



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 019 T2 2008.03.06**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 926 261 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 019.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 310 540.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.06.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **C23C 18/12 (2006.01)**

F02C 7/30 (2006.01)

F04D 29/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

996653 23.12.1997 US

(73) Patentinhaber:

**United Technologies Corporation, Hartford,
Conn., US**

(74) Vertreter:

Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, ES, FR, GB, LI

(72) Erfinder:

**Bornstein, Norman, West Hartford, Connecticut
06117, US; Wesson, John P, Vernon, Connecticut
06066, US**

(54) Bezeichnung: **Beschichtungen für Teile eines Gasturbinenverdichters**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Gasturbinenmaschinen werden weit verbreitet als Flugzeugantrieb, zur Erzeugung von Elektrizität, zum Antreiben von Schiffen und zum Pumpen von Fluiden verwendet.

[0002] Allgemein bestehen Gasturbinen aus einem Kompressorabschnitt, einem Verbrennungsabschnitt und einem Turbinenabschnitt. In dem Kompressorabschnitt wird Luft auf eine Temperatur, die höher als 1000°F (537°C) sein kann, und auf einen Druck, der höher als 300 psi (2MPa) sein kann, komprimiert. Diese erhitzte komprimierte Luft wird mit Brennstoff vermischt und verbrannt, um heiße Gase zu erzeugen, die durch eine Turbine, die Energie entzieht, entspannt werden. Ein Teil dieser entzogenen Energie wird verwendet, um den Kompressorabschnitt mit Energie zu versorgen, aber das Meiste davon steht für externe Verwendungen zur Verfügung.

[0003] Der Turbinenabschnitt der Gasturbinenmaschine unterliegt vielen Formen von Verschlechterung. Eine Form der Verschlechterung ist Heißkorrosion. Heißkorrosion ist ein chemischer Angriff der Turbinenbauteile. Heißkorrosion beinhaltet üblicherweise einen chemischen Angriff durch eine oder mehrere Verbindungen, die ein oder mehrere Materialien aus der Gruppe enthalten, die Alkalimetalle, Vanadium und Schwefel aufweist. Diese Verbindungen greifen die Oxide an, die ansonsten die Turbinenbauteile aus Superlegierung vor einem Angriff durch Sauerstoff schützen. Heißkorrosion tritt allgemein über den Temperaturbereich von 1300° bis 2200°F (705 bis 1204°C) auf.

[0004] Einige der Bestandteile, die an der Heißkorrosion beteiligt sind, die vorher erwähnten Alkalimetalle, Vanadium und Schwefel, sind oft im Brennstoff (insbesondere Schwefel und Vanadium) zu finden, und manche kommen oft aus der äußeren Atmosphäre (Alkalielemente). Die äußere Atmosphäre führt insbesondere zu Heißkorrosion, wenn die Maschine in einer Meeresumgebung betrieben wird und die Atmosphäre Meerwasser in Aerosolform enthält.

[0005] Früher glaubte man allgemein, dass die Meerwasser-Aerosole ohne viel Beeinträchtigung durch den Kompressor hindurch gehen und direkt auf die Turbinenbauteile einwirken, um eine Korrosion zu induzieren. Jetzt glaubt man, dass zwar eine derartige Strömung durch den Kompressor stattfindet, sie aber nicht unmittelbar für die meiste Heißkorrosion verantwortlich ist. Stattdessen scheint es, dass der Hauptbeitrag zur Turbinenabschnitts-Heißkorrosion durch Meerwasser-Aerosolpartikel aus einem Mechanismus resultiert, der den Aufbau von Salz an den Laufschaufeln und Leitschaufeln der späteren Kompressorstufen und das nachfolgende Abblättern des Salzes von den Laufschaufeln und Leitschaufeln und seinen Durchgang durch den Brenner und in die Turbine als ziemlich große feste Partikel umfasst. Diese Meersalz-Partikel haften an den heißen Turbinenbauteil-Oberflächen an und bewirken eine beschleunigte örtliche Korrosion. Dieses Anhaften konzentrierter Meersalz-Partikel auf den Turbinenoberflächen ist offensichtlich der signifikanteste Mitwirkende bei der Korrosion.

[0006] Diese Erfindung betrifft eine Beschichtung für Kompressorbauteile, die den Aufbau von Salz verringert und dadurch eine Turbinen-Heißkorrosion, die sich aus dem Durchgang konzentrierter Salzpartikel durch die Maschine ergibt, verringert.

