



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 949 410 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.10.1999 Patentblatt 1999/41

(51) Int. Cl.⁶: **F02C 7/30, F01D 9/02**

(21) Anmeldenummer: **99103176.6**

(22) Anmeldetag: **18.02.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **07.04.1998 DE 19815473**

(71) Anmelder:
**GHH BORSIG Turbomaschinen GmbH
46145 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Chandra, Sharad Dr.-Ing.
46145 Oberhausen (DE)**
• **Ellermann, Bertold Dipl.-Ing.
46569 Hünxe (DE)**
• **Gathmann, Heinz Dipl.-Ing.
44797 Bochum (DE)**
• **Schnieders, Werner Dipl.-Ing.
44137 Dortmund (DE)**

(54) **Beschichteter Überströmkanal für eine Gasturbine**

(57) Die Erfindung betrifft ein heißgasführendes Gassammelrohr (1) einer Gasturbine, das zwischen der Brennkammer und den Turbinenschaufeln angeordnet ist.

Das Gassammelrohr (1) weist für die Aufnahme des Heißgases zwei Eintrittsöffnungen (2) auf. Der Austritt besteht aus den Flanschen (5, 6), die mit der Turbine verbunden werden.

Der Werkstoff des Gassammelrohres (1) ist ein hochwarmes und korrosionsbeständiges Basismetall (9) mit einer sowohl an der Innen- als auch an der Außenseite des Basismetalles (9) aufgetragenen Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht (4).

Im Bereich des Innenkonus (13) wird auf das Basismetall (9) auf einer Seite eine HKO-Schicht (4), auf der gegenüberliegenden Seite eine Wärmedämmschicht (8) aufgebracht.

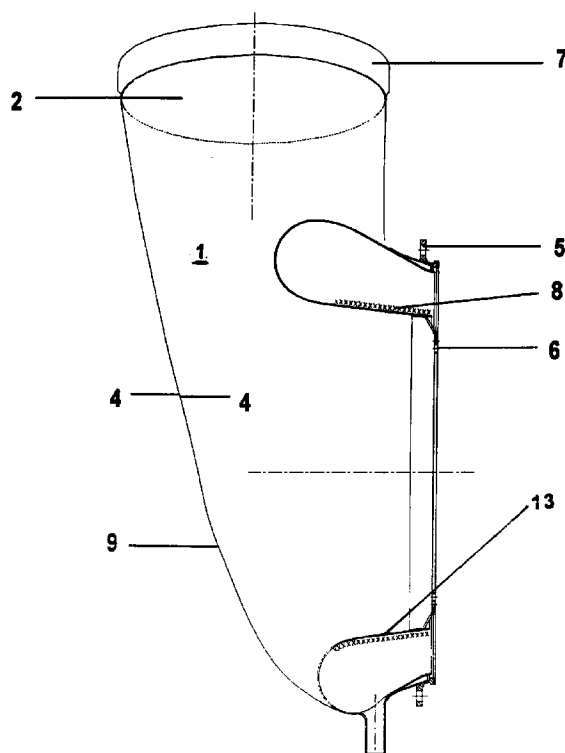


Fig. 3

EP 0 949 410 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein heißgasführendes Gassammelrohr einer Gasturbine zwischen der Brennkammer und dem Eintrittsflansch der Turbinenschaufeln aus einem hochwarmen und korrosionsbeständigen Basismetall M (Substrat) mit einer auf der Innenseite aufgetragenen Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht.

[0002] Bei Gasturbinen-Anlagen wird das zweiarmige Gassammel- bzw. Hosenrohr zwischen den Brennkammergehäusen und dem Eintrittsstutzen der Turbinenschaufeln im Heißbetrieb einer extremen Beanspruchung und erhöhtem Verschleiß durch Temperatur, Druck und Korrosion ausgesetzt.

