgasturbolader (101) nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur einer der beiden Kontaktpartner (P_2) eine Profilierung (112) aufweist, wobei der Kontaktpartner (P_2) mit der Profilierung (112) im Kontaktbereich (111) einen weicheren Werkstoff als der andere Kontaktpartner (P_1) aufweist.
20. Abgasturbolader (101) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkstoff zumindest eines der beiden Kontaktpartner (P_2) im Kontaktbereich (111) unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung durch thermo-mechanische Kontaktbedingungen unter Betriebsbelastung eine elastische Rückfederung nach der thermischen Entlastung folgt.
21. Verfahren zur Wärmeableitung in einem Maschinenbauteil, insbesondere einem Abgasturbolader (101), zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperaturen aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen einem Tragkörper (108) zur Lagerung der Leitschaufeln (107) und einem Turbinengehäuse (103) eines Abgasturboladers (101), wobei zwischen den beiden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kaltspiel (s) von aneinander grenzenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund von unterschiedlichen Wärmedehnungen derart ausgelegt wird, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen und dadurch ein Wärmeübergang zur Temperatursenkung des heißeren Kontaktpartner (P_1) ermöglicht wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kontaktbereich (111) zumindest eines der Kontaktpartner (P_2) unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert wird, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung während und nach der thermischen Entlastung eine elastische Rückfederung folgt.
23. Abgasturbolader (201) mit einer Abgasturbine (202) mit einem verstellbaren Leitapparat (206) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades (205), wobei jede Leitschaufel (207) des Leitapparates (206) verdrehbar ist, sowie mit einem Tragkörper (208) zur Lagerung der Leitschaufeln (207), wobei zwischen dem Tragkörper (208) und dem Turbinengehäuse (203) ein definier-

- tes Kaltspiel (s') vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kaltspiel (s') zwischen dem Tragkörper (208) und dem Turbinengehäuse (203) durch zumindest einen Wärmeleitkörper (210) überbrückbar ist.
24. Abgasturbolader (201) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (10) durch einen Ring (21) gebildet ist.
 25. Abgasturbolader (201) nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (210) über einen Formschluss (211) mit dem Tragkörper (208) bzw. dem Turbinengehäuse (203) und über einen Reibschluss (213) mit dem Turbinengehäuse (203) bzw. mit dem Tragkörper (208) in wärmeleitender Verbindung steht.
 26. Abgasturbolader (201) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Formschluss (211) durch eine umlaufende Nut (212) im Tragkörper (208) bzw. im Turbinengehäuse (203) gebildet ist.
 27. Abgasturbolader (201) nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (210) zwischen einem vorzugsweise zylindrischen Mantelbereich (220) des Tragkörpers (208) und einem vorzugsweise zylindrischen Mantelbereich (214) des Turbinengehäuses (203) angeordnet ist.
 28. Abgasturbolader (201) nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (210) zwischen einer vorzugsweise ebenen Stirnseite des Tragkörpers (208) und einer vorzugsweise ebenen Stirnseite des Turbinengehäuses (203) angeordnet ist.
 29. Abgasturbolader (201) nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (210) durch eine Vorspannkraft an das Turbinengehäuse (203) bzw. den Tragkörper (208) gepresst ist.
 30. Abgasturbolader (201) nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeleitkörper (210) in sich federnd ausgebildet ist.
 31. Abgasturbolader (201) nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorspannkraft durch eine separate Anpressfeder (217), vorzugsweise eine Wellscheibe, gebildet ist.
 32. Abgasturbolader (201) nach einem der Ansprüche 25 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Wärmeleitkörper (210) durch einen vorzugsweise zylindrischen Zapfen (221a) gebildet ist, welcher in einer den Formschluss (211) bildenden Führungsbohrung (212a) verschiebbar gelagert ist.

33. Abgasturbolader (201) nach einem der Ansprüche 23 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Wärmeleitkörper (210) und dem Formschluss (211) eine definierte Spielpassung vorgesehen ist.



