

(19)



(11)

EP 2 842 662 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.03.2015 Patentblatt 2015/10

(51) Int Cl.:
B22F 1/00 (2006.01) **B22F 3/22** (2006.01)
C23C 10/30 (2006.01) **F01D 5/28** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13182800.6**

(22) Anmeldetag: **03.09.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Werner, André**
80639 München (DE)
• **Schüle, Artur**
75180 Pforzheim (DE)

(54) Schaufelspitzenpanzerung für Titanschaufeln

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Schaufelpanzerung einer Schaufel einer Strömungsmaschine, wobei die Schaufel (1) zumindest teilweise aus einem Titan - Werkstoff gebildet ist und das Verfahren folgende Schritte umfasst: Bereitstellung einer Schaufel mit dem Titan - Werkstoff; Bereitstellung eines Schlickers, welcher ein metallisches Pulver und ein Bindemittel umfasst, wobei das metallische Pulver aus einem Werkstoff gebildet ist, der M, Cr und Al umfasst, wobei M mindestens ein Element ist, das

ausgewählt ist aus der Gruppe, die Fe, Ni und Co umfasst;
Aufbringen des Schlickers auf dem Titan - Werkstoff in mindestens einem Teilbereich der Schaufel;
Trocknen und/oder Brennen des Schlickers zu einer Panzerung (4).

Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung eine Schaufel einer Strömungsmaschine mit einer Schaufelpanzerung, die gemäß dem Verfahren hergestellt worden ist.

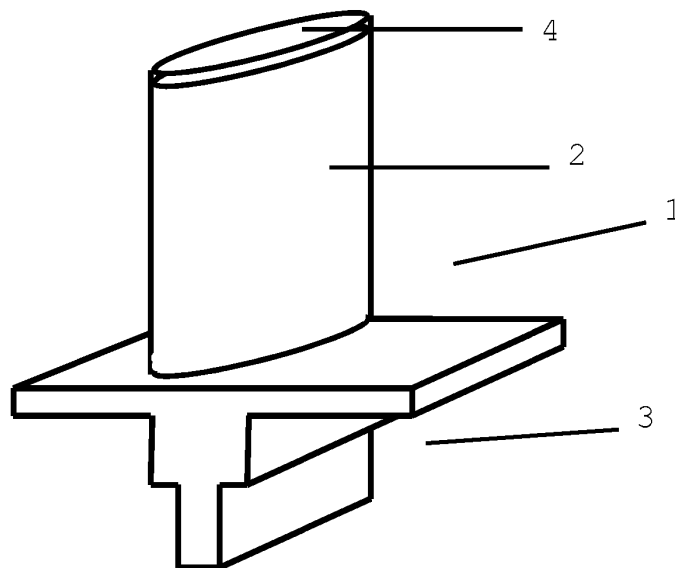


Fig. 1

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung einer Schaufelpanzerung für eine Schaufel einer Strömungsmaschine, wobei die Schaufel aus einem Titan - Werkstoff gebildet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine entsprechende Schaufel einer Strömungsmaschine mit einer Schaufelpanzerung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei Strömungsmaschinen, wie stationären Gasturbinen oder Flugzeugtriebwerken, drehen sich Laufschaufeln mit hoher Drehgeschwindigkeit um eine Welle, die entlang der Längsachse der Strömungsmaschine verläuft. Um zu gewährleisten, dass zwischen den Schaufelspitzen der sich drehenden Laufschaufeln und einem umgebenden Gehäuse des Strömungskanals keine Wirkungsgradverluste auf Grund des Durchströmens des Arbeitsgases durch Spalte zwischen den Schaufelspitzen und dem umgebenden Gehäuse auftreten, sind im Bereich der Laufschaufeln an der Innenseite des Gehäuses Dichtungen, sogenannte "Outer-Air-Seals", vorgesehen, an denen die Laufschaufeln je nach Betriebszustand der Strömungsmaschine anstreifen können, um einen möglichen Spalt zu vermeiden, durch den Arbeitsgas durchströmen könnte. Entsprechend wird zur Vermeidung von Verschleiß und Wärmeeintrag auf Grund der Reibung zwischen Schaufelspitzen und Gehäuse eine Panzerung der Spitzen der Laufschaufeln vorgesehen.

