



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 589 072 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92116081.8**

51 Int. Cl.⁵: **F01D 5/28, C23C 4/06**

22 Anmeldetag: **21.09.92**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.03.94 Patentblatt 94/13

71 Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**

CH-5401 Baden(CH)

84 Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

72 Erfinder: **Gerd, Claus, Dr.**

Im Tobelacher 17

CH-5406 Baden(CH)

Erfinder: **Maggi, Carlo M.**

Moosstrasse 11

CH-5406 Baden(CH)

Erfinder: **Zehnder, Marcel**

Rigiweg 5

CH-5524 Niederwil(CH)

54 **Turbolader für Schwerölbetrieb.**

57 Der Turbolader ist für Schwerölbetrieb bestimmt. Er weist eine der erodierenden Wirkung abrasiver Teilchen ausgesetzte Abgasturbine auf. Auf mindestens einen Teil der schutzschichtfreien Oberfläche der Abgasturbine ist in einem thermischen Spritzverfahren eine Erosionsschutzschicht (16) aufgebracht. Diese Erosionsschutzschicht (16) enthält karbidische Hartstoffe.

Ein solcher Turbolader ist einfach aufgebaut und zeichnet sich selbst dann durch eine hohe Lebensdauer und einen geringen Wartungsbedarf aus, wenn er im Betrieb einer hohen Konzentration an abrasiven Teilchen ausgesetzt ist.

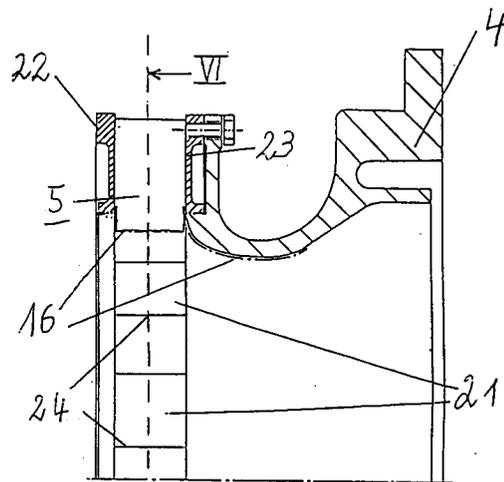


Fig. 5

EP 0 589 072 A1

TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Turbolader für Schwerölbetrieb mit einer der erodierenden Wirkung abrasiver Teilchen ausgesetzten und eine Erosionsschutzschicht aufweisenden Abgasturbine.

STAND DER TECHNIK

Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er sich beispielsweise aus einem von E.Müller, BBC Brown, Boveri & Cie., Baden/Schweiz beim Symposium SMM Hamburg, Sept.1984 gehaltenen Vortrag zum Thema "Abgasturbolader im Schweröleinsatz" ergibt. Nach diesem Stand der Technik können die bei der Verbrennung von Schweröl in einem Motor auftretenden, korrodierend und erodierend wirkenden Abgasrückstände an Turboladerbauteilen, wie Gehäusen, Düsenringen, Laufschaufeln und Abdeckringen, Beschädigungen hervorrufen, welche zu einer Beeinträchtigung des Betriebsverhaltens des Motors oder sogar zu dessen Ausfall führen können. Deswegen wird im Stand der Technik vorgeschlagen, die korrodierende und erodierende Wirkung der Abgasrückstände durch Aufbereitung des Schweröls vor der Verbrennung, durch geeignete Strömungsführung im Turbolader, durch geeignete Werkstoffe für die Komponenten des Turboladers sowie durch das Aufbringen von Korrosions- und Erosionsschutzschichten auf die den Abgasrückständen ausgesetzten Oberflächen des Turboladers zu bekämpfen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung, wie sie in Patentanspruch 1 angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Turbolader zu schaffen, welcher einfach aufgebaut und sich selbst dann durch eine hohe Lebensdauer und einen geringen Wartungsbedarf auszeichnet, wenn er im Betrieb einer hohen Konzentration an abrasiven Teilchen ausgesetzt ist.