[0003] Die Verbrennungsluft wird in einem Verdichter auf hohen Druck verdichtet, wobei ein wesentlicher Teil den beiden Brennkammern zur Verbrennung, ein kleinerer Anteil zur Kühlung der heißen Metallteile verwendet wird.

[0004] In den Brennkammern wird der wesentliche O₂-Anteil der Luft durch Verbrennen eines Kohlenstoffträgers zum Oxydieren gebracht, Stickstoff verbleibt im Abgas als Ballast und wird durch den Verbrennungsvorgang bei hohem Druck zusätzlich auf hohe Temperaturen gebracht und strömt aus den Brennkammern in das Hosenrohr und von dort in die Turbine auf die Turbineneintrittsschaufeln und versetzt diese in erhöhte Rotation.

[0005] Das Gassammel- bzw. Hosenrohr besteht aus einem Eisen-Nickel-Basis-Werkstoff. Dieser wird durch hohen Druck und besonders durch eine erhöhte Gastemperatur angegriffen, wobei Sauerstoff die Metalloberfläche oxydiert.

[0006] Die Legierungselemente der Ni-Basis-Legierung wie Aluminium, Chrom oder dergleichen, vermindern eine weitere Oxydation durch Bildung von festen Oxydschichten.

[0007] Diese passive Oxydschicht verhindert aber nicht ein Durchdringen von Stickstoff, so daß im Laufe der Zeit der Stickstoff mit den obengenannten Legierungselementen Nitride bzw. Carbonnitride bilden kann, deren Bildung durch den höheren Druck des Gases thermodynamisch begünstigt wird.

[0008] Die Folge ist, daß es je nach Legierungsanteilen und Löslichkeit von N₂ unter der Oxydschicht zur Bildung von AlN (Nitriden) und/oder Cr-Carbonnitriden kommen kann.

[0009] Dieses führt einerseits zum Abbinden der Aluminiumkonzentration in dem Metall, so daß der Oxydationswiderstand abnimmt und es zur Bildung von AlN-Nadeln und/oder Cr-Carbonnitriden, die zu einer Versprödung des Metalles führt, kommt.

[0010] Dieser Mechanismus findet nicht nur in dem Brennraum des Hosenrohres statt, sondern auch in der mit Kühlluft beaufschlagten Außenoberfläche, welche nicht immer so weit gekühlt werden kann, daß die besagte Gasmetallreaktion nicht stattfinden kann.

[0011] Als Hochtemperaturkorrosionsschutz ist die gesamte Innenseite des Gassammelrohres mit einer einschichtigen MCrAlY-Schicht ausgekleidet, die sich durch einen erhöhten Chrom- und Al-Gehalt auszeichnet. Verwendung findet hierbei ein Spritzpulver auf Nickelbasis mit 31 % Cr, 11 % Al und 0,6 % Y.

[0012] Die HKO-Schicht entwickelt durch die erhöhten Cr- und Al-Gehalte in Verbindung mit Yttrium ein großes Widerstandspotential gegen Oxydation und Aufstickung und damit einen erhöhten Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationswiderstand.

[0013] Als zusätzlicher Korrosions- und Wärmeschutz werden bei der heißgasbeaufschlagten Oberfläche des Innenkonus des Gassammelrohres Wärmedämmschichten (TBC = Thermal Barrier Coating) aufgebracht.

[0014] Die Wärmedämmschicht ist ein plasmagespritztes Beschichtungssystem, bestehend aus einer Haftschrift und einer keramischen Deckschicht, die die Wärmedämmung des Schichtsystems bewirkt.

[0015] Die Haftschrift (Bondcoat) dient neben der Haftung der Deckschicht auch zur Vermeidung von Hochtemperaturkorrosion/-oxydation des Werkstoffes. Um beide Funktionen optimal erfüllen zu können, besteht diese Haftschrift aus einer zweischichtigen MCrAlY-Schicht, einer sogenannten Haftschrift A und B.