[0003] Im Stand der Technik werden hierzu üblicherweise keramische Werkstoffe auf Basis von Aluminiumoxid oder Zirkonoxid sowie kubischem Bornitrid verwendet, die durch thermische Spritzschichten im Fall von Aluminiumoxid oder Zirkonoxid oder über galvanische Abscheidung oder durch Auflöten im Falle von kubischem Bornitrid aufgebracht werden.

[0004] Aus der US 6,409,795 B2 ist zudem das Aufbringen von Formteilen aus MCrAl(Y) - Legierungen bekannt, wobei M entweder Nickel, Kobalt oder Eisen ist.

[0005] Allerdings sind die im Stand der Technik bekannten Verfahren und Stoffe zur Aufbringung von Panzerungen an Laufschaufeln sehr aufwändig und insbesondere für Titan - Werkstoffe wenig geeignet, da bei Titan - Werkstoffen zudem das Problem der Titanfeuerentzündung besteht, das bei hohem Wärmeeintrag durch Reibung der Schaufelspitzen an der Gehäusedichtung entstehen kann und zusätzlich berücksichtigt werden muss.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG**AUFGABE DER ERFINDUNG**

[0006] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Panzerung an Schaufeln einer Strömungsmaschine bereitzustellen, welches eine einfache Herstellung der Panzerung bei gleichzeitig guter Verschleißbeständigkeit und entsprechend guten Anstreichfeigenschaften ermöglicht und Schaufeln aus Titan - Werkstoffen zudem zuverlässig vor der Titanfeuerentzündung schützt.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Schaufel für eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung schlägt vor, eine Panzerung auf Basis eines Schlickes zu erstellen, welcher in einfacher Weise auf mindestens einen Teilbereich einer Schaufel aus einem Titan - Werkstoff aufgebracht werden kann.

[0009] Der Schlicker umfasst erfindungsgemäß mindestens ein metallisches Pulver und mindestens ein Bindemittel, wobei das metallische Pulver aus einem Werkstoff gebildet ist, der M, Cr und Al umfasst, wobei M mindestens ein Element ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die Eisen, Nickel und Kobalt umfasst.

[0010] Nach dem Aufbringen des Schlickes kann der Schlicker getrocknet werden.

[0011] Nach dem Trocknen oder direkt nach dem Aufbringen ohne Trocknen kann der Schlicker gebrannt werden, sodass aus dem Schlicker eine Panzerung entsteht.

[0012] Insbesondere kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Spitzenpanzerung an einer Laufschaufelspitze hergestellt werden.

[0013] Der Titan - Werkstoff, der zumindest im Bereich der Panzerung die Schaufel bildet, kann eine Titan - Basislegierung oder ein Werkstoff auf Basis von Titanaluminiden sein. Unter Titan - Werkstoff wird somit ein Werkstoff verstanden, dessen größter Bestandteil der chemischen Zusammensetzung Titan ist. Entsprechend werden auch Legierungen auf Basis von Titanaluminiden als Titan - Werkstoff angesehen, auch wenn bei derartigen Legierungen Aluminium in der gleichen Größenordnung wie Titan in dem Werkstoff enthalten sein kann. Insbesondere können die Titanaluminide auf γ - TiAl oder α_2 - Ti_3Al basieren.

[0014] Das Bindemittel kann ein keramischer Binder, beispielsweise auf der Basis von Polysiloxanen oder Polysilazanen sein. Unter Polysiloxanen werden chemische Verbindungen verstanden, bei denen die Siliziumatome über ein Sauerstoffatom miteinander verbunden sind, wobei eine Vielzahl von Si-O-Si-Verbindungen miteinander verkettet sein können. Unter Polysilazanen werden Verbindungen verstanden, in denen Silizium- und Stick-

stoffatome in alternierender Anordnung das chemische Grundgerüst bilden.

[0015] Das Bindemittel und das metallische Pulver können jeweils ca. die Hälfte des Volumens des Schlickes ausmachen, wobei das metallische Pulver in einem Bereich von 20 Vol.% bis 70 Vol.%, insbesondere 40 Vol.% bis 60 Vol.% liegen kann, während das Bindemittel 80 Vol.% bis 30 Vol.%, insbesondere 60 Vol.% bis 40 Vol.% aufweisen kann.

[0016] Die Partikelgrößen des metallischen Pulvers können im Bereich von 1 µm bis 50 µm, insbesondere 2 µm bis 5 µm liegen, wobei die angegebenen Partikelgrößen mittlere Partikelgrößen oder absolute Partikelgrößen sein können.