Der Turbolader nach der Erfindung zeichnet sich gegenüber vergleichbaren Turboladern nach dem Stand der Technik dadurch aus, dass er einfach und kostengünstig ist und dennoch eine hohe Lebensdauer aufweist. Dies ist vor allem eine Folge einer leicht herzustellenden, gut haftenden und äusserst erosionsbeständigen Oberfläche, ist aber auch dadurch bedingt, dass die Oberflächenbeschichtung vorwiegend in Bereichen des Turboladers vorgesehen ist, welche nicht nur der direkten, sondern auch der indirekten Wirkung abrasiver Rückstände des Abgases des schwerölbetriebenen Motors ausgesetzt ist. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Turboladers besteht darin, dass

die Erosionsschutzschichten wärmedämmend wirken und dadurch den die Schichten tragenden Werkstoff vor Thermoschocks schützen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt, und zwar zeigt:

- Fig.1 eine Aufsicht auf eine teilweise im Schnitt dargestellte erste Ausführungsform des Turboladers nach der Erfindung,
- Fig.2 eine Aufsicht auf einen Schnitt durch eine als Abdeckung ausgeführte Komponente des Turboladers nach Fig.1,
- Fig.3 eine Frontansicht einer Turbinenschaufel, welche in den als Abgasturbine ausgebildeten Teil des Turboladers gemäss Fig.1 eingebaut ist,
- Fig.4 eine Aufsicht auf einen längs IV - IV geführten Schnitt durch die Turbinenschaufel gemäss Fig.3,
- Fig.5 eine Aufsicht auf einen axial geführten Schnitt durch einen Teil eines Düsenringes und einen Teil eines den Düsenring tragenden Gasaustrittsflansches des Turboladers nach Fig.1,
- Fig.6 eine Ansicht des Düsenringes gemäss Fig.5 in axialer Richtung, und
- Fig.7 ein Gehäuse einer als Spirallader ausgebildeten zweiten Ausführungsform des Turboladers nach der Erfindung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig.1 ist ein Turbolader mit einer axial angeströmten Abgasturbine 1 und einem Verdichter 2 dargestellt. Von einem nicht gezeigten, mit Schweröl betriebenen Motor werden in Richtung eines nicht bezeichneten Pfeiles Abgase über einen Gaseintrittskanal 3 in die Abgasturbine 1 des Turboladers geführt. Das zugeführte Abgas wird nach Durchströmen eines an einem ringförmigen Gasaustrittsflansch 4 des Gaseintrittskanals 3 angebrachten Düsenringes 5 in axialer Richtung gegen die Schaufeln 6 eines Turbinenrades 7 geführt, welches mit einem im Verdichter 2 vorgesehenen Verdichterrad 8 auf einer gemeinsamen Welle 9 angeordnet ist. An den Düsenring 5 schliesst sich ein das Turbinenrad 7 in radialer Richtung nahezu spaltfrei begrenzender und an einem Gehäuse 10 der Abgasturbine 1 befestigter Abdeckung 11 an. Nach Durchströmen der Abgasturbine 1 wird das

Abgas in Richtung eines Pfeiles 12 aus dem Gehäuse 10 der Abgasturbine 1 nach aussen geführt. Dem Verdichter 2 wird in Richtung von Pfeilen 13 strömende Luft zugeführt. Diese Luft wird durch das über die Welle 9 angetriebene Verdichterrad 8 komprimiert. Die komprimierte Luft wird in Richtung von Pfeilen 14 in einen auf den Motor wirkenden Kanal 15 geleitet.

Beim Betrieb des Motors mit Schweröl treten in dessen Abgas je nach Zusammensetzung des Schweröls und nach Lastpunkt des Motors mehr oder weniger grosse Konzentrationen an harten, abrasiven Teilchen auf. Diese Teilchen erodieren beim direkten Aufprallen auf bewegliche Komponenten der Abgasturbine 1, wie das Turbinenrad 7 mit seinen Schaufeln 6, und auf statische Komponenten der Abgasturbine 1, wie den Gasaustrittsflansch 4, den Düsenring 5 und den Abdeckring 11, die Oberflächen der betroffenen Komponenten. Besonders starke Erosionswirkungen treten vor allem in Oberflächenbereichen von statischen Komponenten der Abgasturbine 1 auf, welche im Aufprallbereich der bei Betrieb des Turboladers vom Turbinenrad 7 zurückgeschleuderten abrasiven Teilchen liegen. Die der Wirkung der abrasiven Teilchen ausgesetzten Oberflächenbereiche der Abgasturbine 1 sind mit einer auf der schutzschichtfreien Oberfläche der Abgasturbine 1 in einem thermischen Spritzverfahren aufgebracht und karbidische Hartstoffe enthaltenden Erosionsschutzschicht versehen. Eine solche Erosionsschutzschicht erhöht die Erosionsbeständigkeit der Abgasturbine 1 und damit die Lebensdauer des Turboladers nach der Erfindung gegenüber Turboladern mit unbeschichteten Abgasturbinen um ein Vielfaches.