[0016] Die Haftschrift A ist eine duktile MCrAlY-Schicht mit abgesenktem Chrom- und Aluminiumgehalt, um langfristig eine optimale Haftung am Substrat zu gewährleisten.

[0017] Die Haftschrift B ist eine MCrAlY-Schicht mit erhöhtem Chrom- und Aluminiumgehalt. Dadurch wird neben des erhöhten Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationswiderstandes eine Aufstickung des Grundwerkstoffes verhindert.

[0018] Die Deckschicht (Topcoat) besteht aus einer ZrO₂-Y₂O₃-Keramik und bewirkt aufgrund ihrer geringeren Wärmeleitfähigkeit die Wärmedämmung dieser Schicht.

[0019] Hochtemperatur- und korrosionsfeste Schutzbeschichtungen aus Legierungen für Gasturbinenbauteile, die eine hohe Korrosionsfestigkeit bei mittleren und hohen Temperaturen erfordern, die unmittelbar mit den heißen Abgasen aus der Brennkammer in Berührung stehen, und die im wesentlichen Nickel, Chrom, Kobalt, Aluminium und eine Beimischung von seltenen Erden enthalten, wurden in zahlreichen Zusammensetzungen entwickelt und auf den Markt gebracht.

[0020] Aus der WO 89/07159 sind Mehrfachschuttschichten für Metallgegenstände, insbesondere Gasturbinenschaufeln, bekannt. Gemäß der Erkenntnis, daß es zwei unterschiedliche Korrosionsmechanismen gibt, die für die Lebensdauer solcher Gegenstände von Bedeutung sind, werden zwei übereinanderliegende Schutzschichten angegeben, von denen die innere gegen Korrosionsangriffe bei Temperaturen von 600 °C bis 800 °C schützt und die äußere gegen Angriffe bei

Temperaturen von 800 °C bis 900 °C optimiert ist. Zusätzlich kann als äußerste Überzugsschicht noch eine Thermobarriereschicht vorhanden sein. Bevorzugt wird als erste Überzugsschicht eine Diffusionsschicht mit einem Chromgehalt größer als 50 % und einem Gehalt an Eisen und/oder Mangan von mehr als 10 % und als zweite Überzugsschicht eine MCrAlY-Schicht mit z. B. etwa 30 % Chrom, etwa 7 % Aluminium und etwa 0,7 % Yttrium, die durch Plasmaspritzen bei vermindertem Druck aufgebracht wird.

[0021] Aus der WO 91/02108 ist eine Schutzbeschichtung, insbesondere für Gasturbinenbauteile, bekannt, die gute Korrosionseigenschaften im Temperaturbereich von 600 bis etwa 1150 °C hat. Die Schutzbeschichtung enthält (in Gewichtsprozent): 25 - 40 % Nickel, 28 - 32 % Chrom, 7 - 9 % Aluminium, 1 - 2 % Silizium, 0,3 - 1 % Yttrium; Rest Kobalt, mindestens 5 %; und unvermeidbare Verunreinigungen. Verschiedene Wahlkomponenten können hinzukommen. Durch Beigabe von Rhenium können die Eigenschaften der Schutzbeschichtung weiter verbessert werden. Dieser Effekt tritt schon bei geringen Zusätzen ein. Bevorzugt wird ein Bereich von 4 - 10 % Rhenium.

[0022] Die Beschichtungen können durch Plasmaspritzen oder Aufdampfen (PVD) aufgebracht werden und sind besonders geeignet für Gasturbinenschaufeln aus einer Superlegierung auf Nickelbasis oder Kobaltbasis. Auch andere Gasturbinenbauteile, insbesondere bei Gasturbinen mit hoher Eintrittstemperatur von z. B. über 1200 °C, können mit solchen Schutzbeschichtungen versehen werden.

[0023] Aus der WO 96/34128 ist eine Nickel- bzw. Kobalt-Metallegierung bekannt, auf die eine Schutzschicht gegen erhöhte Temperatur- und Korrosionsangriffe durch heiße Gase aus der Brennkammer einer Gasturbine aufgebracht werden.