2/5

Fig.3

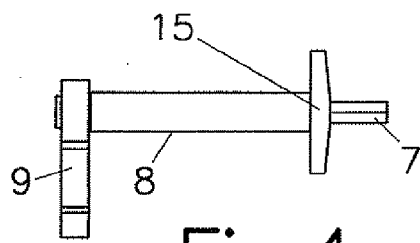
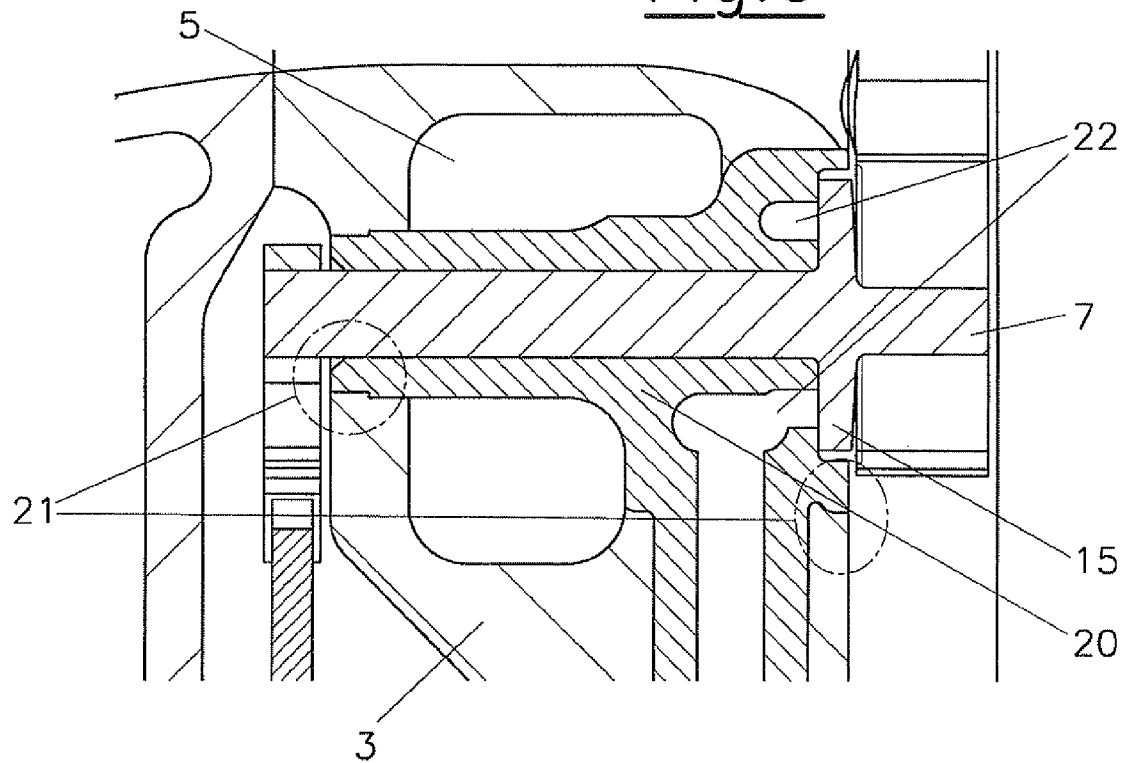