Beim Turbolader gemäss Fig.1 sind Erosionsschutzschichten 16 an den in den Figuren 2-6 dargestellten Komponenten vorgesehen:

Bei dem in Fig.2 dargestellten Abdeckring 11 des Turboladers gemäss Fig.1 ist die Erosionsschutzschicht 16 auf einer an den Düsenring 5 anschliessenden ringförmigen Kante 17 sowie auf der Innenfläche 18 des Abdeckringes 11 aufgebracht. Diese Innenfläche 18 ist der erodierenden Wirkung der bei Betrieb des Turboladers vom Turbinenrad 7 tangential nach aussen geschleuderten abrasiven Teilchen besonders stark ausgesetzt und sollte besonders dick ausgebildet sein.

Bei der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Schaufel des Turbinenrades 7 ist die Erosionsschutzschicht 16 derart angeordnet, dass sie mindestens einen Teil der Oberfläche des Turbinenrades 7 im Bereich der bei Betrieb des Turboladers auf das Turbinenrad 7 aufprallenden abrasiven Teilchen bildet. Zumindest bildet die Erosionsschutzschicht 16 bei jeder der Schaufeln des Turbinenrades 7 die Oberfläche der Spitze 19 der Schaufel 6 im Bereich der Eintrittskante 20 der Schaufel 6.

Bei dem in Fig.5 gezeigten Gasaustrittsflansch 4 befindet sich die Erosionsschutzschicht 16 an einer düsenförmigen Engstelle und an einer sich stromabwärts der Engstelle anschliessenden und zum Düsenring 5 hin erstreckten konusförmigen Erweiterung.

Bei dem in den Figuren 5 und 6 abgebildeten Düsenring 5 mit statischen Leitschaufeln 21 und zwei die Leitschaufeln 21 fixierenden Halteringen 22, 23 bildet die Erosionsschutzschicht 16 zumindest die Oberflächen der Austrittskanten 24, die Oberflächen der dem Turbinenrad 7 zugewandten Seiten der Leitschaufeln 21 sowie die Oberflächen der dem Turbinenrad 7 zugewandten Seiten der Halteringe 22, 23.

Bei radialer Anströmung der Abgasturbine ist es zweckmässig, deren Gehäuse an allen der erodierenden Wirkung der abrasiven Teilchen ausgesetzten Stellen mit der Erosionsschutzschicht 16 zu versehen. Umgibt - wie in Fig.7 dargestellt ist - das Gehäuse 10 das nicht gezeigte Turbinenrad spiralförmig, so bildet bei dieser Ausführungsform des Turboladers nach der Erfindung die Erosionsschutzschicht 16 zumindest einen Teil der dem Turbinenrad zugewandten Innenfläche des Gehäuses 10.

Besonders zu empfehlen ist eine Erosionsschutzschicht, welche neben Carbid einen Matrixwerkstoff aufweist aus einem Material mit einer gegenüber Carbid vergleichsweise hohen Duktilität sowie mit hoher Langzeitstabilität bei den Abgastemperaturen und mit guter Haftung auf dem schutzschichtfreien Material der Abgasturbine 1. Hierbei sollte der Anteil des Matrixwerkstoffes an der Erosionsschutzschicht höchstens 35 Gewichtsprozent, vorzugsweise zwischen 15 und 25 Gewichtsprozent, betragen. Als Matrixwerkstoff besonders geeignet ist eine nickelhaltige Legierung und/oder intermetallische Verbindung, wie insbesondere NiCr und/oder NiCrAlY. Hervorragend geeignet ist auch ein CoCrAlY und/oder FeCrAlY enthaltender Matrixwerkstoff. Solche Matrixwerkstoffe weisen nicht nur eine grosse Stabilität bei gegebenenfalls 700 °C betragender Abgastemperatur und eine gute Haftung auf den für die Komponenten der Abgasturbine 1 verwendeten Werkstoffe auf, sie bewirken zudem eine elastische Lagerung der erosionsbeständigen, spröden und harten Carbidteilchen, von denen sich als besonders erosions- und temperaturbeständig Chromcarbid Cr_3C_2 bewährt hat.