[0024] Die dreischichtige Schutzschicht besteht aus einer ersten Bindschicht aus einer MCrAlY-Zusammensetzung gegenüber dem zu schützenden Basismetall und einer zweiten Verankerungsschicht gegenüber der äußeren Oxydschicht.

[0025] Aus der WO 96/34129 ist ein Metallsubstrat auf Basis einer Nickel- oder Kobaltlegierung bekannt, auf die ein Schutzsystem gegen erhöhte Temperatur, Korrosion und Erosion aufgebracht wird.

[0026] Das Schutzsystem setzt sich aus einer Zwischenschicht, bestehend aus einer Bindschicht, gegenüber dem Ni-Substrat und einer Verankerungsschicht gegenüber der äußeren Keramikschicht auf Zirkon-Oxyd-Basis zusammen.

[0027] Die äußere Keramikschicht dient dabei als Wärmedämmschicht.

[0028] Aus der DE 42 42 099 ist eine Vorrichtung, insbesondere Gasturbineneinrichtung, mit einer Beschichtung von Einrichtungsteilen, bekannt.

[0029] Dort werden Komponenten in Gasturbinensystemen und ähnlichen Vorrichtungen, die betriebsmäßig mit heißen Gasen in Kontakt kommen, mit einer

Beschichtung versehen, die sowohl eine Korrosionsschutzwirkung als auch eine katalytische Wirkung haben. Dabei sind Komponenten im Temperaturbereich über 600 °C mit einer Beschichtung versehen, die oxidationskatalytisch wirkt und Komponenten in einem Temperaturbereich zwischen 350 °C bis 600 °C mit einer reduktionskatalytisch wirkenden Schicht. Es werden für die Beschichtung erster Art Mischoxyde mit Perowskit- oder Spinellstruktur auf LaMn-Basis, für die Beschichtung zweiter Art Mischoxyde gleicher Struktur auf LaCu-Basis verwendet.

[0030] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Gasmetalreaktion an der heißen inneren Oberfläche des Sammelmischrohres zu unterbinden oder so weit zu verzögern, daß die Lebensdauer dieses Teiles beachtlich verlängert wird und die Gasmetalreaktion auch an der gekühlten äußeren Oberfläche des Sammelmischrohres zu unterbinden oder so weit zu verzögern, daß die Lebensdauer der Teile beachtlich verlängert wird.

[0031] Die Lösung der Aufgabe erfolgt entsprechend Anspruch 1. Die abhängigen Unteransprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen des heißgasführenden Gassammelrohres.

[0032] Erfindungsgemäß werden daher die Oberflächen des heißgasführenden Gassammel- bzw. Hosenrohres zwischen Brennkammergehäuse und Turbine sowohl von innen als auch von außen mit einer Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht versehen, die aus einer einschichtigen MCrAlY-Schicht besteht, so daß eine Gasmetalreaktion von Stickstoff mit dem Metall des Gassammelrohres unterbunden oder weitgehend verzögert wird. Das Basismetall M kann dabei aus einer Eisen-Nickel- oder Eisen-Chrom-Legierung (M = Ni oder Cr) bestehen.

[0033] Die Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht mit einem Gehalt von 31 % Cr, 11 % Al, 0,6 % Y und Restnickel hat daher so hohe Cr- und Al-Gehalte, daß ein großes Widerstandspotential in der Schutzschicht gegen Oxydation und Aufstickung und damit ein erhöhter Hochtemperaturkorrosions- und oxydationswiderstand gegeben ist.

[0034] Die Beschichtung des kompletten Hosenrohres - innen und außen - erfolgt manuell oder als programmgesteuerte MCrAlY-Plasmaschicht in einer Schichtstärke von $60 \pm 40 \mu\text{m}$.