Fig.4

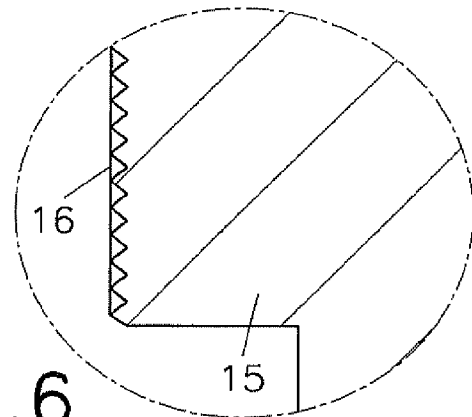


Fig.6

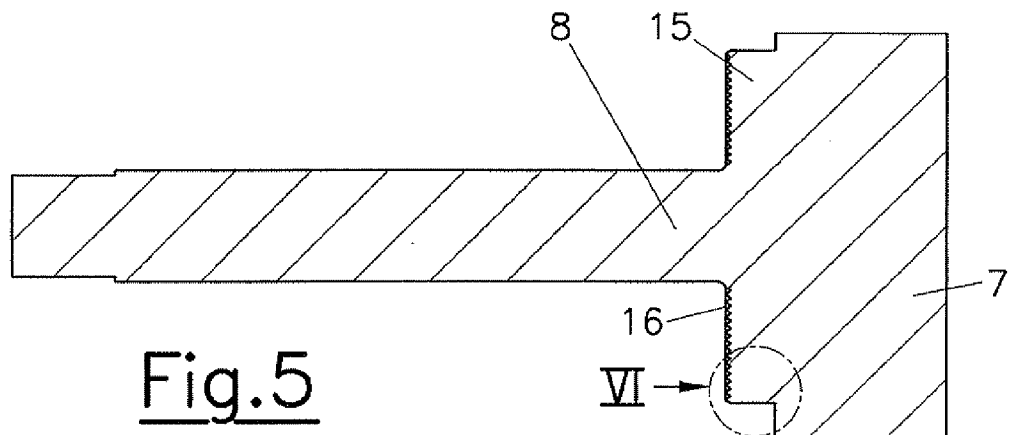
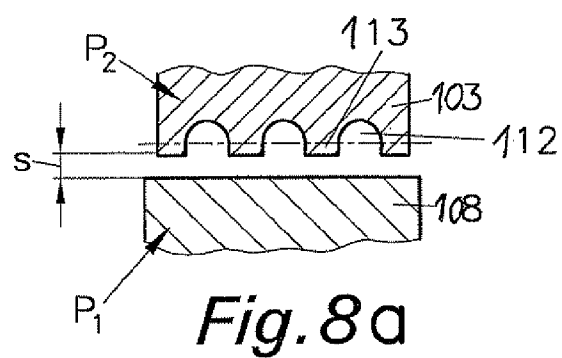
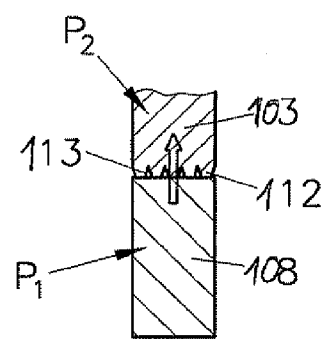
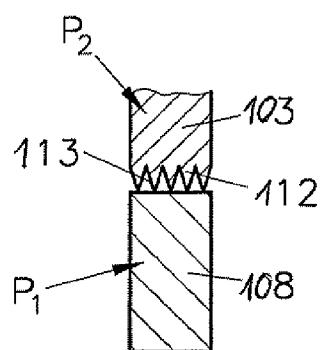
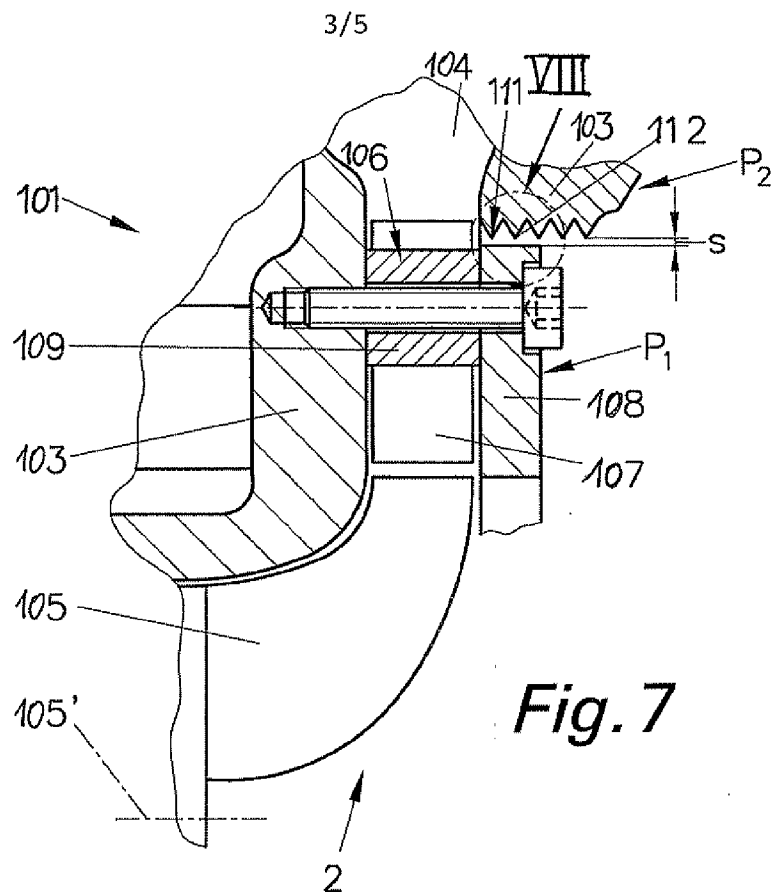