[0017] Das Aufbringen des Schlickes kann durch Spritzen, Streichen, Rollen und/oder Tauchen des zu beschichtenden Bauteils in den Schlicker erfolgen. Da die Panzerung unter Umständen lediglich in entsprechenden Teilbereichen der Schaufel einer Strömungsmaschine erforderlich sein kann, kann der Schlicker entsprechend nur in den Bereichen der Schaufel aufgebracht werden, in denen die Panzerung erforderlich ist und vorliegen soll.

[0018] Nach dem Aufbringen kann der Schlicker für eine Zeitspanne von 0,5 bis 5 Stunden, insbesondere 1 bis 3 Stunden, vorzugsweise 1 bis 2 Stunden, an Luft trocknen.

[0019] Anschließend kann ein Brennen des Schlickers durch lokale Erwärmung der Schaufel im Bereich des aufgetragenen Schlickers oder vollständiges Erhitzen der Schaufel erfolgen. Allerdings ist ein Brennen auch ohne vorheriges Trocknen unmittelbar möglich. Das Brennen kann insbesondere bei einer Temperatur von 450°C bis 750°C, insbesondere 600°C bis 700°C, vorzugsweise um 650°C für 0,5 Stunden bis 2 Stunden, vorzugsweise um eine Stunde an Luft oder Inertgasatmosphäre erfolgen. Durch das Brennen werden bei dem Bindemittel die organischen Bestandteile zerstört und entfernt, sodass sich eine Schaufelpanzerung ergibt, bei der metallische Partikel aus FeCrAl, NiCrAl oder CoCrAl benachbart zu keramischen Bestandteilen im Gefüge der Panzerung vorhanden sind, wobei die keramischen Bestandteile siliziumbasierte, keramische Verbindungen umfassen. Bei der gewählten Temperatur und/oder Zeitdauer kann die Pyrolyse nur teilweise ablaufen, so dass nur teilweise keramische Verbindungen und/oder teileramische Verbindungen vorliegen, also Verbindungen, die noch Bindemittel enthalten. Die siliziumbasierten keramischen oder teileramischen Verbindungen können Siliziumoxid, Siliziumkarbid, Siliziumnitrid und/oder Mischformen daraus umfassen.

[0020] Nach dem Brennen des Schlickers kann weiterhin ein Einlaufprozess vorgesehen sein, bei dem die Schaufel in einer Strömungsmaschine für eine bestimmte Dauer und/oder mehrere Intervalle bei mindestens einer Drehzahl der Maschine den Betriebsbedingungen ausgesetzt wird, sodass sich durch die dadurch in die Schaufel eingebrachte Wärme eine Reaktionszone zwi-

schen der Panzerung und dem Titan - Werkstoff ausbilden kann, welche die Haftung der Panzerung an dem Titan - Werkstoff verbessert. Insbesondere kann der Einlaufprozess so gestaltet sein, dass mehrere, voneinander durch Betriebspausen oder Betriebszeiten mit Leerlauf - Drehzahlen getrennte Betriebsintervalle vorgesehen sind, bei denen die Strömungsmaschine mit unterschiedlichen Drehzahlen, insbesondere sich steigenden Drehzahlen betrieben wird. Die durch den gezielten Einlaufprozess entstandene Reaktionszone bietet zudem einen Schutz vor der im Normalbetrieb der Strömungsmaschine durch Reibung in die Laufschaufel eingebrachten Wärme und reduziert somit die Gefahr der Entzündung eines Titanfeuers durch den Reibprozess.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0021] Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schaufel; und in

Fig. 2 eine teilweise Schnittansicht durch einen Oberflächenbereich aus Fig. 1

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0022] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beigefügten Figuren deutlich. Allerdings ist die Erfindung nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt.

[0023] Die Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Laufschaufel 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Laufschaufel 1 umfasst ein Schaufelblatt 2 und einen Schaufelfuß 3 mit einem Deckband, der in einer Scheibe einer Strömungsmaschine angeordnet werden kann. An dem dem Schaufelfuß 3 gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts 2 ist an der Schaufelspitze eine Panzerung 4 vorgesehen, welche im Betrieb an einer Triebwerksdichtung, dem sogenannten "Outer-Air-Seal" des umgebenden Gehäuses anstreifen kann. Entsprechend soll die Panzerung 4 die Schaufel 1 und insbesondere das Schaufelblatt 2 vor Verschleiß und Wärmeeintrag schützen.