Als thermische Spritzverfahren bewährt haben sich Detonationspritzen oder Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen. Um einen ausreichenden Schutz gegen Erosion zu bieten und dennoch gut auf den zu schützenden Oberflächen der Komponenten der Abgasturbine 1 zu haften, sollte die thermisch aufgespritzte Erosionsschutzschicht je

nach Lage in der Abgasturbine 1 eine Dicke zwischen 50 und 300 μm aufweisen. Am Turbinenrad 7, d. h. insbesondere an den Spitzen 19 der Schaufeln 6, reicht es aus, wenn die Dicke der Erosionsschutzschicht 16 höchstens 150 μm beträgt.

Mittels verschiedener thermischer Spritzverfahren, wie Hochgeschwindigkeits-Flammspritzverfahren, Detonationsverfahren und Plasmaspritzen, wurden an vergleichbaren Komponenten der Abgasturbine 1, wie etwa den Schaufeln 6, Erosionsschutzschichten gleicher Zusammensetzung und gleicher Dicke aufgetragen und die Güte der aufgetragenen Schutzschicht durch Messung des relativen Erosionsabtrags ermittelt. Die Erosionsschutzschicht enthielt 20 bis 25 Gewichtsprozent NiCr als Matrixwerkstoff, in welchen als Rest Cr_3C_2 in Pulverform eingebettet war. Hierbei zeigte es sich, dass bei allen diesen durch thermisches Spritzen aufgetragenen Erosionsschutzschichten eine Verringerung des Erosionsabtrags um das vier- bis fünffache eintritt gegenüber einer Erosionsschutzschicht, die nach einem abweichenden Verfahren, etwa durch ein Einbrennen eines Emails, erzeugt wurde. Gegenüber Erosionsschutzschichten, die durch Plasmaspritzen aufgebracht wurden, weisen Erosionsschutzschichten, die durch Detonationspritzen oder durch Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen aufgebracht wurden, einen um ca. 20% geringeren Erosionsabtrag auf.

Eine zusätzliche Verringerung des Erosionsabtrags konnte bei allen thermisch aufgespritzten Schichten, die einen bestimmten Matrixwerkstoff, enthielten, durch eine nachfolgende Wärmebehandlung erreicht werden. So konnte der Erosionsabtrag einer Erosionsschutzschicht mit CoCrAlY als Matrixwerkstoff bereits nach einer 40-stündigen Wärmebehandlung bei 400 °C bzw. einer 4-stündigen Wärmebehandlung bei 600 °C nahezu um die Hälfte gegenüber einer unbehandelten Erosionsschutzschicht reduziert werden. Nach 1000-stündiger Wärmebehandlung bei ca. 700 °C, d. h. praktisch bei Betriebsbedingungen, reduzierte sich dieser Erosionsabtrag noch um einige Prozent.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Abgasturbine	
2	Verdichter	
3	Gaseintrittskanal	
4	Gasaustrittsflansch	
5	Düsenring	
6	Schaufel	
7	Turbinenrad	
8	Verdichterrad	55
9	Welle	
10	Gehäuse	
11	Abdeckring	

12, 13, 14	Pfeile
15	Kanal
16	Erosionsschutzschicht
17	Kante
18	Innenfläche
19	Spitze
20	Schaufeleintrittskante
21	Leitschaufeln
22, 23	Halteringe
24	Austrittskanten