[0007] Den Anmeldern ist insofern keinerlei Stand der Technik bekannt, der tatsächlich mit dieser Erfindung in Beziehung steht, als diese Theorie eine neue Erklärung für das Phänomen der Heißkorrosion in Gasturbinen ist. Frühere Versuche zur Verringerung der Heißkorrosion, wie die in WO 97/01436 offenbarten, haben sich auf die in dem Turbinenabschnitt verwendeten Materialien, die Beschichtungen und die darunter liegenden Substratmaterialien, konzentriert. Es wurden Anstrengungen gemacht, durch Einstellen der chemischen Zusammensetzung Beschichtungen und Substratmaterialien zu konzipieren, die eine höhere inhärente Korrosionsbeständigkeit haben, wie es in dem Zeitschriftenartikel mit dem Titel „Preparation and properties of corrosion-resistant thin ceramic coatings on metallic substrates by sol-gel processing“ von Nazeri et al. zu sehen ist. Dieser Zeitschriftenartikel offenbart ein Verfahren zur Abscheidung dünner Filme aus keramischen Oxiden, beispielsweise Zirconium-Beschichtungen, auf metallischen Substraten durch Sol-Gel-Behandlung. Die Anmelder haben jedoch keine Kenntnis, dass irgendjemand versucht hätte, eine Turbinen-Heißkorrosion durch Beschichten von Kompressor-Bauteil-Oberflächen zu verringern.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Verringerung der Korrosion in dem Turbinenabschnitt von Gasturbinenmaschinen, wie es in Anspruch 1 beansprucht wird, bereitgestellt. Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein beschichtetes Kompressorbauteil, wie es in Anspruch 7 beansprucht wird, bereitgestellt.

[0009] Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Beschichtung für Gasturbinen-Kompressorbauteile bereitzustellen, die den Aufbau von Salz auf derartigen Bauteilen verringert und dadurch die Heißkorrosion im Turbinenabschnitt verringert. Es ist auch eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Aufbringung einer derartigen nicht-benetzbaren Beschichtung auf Turbinen-Kompressorbauteile bereitzustellen.

[0010] Gemäß der Erfindung werden allgemein Gasturbinen-Kompressorlaufschaufeln, -leitschaufeln und andere Bauelemente mit einer dünnen anhaftenden Beschichtung beschichtet, die von Meerwasser nicht nennenswert benetzt wird. Da Meerwasser die Laufschaufel nur minimal benetzt, bleibt es in der Form von im Wesentlichen kugeligen Tröpfchen, anstatt sich auf der Laufschaufel, auf den Bauteilen, als eine Flüssigkeitsfläche zu verteilen. Diese Beibehaltung der tropfenartigen Geometrie verringert die relative Oberflächenfläche des Meerwassers und verringert die Abscheidung von Salz auf den Kompressorbauteil-Oberflächen. Daher neigen die Meerwasser-Tröpfchen dazu, unmittelbar durch die Maschine durchzugehen, ohne auf den Turbinen-Laufschaufeln konzentrierte Bereiche, die reich an Meersalz sind, auszubilden. Die Beschichtung weist eine glasähnliche, semikristalline Mischoxid-Beschichtung auf, die aus Mischoxiden von Aluminium und Zirkonium, worin das Verhältnis von Aluminium zu Zirkonium bevorzugt von 1:10 bis 10:1 ist, besteht.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird auf ein Kompressorbauelement eine Beschichtung aufgebracht, die einen Benetzungswinkel bezüglich Meerwasser von über etwa 50°, und bevorzugt über etwa 60°, hat.

[0012] Der Benetzungswinkel oder Kontaktwinkel wird als der Winkel von der Oberfläche durch den Flüssigkeitstropfen zu der Tangente der Oberfläche, wo der Tropfen die feste Oberfläche berührt, gemessen. Kleine Kontaktwinkel werden in Situationen beobachtet, in denen eine Flüssigkeit eine feste Oberfläche benetzt. Große Kontaktwinkel sind charakteristisch für ein nicht-benetzendes Verhalten. Ein Kontaktwinkel von null würde ein vollständiges Benetzen der Oberfläche bedeuten, während ein Kontaktwinkel von 180° eine Benetzung von null anzeigen würde. Oberflächenwinkel können optisch durch Aufbringen eines Tropfens einer Flüssigkeit auf eine Oberfläche und Messen des Winkels unter Verwendung eines vergrößernden optischen Systems zur Beurteilung des Kontaktwinkels gemessen werden. Tabelle I listet die Kontaktwinkel für Meerwasser in Kontakt mit einer Anzahl existierender Kompressor-Oberflächen, möglicher Kompressorbauteil-Beschichtungen und der Beschichtung der vorliegenden Erfindung auf.

Tabelle I

Substrat	Winkel°
typische Kompressor-Laufschaufel	25–40
mit Siliciumdioxid beschichtet	26–31
mit Titandioxid beschichtet	39–43
mit Tyranno beschichtet	28–36
mit Aluminiumoxid-Zirkoniumdioxid beschichtet	65–70

[0013] Aus den Daten in Tabelle I ist ersichtlich, dass eine typische Kompressor-Laufschaufel, in diesem Fall eine Laufschaufel mit einer Aluminid-Oberfläche, einen relativ kleinen Kontaktwinkel hat, etwa 25 bis 40°. Das Aufbringen einer Siliciumdioxid-Beschichtung erhöht den Kontaktwinkel geringfügig. Eine Titandioxid-Beschichtung erhöht den Kontaktwinkel noch mehr. Aber der maximal beobachtete Kontaktwinkel ist sogar für Titandioxid nur etwa 43°. Die bevorzugte Beschichtung der Erfindung, die eine glasartige Aluminiumoxid-Zirkoniumdioxid-Beschichtung aufweist, zeigt den Oberflächen-Kontaktwinkel von 65 bis 70°, beträchtlich größer als derjenige irgendeiner früheren Beschichtung.