[0024] Da die Schaufel 1 zumindest im Bereich des Schaufelblatts 2 aus einem Titan - Werkstoff gebildet ist, schützt die Panzerung 4 auch vor einer Titanfeuerentzündung, welche bei einer Schaufel 1 mit einem Schaufelblatt 2 aus einem Titan-Werkstoff auftreten könnte.

[0025] Die Fig. 2 zeigt einen teilweisen Querschnitt durch die Panzerung 4 an der Schaufelspitze der Schaufel 1. Die Panzerung 4 ist durch eine Schicht gebildet, welche aus metallischen und keramischen Bestandteilen besteht. Die Darstellung der Fig. 2 bezüglich der Zusammensetzung in der Panzerung 4 ist rein schematisch und zeigt metallische Bestandteile 7 sowie keramische Be-

standteile 8, die von einem keramischen Bindemittel stammen.

[0026] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Panzerung 4 durch das Aufbringen und Brennen eines Schlickers hergestellt worden, wobei der Schlicker metallisches Pulver und ein Bindemittel umfasst. Das metallische Pulver des Schlickers, welcher zur Bildung der Panzerung 4 eingesetzt worden ist, ist in dem Ausführungsbeispiel aus einer FeCrAl - Legierung gebildet, die als Hauptbestandteile in dieser Reihenfolge Eisen, Chrom und Aluminium aufweist, wobei weitere Legierungsbestandteile enthalten sein können.

[0027] Die metallischen Partikel der FeCrAl - Legierung sind in dem Schlicker in einem keramischen Binder auf Basis von Polysilazan eingebettet, wobei das metallische Pulver 50 Vol.% und der Binder ebenfalls 50 Vol.% des Schlickers ausmachen.

[0028] Nach dem Auftragen des Schlickers durch Streichen oder Rollen bzw. Spritzen im Bereich der Schaufelspitze ist der Schlicker getrocknet worden und zwar für zwei Stunden an Luft bei Raumtemperatur. Nach der Trocknung ist der Schlicker gebrannt worden und zwar mittels einer lokalen Erwärmung der Schaufelspitze, die im Ausführungsbeispiel induktiv durchgeführt worden ist. Die Brennparameter sind bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel mit einer Brenntemperatur von 650°C, einer Haltedauer von einer Stunde und einer umgebenden Inertgasatmosphäre gewählt worden. Durch die Pyrolyse sind die organischen Bestandteile des Bindemittels teilersetzt worden, sodass sich als keramische Bestandteile der Panzerung 4 Siliziumcarbid, Siliziumnitride und Siliziumcarbonitride gebildet haben. In diese teilkeramische Matrix sind die FeCrAl - Partikel des metallischen Pulvers eingelagert und bilden zusammen mit der keramischen Matrix die Panzerung 4.

[0029] Nach dem Brennen ist die Schaufel 1 in eine Strömungsmaschine eingebaut worden und die Strömungsmaschine ist betrieben worden, um einen Einlaufprozess durchzuführen, bei dem sich aufgrund des dadurch erzeugten Wärmeeintrags eine Reaktionsschicht 5 zwischen der Panzerung 4 und dem Titan-Grundwerkstoff ausgebildet hat.

[0030] Der Einlaufprozess kann beispielsweise durch intervallartigen Betrieb der Strömungsmaschine mit unterschiedlichen Drehzahlen erfolgen. So können beispielsweise fünf bis zehn Intervalle bzw. Stufen des Betriebs bei Drehzahlen durchgeführt werden, die Relativgeschwindigkeiten der Schaufelspitze zu dem Anstreifbelag des umgebenden Gehäuses von 100 m/s, 120 m/s, 140 m/s, 160 m/s, 180 m/s und 200 m/s entsprechen. Zwischen jedem Betriebsintervall bzw. jede Betriebsstufe kann die Strömungsmaschine abgeschaltet werden und eine Betriebspause im Bereich von drei bis fünf Minuten einlegen, wobei die Maschine in den Zeiten zwischen den Betriebsintervallen auch im Leerlauf betrieben werden kann. Die Beschleunigung und Abbremsung kann mit Drehzahländerungen von 100 Umdrehungen/Minute pro Sekunde (RPM/s) erfolgen.