[0035] Der Innenkonus des Gassammelrohres wird am Übergang zu der Gasturbine zusätzlich mit einer einseitigen Wärmedämmschicht ausgekleidet. Diese Wärmedämmschicht besteht bekannterweise aus einer zweischichtigen MCrAlY-Schicht - Schicht A und B - und einer keramischen Deckschicht.

[0036] Die Haftgrundschicht A ist eine duktile MCrAlY-Schicht mit abgesenktem Chrom- und Aluminiumgehalt, um eine Haftung dieser Schicht am Grundwerkstoff des Gassammelrohres zu gewährleisten.

[0037] Die Haftgrundschicht B entspricht in der Zusammensetzung der Hochtemperaturkorrosions- und

-oxydationsschicht.

[0038] Komplementiert wird die Wärmedämmschicht durch eine keramische Deckschicht (Topcoat) auf Zirkonbasis, die aufgrund ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit die Wärmedämmung bewirkt. Die Wärmedämmschicht setzt sich aus einer Schichtdicke von 60/60/250 µm zusammen.

[0039] Das Gassammelrohr wird zusätzlich an den beiden Eintrittsöffnungen mit einer Antiverschleißbeschichtung versehen.

[0040] Ausführungsbeispiele der Erfindungen werden anhand von schematischen Zeichnungen erläutert.

[0041] Es zeigen:

Fig. 1 eine mehrdimensionale Ansicht des Gassammelrohres,

Fig. 2 einen Schnitt durch das Hosenrohr mit der beidseitigen HKO-Schicht,

Fig. 3 einen Schnitt durch das Gassammelrohr im Bereich eines der beiden Eintrittsöffnungen und

Fig. 4 einen Schnitt durch die Wärmedämmschicht.

[0042] Fig. 1 zeigt eine mehrdimensionale Ansicht des Gassammel- bzw. Hosenrohres (1) mit im oberen Bereich angeordneten Eintrittsöffnungen (2) für das Heißgas aus den beiden nicht dargestellten Brennkammern.

[0043] Das Gassammelrohr (1) ist sowohl außen als auch innen mit einer Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht (4) ausgekleidet.

[0044] Das Heißgas (s. Pfeile) strömt aus den beiden Brennkammern durch die Eintrittsöffnungen (2) in das Gassammelrohr (1), wird im unteren Gassammelraum (3) gesammelt und verläßt das Gassammelrohr (1) Richtung Turbine, wobei das Gassammelrohr (1) durch einen äußeren Flansch (5) und einen inneren Flansch (6) an die Gegenflansche der Turbine angeschlossen wird.

[0045] Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Wand des Hosenrohres mit der Hochtemperaturkorrosions- und -oxydations- (HKO)-Schicht. Auf beiden Seiten des Basismetall (9) ist eine 60 µm starke HKO-Schicht (4) aufgebracht.

[0046] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch das Gassammelrohr (1), das zwischen den nicht dargestellten Brennkammergehäusen und einer nachgeschalteten Turbine angeordnet ist.

[0047] Das heiße und korrosive Abgas verläßt das Mischrohr der Brennkammer und strömt durch die Eintrittsöffnung (2) in das Gassammelrohr (1), das innerhalb eines nicht dargestellten Gehäuses zwischen den Flanschen des Brennkammergehäuses und den Flanschen der Turbine angeordnet ist.

[0048] Das beidseitig mit einer HKO-Schicht (4)

beschichtete Basismetall (9) des Gassammelrohres (1) wird außen durch ein Kühlmedium gekühlt.

[0049] Das komprimierte Heißgas wird in dem unteren Gassammelraum (3) zwischen den Flanschen (5) und (6) zusammengeführt, bevor es in die Turbine strömt und den Turbinen-Läufer mit den Laufschaufeln in Rotation versetzt.

[0050] Die Eintrittsöffnungen (2) des Gassammelrohres (1) sind im Gaseintrittsbereich zusätzlich mit einer Antiverschleißbeschichtung (7) versehen.