Patentansprüche

1. Turbolader für Schwerölbetrieb mit einer der erodierenden Wirkung abrasiver Teilchen ausgesetzten und eine Erosionsschutzschicht (16) aufweisenden Abgasturbine (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) zumindest teilweise in einem thermischen Spritzverfahren auf mindestens einen Teil der schutzschichtfreien Oberfläche der Abgasturbine (1) aufgebracht ist und karbidische Hartstoffe enthält.
2. Turbolader nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) auf statischen Komponenten der Abgasturbine (1) aufgebracht ist und zumindest im Aufprallbereich der bei Betrieb des Turboladers vom Turbinenrad (7) zurückgeschleuderten abrasiven Teilchen liegt.
3. Turbolader nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei axialer Anströmung des Turbinenrades (7) mit Abgas die Erosionsschutzschicht (16) mindestens einen Teil der Oberfläche bei mindestens einer der folgenden Komponenten bildet:
ein der Zufuhr des Abgases zum Turbolader dienender Gasaustrittsflansch (4),
ein statische Leitschaufeln (21) und Halteringe (22, 23) aufweisender und am Gasaustrittsflansch (4) befestigter Düsenring (5), und/oder
ein das Turbinenrad (7) umgebender Abdeckring (11).
4. Turbolader nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) des Düsenringes (5) mindestens die Oberflächen der Austrittskanten (24) und die Oberflächen der dem Turbinenrad (7) zugewandten Seiten der Leitschaufeln (21) sowie die Oberflächen der dem Turbinenrad (7) zugewandten Seiten der Halteringe (22, 23) bildet.
5. Turbolader nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei radialer Anströmung des Turbinenrades mit Abgas aus einem das Turbi-

- nenrad spiralförmig umgebenden Gehäuse (10) die Erosionsschutzschicht (16) zumindest einen Teil der dem Turbinenrad zugewandten Innenfläche des Gehäuses (10) bildet.
6. Turbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) mindestens einen Teil der Oberfläche des Turbinenrades (7) im Bereich der bei Betrieb des Turboladers auf das Turbinenrad (7) aufprallenden abrasiven Teilchen bildet.
7. Turbolader nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) mindestens die Oberflächen der Schaufelspitzen (19) des Turbinenrades (7) zumindest im Bereich der Schaufeleintrittskanten (20) bildet.
8. Turbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) neben Carbid einen Matrixwerkstoff aufweist aus einem Material mit einer gegenüber Carbid vergleichsweise hohen Duktilität sowie mit hoher Langzeitstabilität bei den Abgastemperaturen und mit guter Haftung auf dem schutzschichtfreien Material der Abgasturbine (1).
9. Turbolader nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Matrixwerkstoffes an der Erosionsschutzschicht (16) höchstens 35 Gewichtsprozent beträgt.
10. Turbolader nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Matrixwerkstoffes an der Erosionsschutzschicht (16) zwischen 15 und 25 Gewichtsprozent beträgt.
11. Turbolader nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixwerkstoff Nickel enthält.
12. Turbolader nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixwerkstoff NiCr und/oder NiCrAlY enthält.
13. Turbolader nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixwerkstoff CoCrAlY und/oder FeCrAlY enthält.
14. Turbolader nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Carbid Cr_3C_2 ist.
15. Turbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Erosionsschutzschicht (16) durch Detonationspritzen oder Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen in einer Dicke zwischen 50 und 300 μm aufgebracht ist.
16. Turbolader nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Erosionsschutzschicht (16) am Turbinenrad (7) höchstens 150 μm beträgt.