[0031] Die durch den Einlaufprozess erzeugte Reaktionszone 5 bewirkt eine Verbesserung der Haftung der Panzerung 4 auf dem Titan - Werkstoff 6 und trägt zudem dazu bei einen Titanbrand zu vermeiden.

[0032] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt ist, sondern dass vielmehr Abwandlungen in der Weise möglich sind, dass einzelne Merkmale weggelassen oder andersartige Kombinationen von Merkmalen verwirklicht werden, solange der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche nicht verlassen wird. Die Offenbarung der Beschreibung schließt sämtliche Kombinationen der vorgestellten Einzelmerkmale mit ein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Schaufelpanzerung einer Schaufel einer Strömungsmaschine, wobei die Schaufel (1) zumindest teilweise aus einem Titan - Werkstoff gebildet ist und das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Bereitstellung einer Schaufel mit dem Titan - Werkstoff;

Bereitstellung eines Schlickers, welcher ein metallisches Pulver und ein Bindemittel umfasst, wobei das metallische Pulver aus einem Werkstoff gebildet ist, der M, Cr und Al umfasst, wobei M mindestens ein Element ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die Fe, Ni und Co umfasst;

Aufbringen des Schlickers auf dem Titan - Werkstoff in mindestens einem Teilbereich der Schaufel;

Trocknen und/oder Brennen des Schlickers zu einer Panzerung (4).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zur Herstellung einer Spitzenpanzerung (4) an einer Laufschaufel (1) eingesetzt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Titan - Werkstoff eine Ti - Basislegierung oder ein Werkstoff auf Basis von Titanaluminiden ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel ein keramischer Binder ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Bindemittel ein Polysiloxan oder ein Polysilazan ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Schlicker 20 Vol.% bis 70 Vol.%, insbesondere 40 Vol.% bis 60 Vol.%, vorzugsweise um 50 Vol.% metallisches Pulver und 80 Vol.% bis 30 Vol.%, insbesondere 60 Vol.% bis 40 Vol.%, vorzugsweise um 50 Vol.% Bindemittel umfasst. 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet, dass
 das metallische Pulver Partikel mit mittleren Partikelgrößen oder absoluten Partikelgrößen im Bereich von 1 µm bis 50 µm, insbesondere 2 µm bis 5 µm aufweist. 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Aufbringen des Schlickers durch Spritzen, Streichen, Rollen und/oder Tauchen erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Trocknung bei Raumtemperatur für 0,5 h bis 5 h, insbesondere 1 h bis 3 h, vorzugsweise 1 h bis 2 h an Luft erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Brennen des Schlickers durch lokale Erwärmung oder vollständiges Erhitzen der Schaufel erfolgt. 40
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 45
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Pyrolyse bei Temperaturen von 450°C bis 750°C, insbesondere 600°C bis 700°C, vorzugsweise um 650°C für 0,5 h bis 2 h, vorzugsweise um 1 h an Inertgasatmosphäre erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 50
dadurch gekennzeichnet, dass
 nach dem Brennen ein Einlaufprozess erfolgt, bei dem die Schaufel (1) in der Strömungsmaschine für eine bestimmte Dauer und/oder mehrere Intervalle bei mindestens einer Drehzahl der Maschine den Betriebsbedingungen ausgesetzt wird, so dass sich zwischen Panzerung (4) und Titan - Werkstoff (6) 55

eine Reaktionszone (5) ausbildet.

13. Schaufel einer Strömungsmaschine mit einer Schaufelpanzerung, insbesondere hergestellt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaufel (1) aus einem Titan - Werkstoff gebildet ist und die Panzerung (4) zumindest in Teilbereichen der Schaufel auf dem Titan - Werkstoff angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Panzerung metallische (7) und keramische (8) Bestandteile umfasst, wobei die metallischen Bestandteile aus einem Werkstoff gebildet sind, der M, Cr und Al umfasst, wobei M mindestens ein Element ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die Fe, Ni und Co umfasst, und wobei die keramischen Bestandteile Silizium - basierte keramische Verbindungen umfassen.
14. Schaufel nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Silizium - basierten keramischen Verbindungen Siliziumoxid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid und/oder Mischformen daraus umfassen.
15. Schaufel nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
 zwischen der Panzerung (4) und dem Titan - Werkstoff (6) eine Reaktionszone (5) ausgebildet ist.