[0051] Der Innenkonus (13) ist im Bereich des Flansches anstelle der HKO-Schicht (4) zusätzlich mit einer Wärmedämmschicht (8) ausgekleidet.

[0052] Entsprechend Fig. 4 besteht die Wärmedämmschicht (8) aus einer zweischichtigen (A und B) MCrAlY-Schicht, wobei die A-Schicht (10) als Haftgrundschicht gegenüber dem Basismetall (9) und die B-Schicht (11) als Haftgrundschicht gegenüber der keramischen Schicht (12) wirkt.

[0053] In diesem Bereich des Innenkonus wird das Substrat/Basismetall (9) auf einer Seite durch die HKO-Schicht (4), auf der anderen Seite durch die Wärmedämmschicht (8) geschützt.

Bezugsziffernliste:

[0054]

- | | |
|----|--|
| 1 | Gassammel- oder Hosenrohr |
| 2 | Eintrittsöffnungen zu 1 |
| 3 | Unterer Gassammelraum |
| 4 | Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht |
| 5 | Äußerer Flansch |
| 6 | Innerer Flansch |
| 7 | Antiverschleißbeschichtung an 2 |
| 8 | einseitige Wärmedämmschicht |
| 9 | Substrat/Basismetall |
| 10 | MCrAlY-A-Schicht |
| 11 | MCrAlY-B-Schicht |
| 12 | Keramische Schicht |
| 13 | Innenkonus |

Patentansprüche

1. Heißgasführendes Gassammelrohr einer Gasturbine zwischen der Brennkammer und dem Eintrittsflansch der Turbinenschaufeln aus einem hochwarmen und korrosionsbeständigen Basismetall M mit einer auf der Innenseite aufgetragenen Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl an der Innen- als auch an der Außenseite des Basismetall (9) des Gassammelrohres (1) eine Hochtemperaturkorrosions- und -oxydationsschicht (4) aufgebracht wird.

2. Heißgasführendes Gassammelrohr nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Basismetall M aus einer Nickel-Basis-Legierung besteht. 5
3. Heißgasführendes Gassammelrohr nach Anspruch 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Hochtemperaturkorrosions- und -oxydations- bzw. MCrAlY-Schicht (4) aus einem Anteil von 31 % Cr, 11 % Al und 0,6 % Y besteht. 10
4. Heißgasführendes Gassammelrohr nach den Ansprüchen 1 - 3, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß das Basismetall (9) des Innenkonus (13) zusätzlich mit einer einseitigen Wärmedämmschicht (8) ausgekleidet ist. 20
5. Heißgasführendes Gassammelrohr nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmedämmschicht (8) aus einer zweischichtigen (A und B) MCrAlY-Schicht (10, 11) und einer keramischen Deckschicht (12) besteht. 25
6. Heißgasführendes Gassammelrohr nach Anspruch 5, 30
dadurch gekennzeichnet,
- daß die A-Schicht (10) eine duktile MCrAlY-Schicht mit abgesenktem Cr- und Al-Gehalt ist und
 - daß die B-Schicht (11) eine MCrAlY-Schicht mit erhöhtem Cr- und Al-Gehalt ist. 35