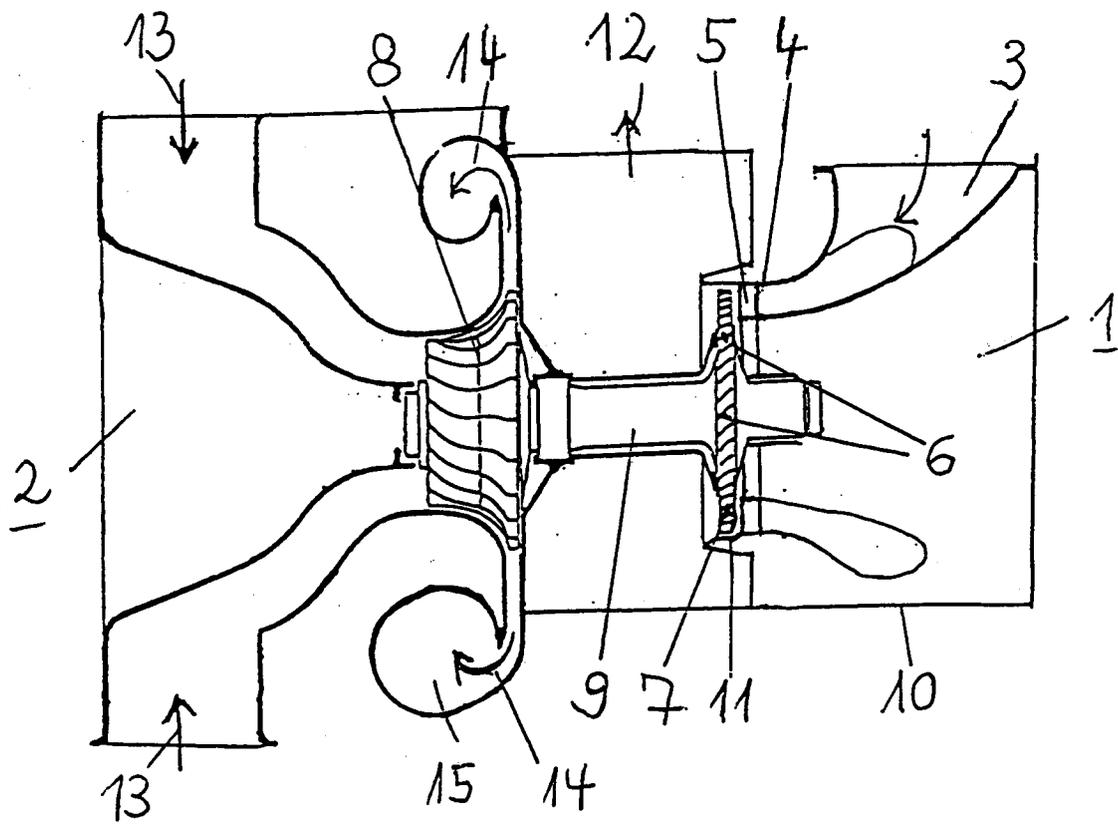


Fig. 1

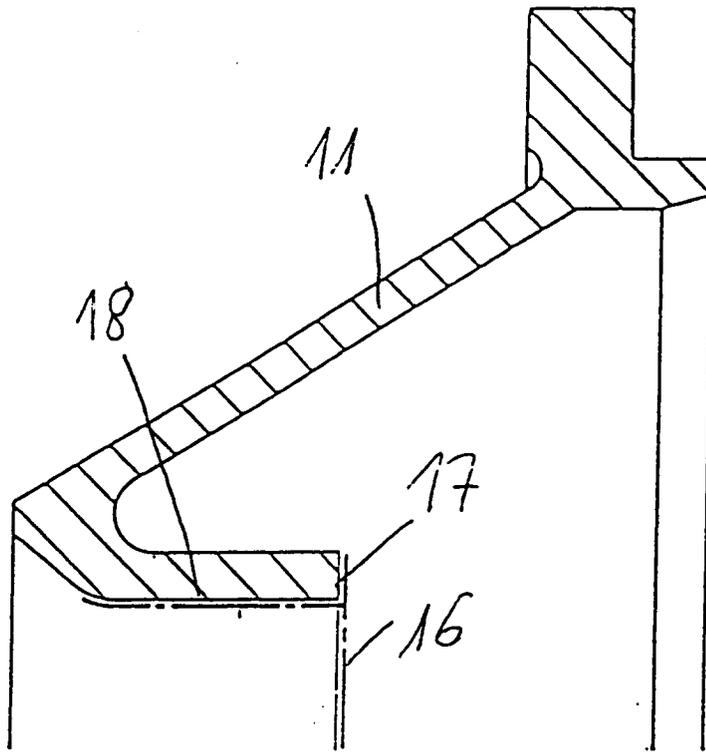


Fig. 2

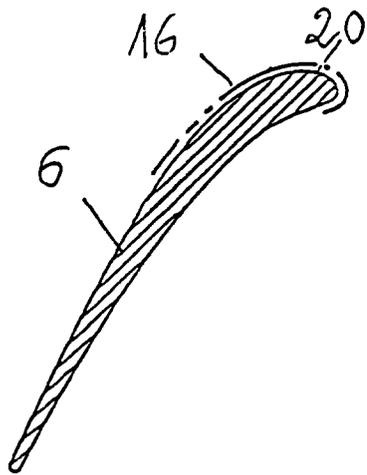