Fig.5



4/5

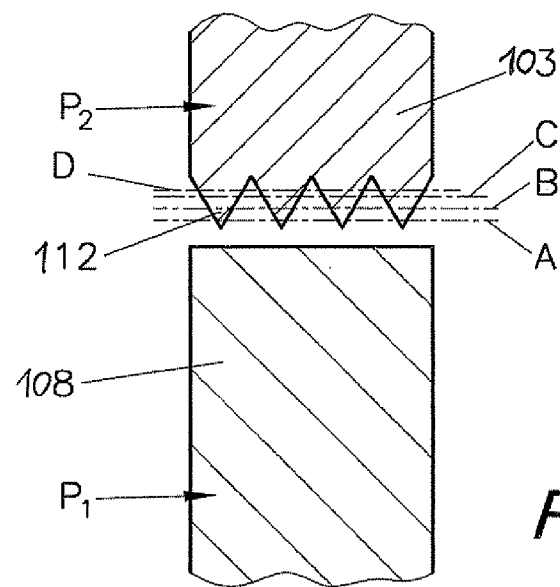


Fig. 10

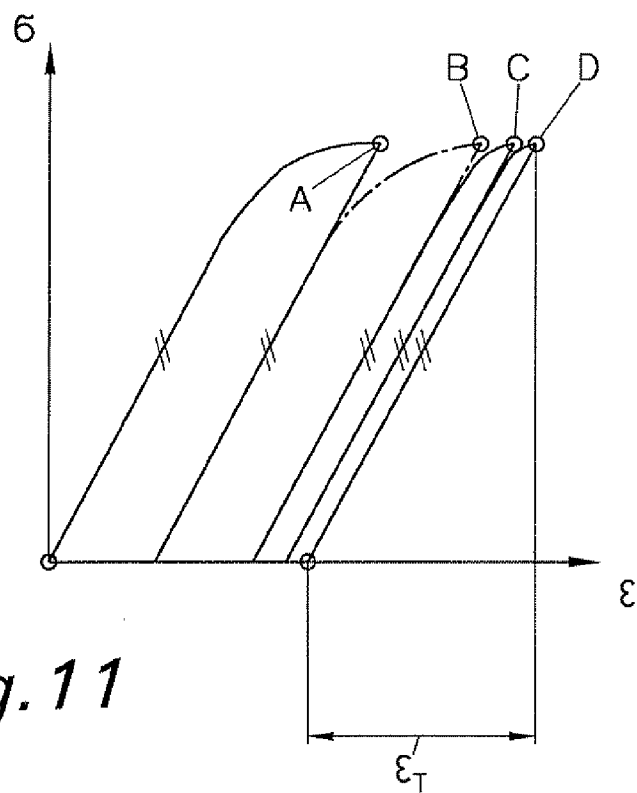


Fig. 11

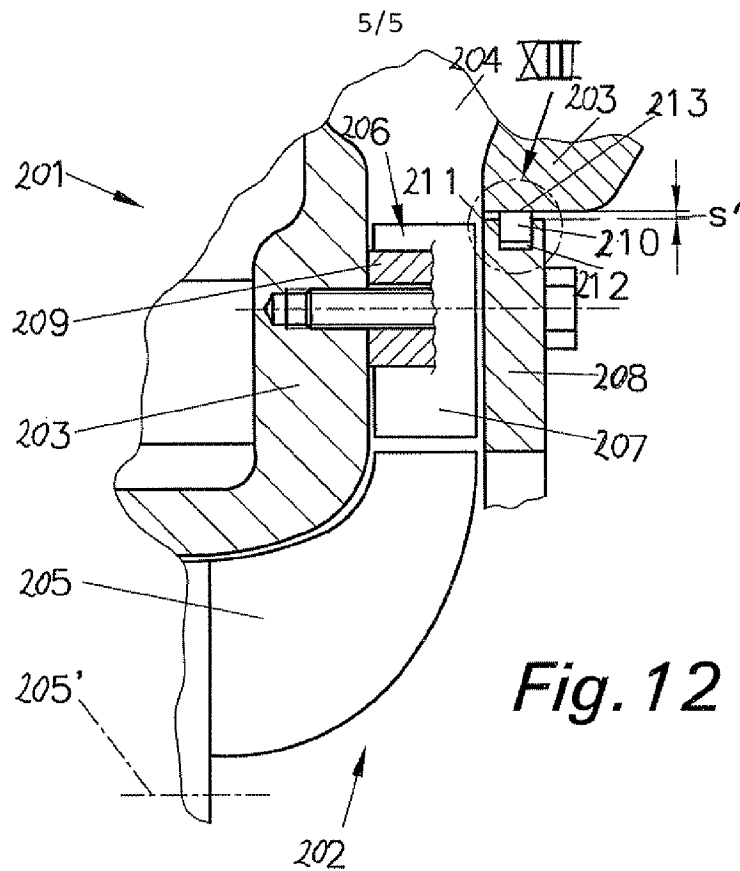