40

45

50

55

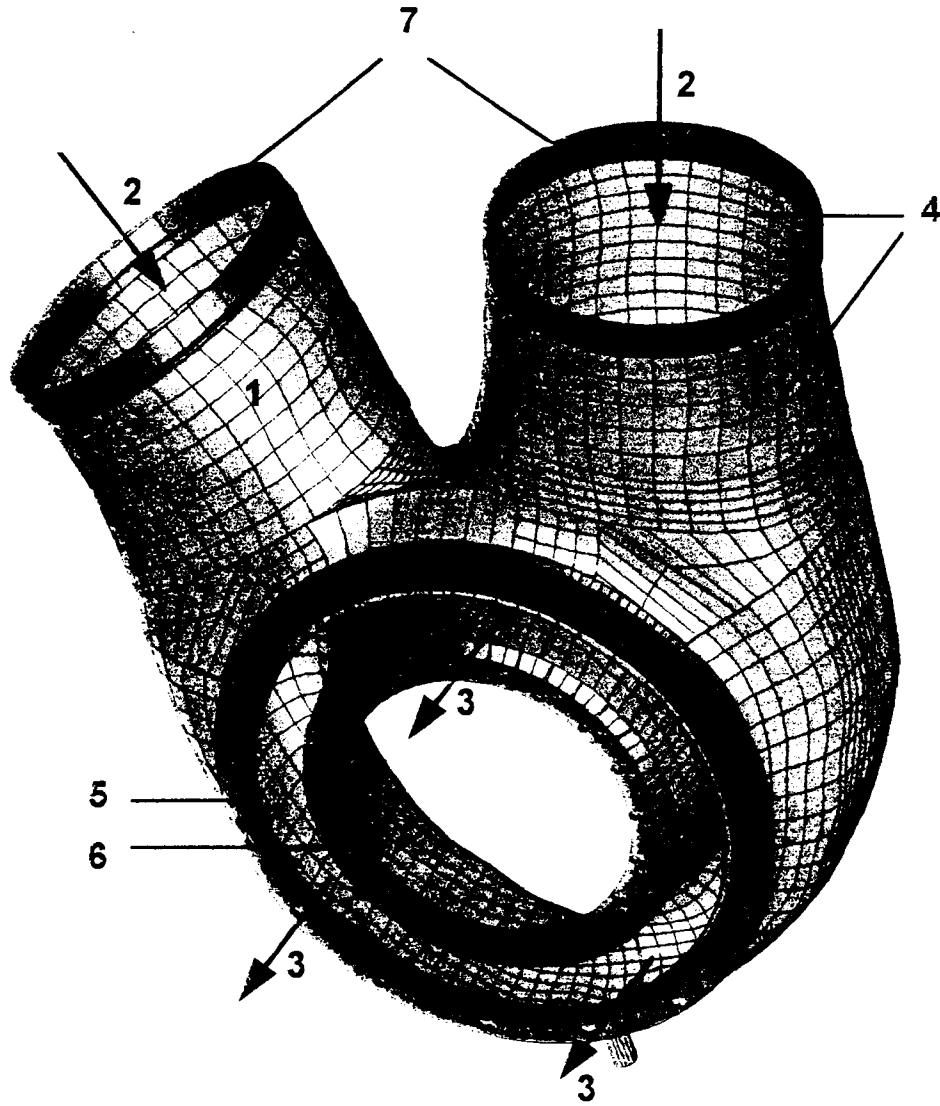


Fig. 1

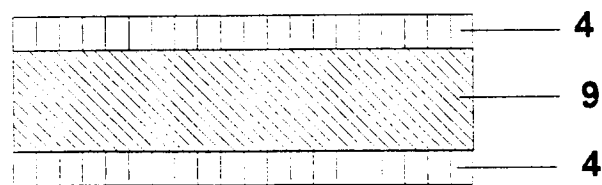