Fig. 4

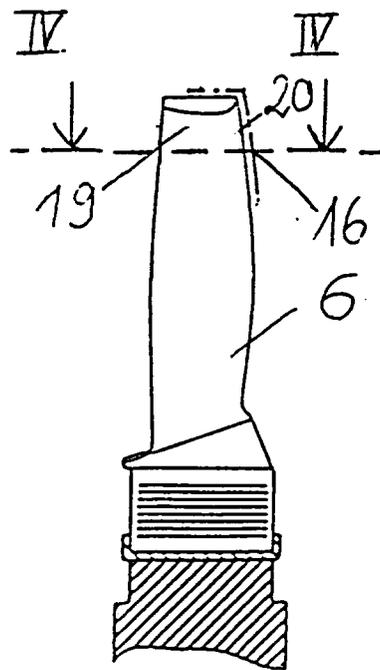


Fig. 3

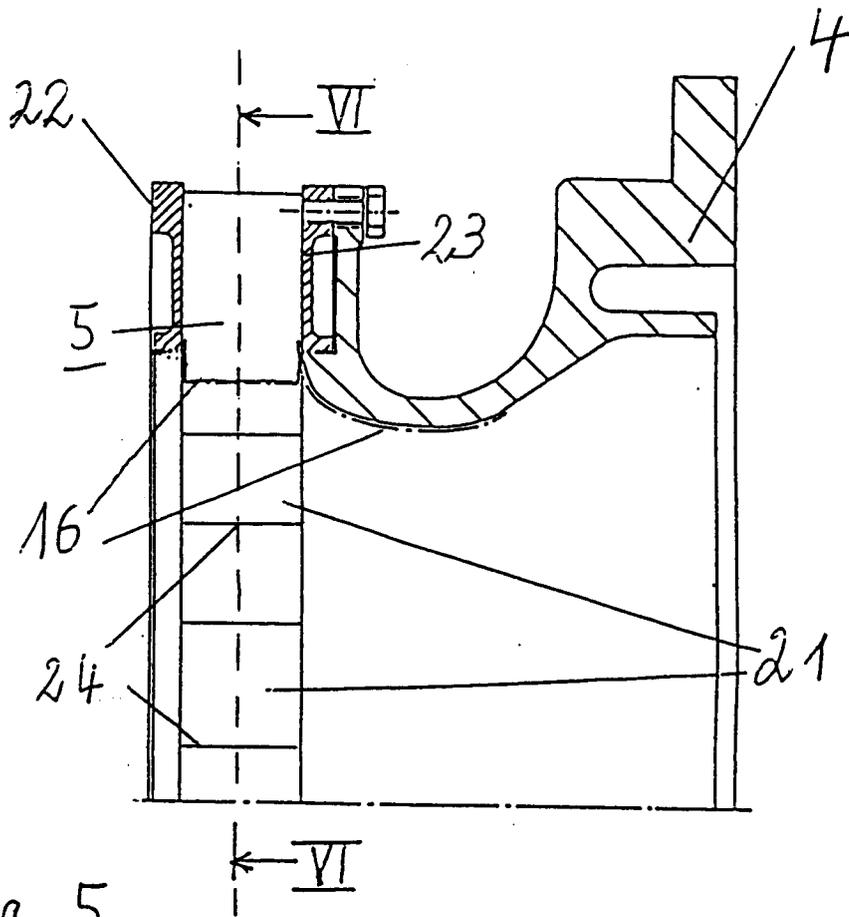


Fig. 5.