Fig. 12

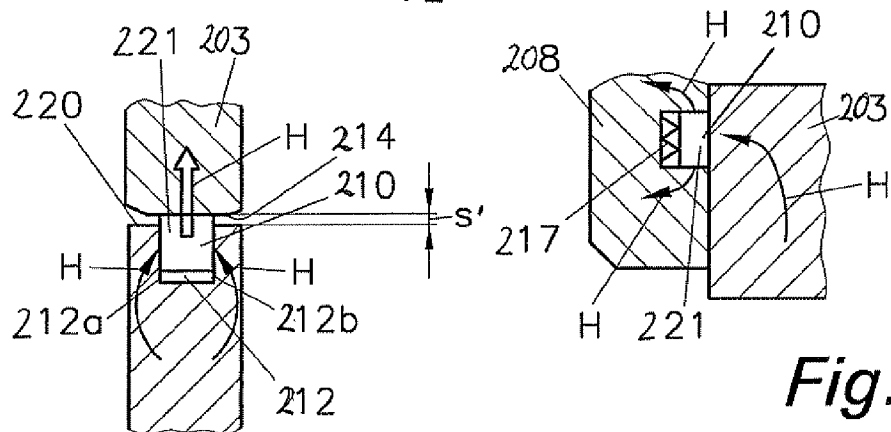


Fig. 14

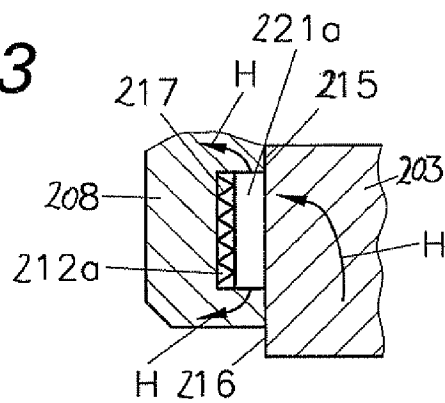
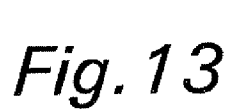


Fig. 15