Fig. 2

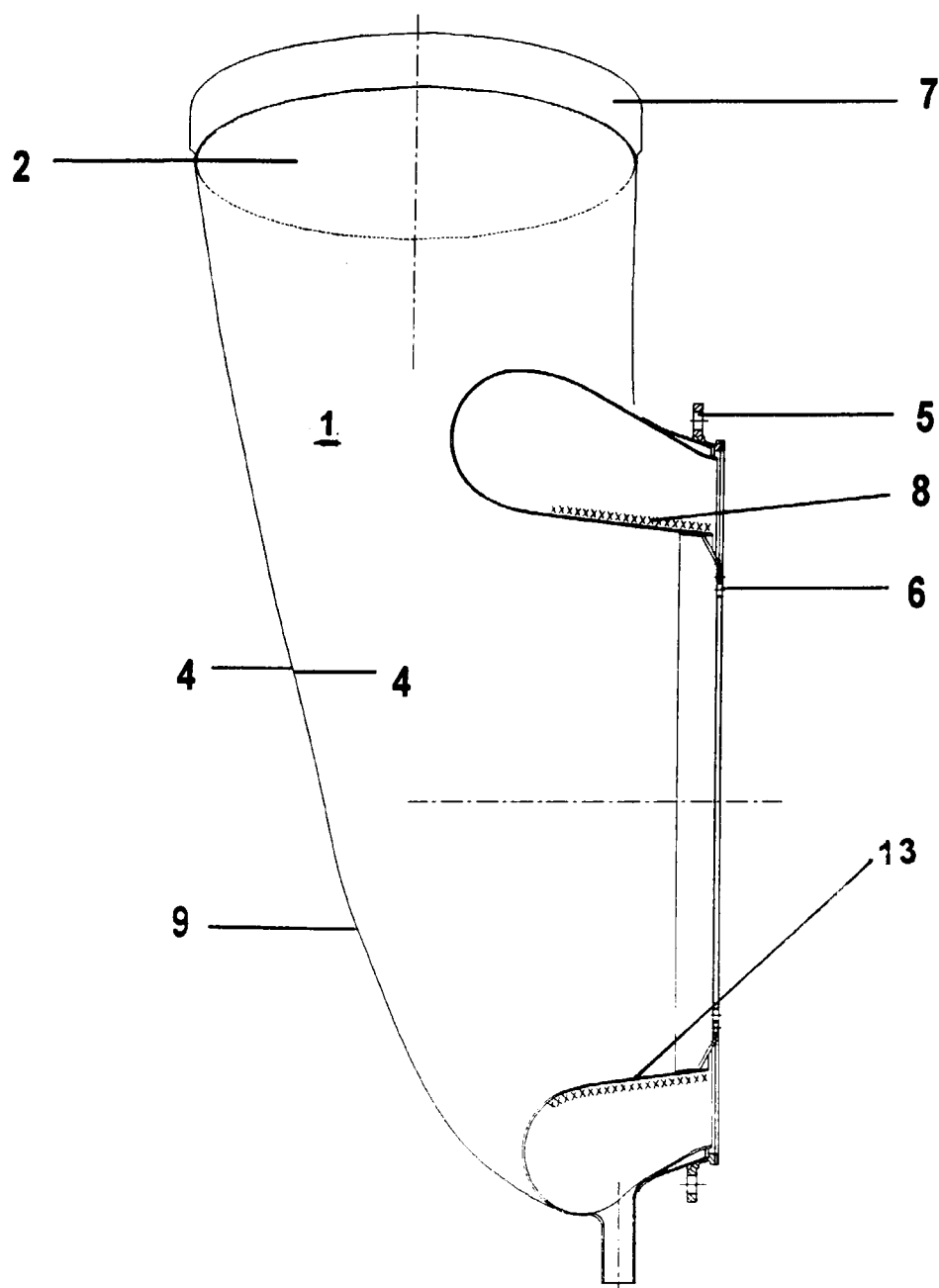


Fig. 3

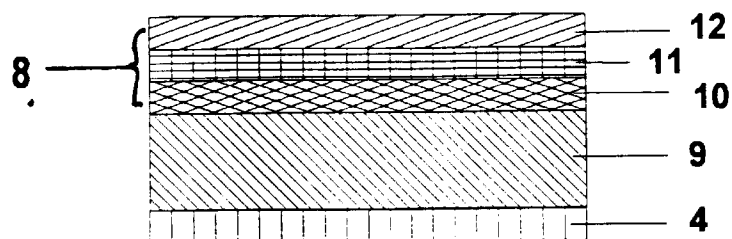


Fig. 4