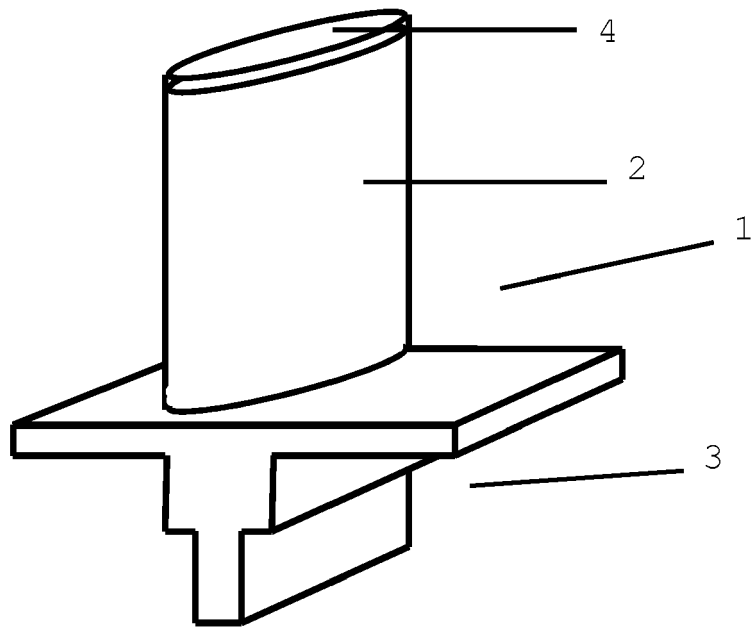


Fig. 1

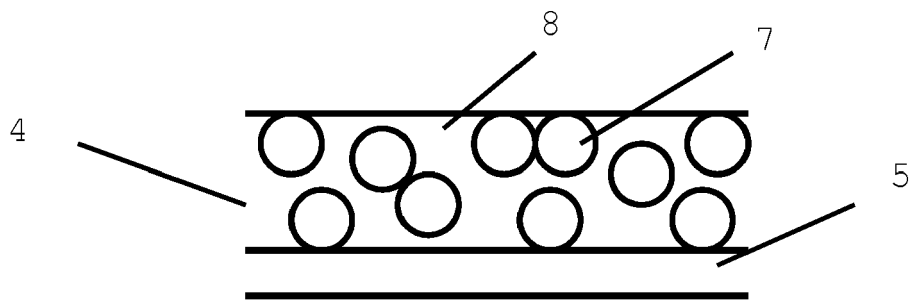


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 2800

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2010/094273 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; UIHLEIN THOMAS [DE]) 26. August 2010 (2010-08-26) * Seite 1, Zeilen 1-3 * * Seite 2, Zeilen 20-25 * * Seite 2, Zeile 33 - Seite 4, Zeile 2 * * Seite 5, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 4 * * Seite 8, Zeilen 25-29 * * Seite 11, Zeilen 12-18 * * Abbildungen 1-4 *	1-15	INV. B22F1/00 B22F3/22 C23C10/30 F01D5/28
A	EP 1 088 907 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 4. April 2001 (2001-04-04) * Absätze [0001], [0008] - [0024] *	1-15	
A	EP 1 939 325 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 2. Juli 2008 (2008-07-02) * Absätze [0001], [0008] - [0012], [0015], [0016], [0053] * * Abbildungen 1-3 *	1-15	
A,D	US 6 103 186 A (SIEVERS GEORGE K [US] ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C23C B22F B23P F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Februar 2014	Prüfer Stocker, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 18 2800

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010094273 A2	26-08-2010	DE 102009010109 A1	23-09-2010
		WO 2010094273 A2	26-08-2010
EP 1088907 A1	04-04-2001	AT 301735 T	15-08-2005
		DE 19946650 A1	13-09-2001
		EP 1088907 A1	04-04-2001
EP 1939325 A2	02-07-2008	EP 1939325 A2	02-07-2008
		JP 2008202141 A	04-09-2008
		US 2009098394 A1	16-04-2009
US 6103186 A	15-08-2000	DE 69732397 D1	10-03-2005
		DE 69732397 T2	26-01-2006
		EP 0833710 A1	08-04-1998
		US 6103186 A	15-08-2000
		US 2001052375 A1	20-12-2001
		WO 9737800 A1	16-10-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 6409795 B2 [0004]