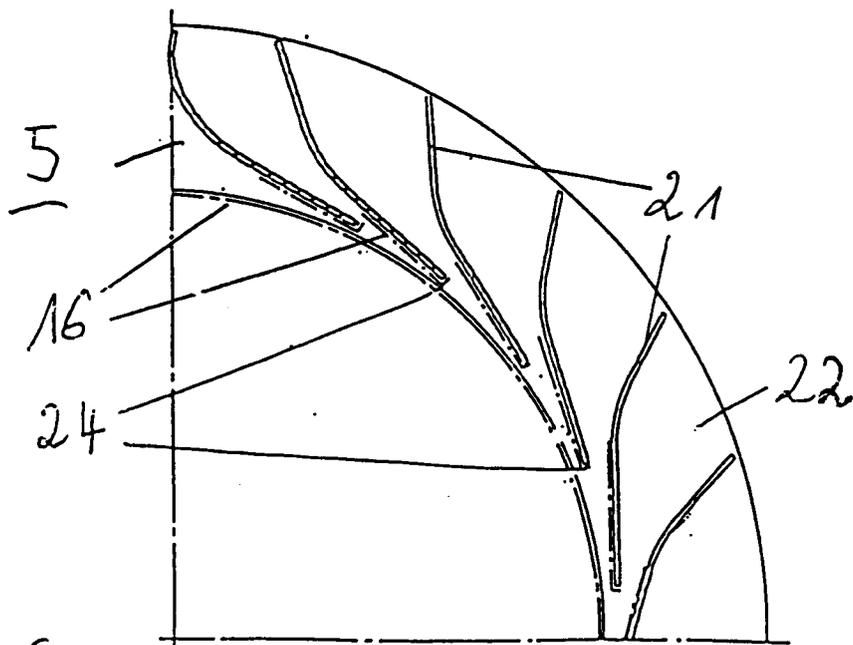


Fig. 6

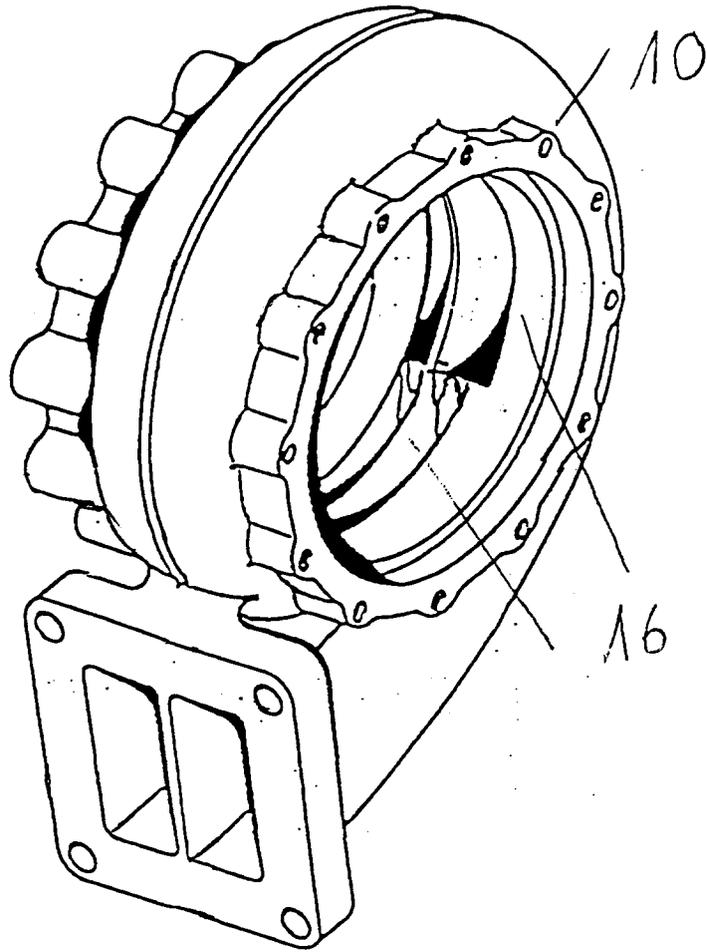


Fig. 7



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 482 831 (UNION CARBIDE) * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 3 * * Seite 2, Zeile 19 - Zeile 24 * * Seite 2, Zeile 50 - Zeile 53 * * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 7 * * Seite 3, Zeile 37 - Zeile 51; Ansprüche 1,6,9-15 *	1,2	F01D5/28 C23C4/06
A	---	3-7,11, 14,15	
X	DATABASE WPIL Week 8529, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 85-173611 & JP-A-60 077 968 (GENERAL ELECTRIC CO) 2. Mai 1985 * Zusammenfassung *	1,2	
A	---	3-7,11, 12,14	
A	GB-A-2 006 274 (UNITED TECHNOLOGIES CORP.) * Seite 1, Zeile 56 - Zeile 82 * * Seite 2, Zeile 3 - Zeile 118; Abbildungen *	1,7, 11-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F01D C23C
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 254 (M-255)(1399) 11. November 1983 & JP-A-58 138 202 (TOKYO SHIBAURA DENKI) 17. August 1983 * Zusammenfassung *	1,6,11	
D,A	SCHIFF,MASCHINE,MEERSTECHNIK INT September 1984, SYMPOSIUM SMM HAMBURG Seiten 59 - 67 E. MÜLLER 'abgasturbolader im schweröleinsatz'	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14 APRIL 1993	Prüfer ZIDI K.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			