[0014] Die in Tabelle I angegebenen Winkel wurden unter Verwendung von Wasser, das künstliches Meersalz enthielt, das so zugegeben wurde, dass sich eine Dichte von etwa 1,02 g/ml ergab, was für die Konzentration von Meersalz, die in den meisten der Ozeane der Welt zu finden ist, repräsentativ ist, bei 70°F (21°C) 60 s lang gemessen.

[0015] In der Maschine steigt die Temperatur, wenn das Gas durch den Kompressor hindurch geht. Wenn die Temperatur steigt, steigt die Verdampfungsgeschwindigkeit. Durch Gleichgewichts-Betrachtung würde bei etwa 212°F (100°C) eine schnelle vollständige Verdampfung vorhergesagt werden, aber sie tritt wegen der Strömungsgeschwindigkeit durch die Maschine nicht auf.

[0016] In einer konventionellen Maschine mit Kompressorbauteilen mit kleinen Meerwasser-Benetzungswin-

keln zeigen Kompressorbauteile mit Oberflächentemperaturen oberhalb von etwa 300°F einen Aufbau von Salz während des kontinuierlichen Maschinenbetriebs. Die Meerwassertropfen treffen auf die erhitzte Oberfläche auf und benetzen sie und neigen dazu, ortsfest auf der Laufschaufel zu verbleiben, was erlaubt, dass eine Verdampfung auftritt. Die erhöhte Oberflächenfläche der dünnen Benetzungsschicht beschleunigt die Verdampfung. Das Ergebnis ist ein Aufbau einer dünnen Schicht aus Salz auf den Kompressorbauteilen. Im Gegensatz dazu werden mit der Erfindungsbeschichtung beschichtete Teile von den Tröpfchen nicht benetzt, und die Verweilzeit der Tröpfchen ist minimal, so dass der Aufbau von Meersalz stark verringert, wenn nicht beseitigt, wird.

[0017] Man wird sich bewusst sein, dass die Kompressorbauteile unter Bedingungen von variierender Temperatur und Belastung betrieben werden. Diese variierenden Bedingungen, wozu Faktoren wie Vibration und aerodynamische Kräfte gehören, veranlassen das Salz schließlich dazu, von der erhitzten Oberfläche weg zu brechen und in konzentrierter Form durch die Maschine hindurch zu gehen und in dem Turbinenabschnitt eine beschleunigte Korrosion zu verursachen.

[0018] Es ist ein Teil unserer Erfindung, die Korrosion durch Verringerung des Salzaufbaus auf dem Kompressor in dem Kompressor zu verringern. Erfindungsgemäß wird der Kompressor-Salzaufbau durch Verwendung einer nicht-benetzenden Beschichtung verringert. Eine Erhöhung der Kontaktwinkel auf Winkel, die größer als etwa 50° sind und bevorzugt um etwa 60° variieren, trägt wesentlich zur Verringerung der Heißkorrosion auf Turbinenbauteilen bei.

[0019] Heißkorrosion ist ein besonderes Problem in industriellen Kraftwerken, weil sie in geringen Höhen arbeiten. Der Betrieb in Küstenumgebung oder Meeresumgebung verschlimmert die Heißkorrosion weiter.

[0020] Wir glauben, dass durch Vorsehen einer Kompressor-Beschichtung, die einen Benetzungswinkel bezüglich Salzwasser von größer als etwa 50°, und bevorzugt größer als etwa 60°, hat, die Heißkorrosion wesentlich verringert wird.

[0021] Wir haben gefunden, dass eine Beschichtung auf Keramikbasis, die sowohl Aluminiumoxid als auch Zirconiumdioxid, in einer Form kombinierter oder gemischter Oxide, enthält, für einen solchen verringerten Benetzungswinkel sorgt. Einzelmessungen der Benetzungswinkel von Aluminiumoxid und Zirconiumdioxid legen nahe, dass keines davon alleine einen Benetzungswinkel hat, der so hoch ist wie der von der vorliegenden Erfindung gewünschte. Wenn sie zusammengemischt werden und in einer glasartigen Form aufgebracht werden, haben wir gefunden, dass ein Mischoxid von Al_2O_3 und ZrO_2 , das Zr in Mengen von etwa 10% bis 90% (des Gesamt-Metallbestandteils von Al + Zr) (ein Al:Zr-Verhältnis von 10:1 bis 1:10) enthält, für die gewünschten großen Benetzungswinkel sorgt.

[0022] Die Erfindungsbeschichtungen werden bevorzugt aufgebracht durch Bereitstellen eines geeigneten Sol-Gel-Vorläufermaterials, Auftragen dieses flüssigen Sol-Gels überall auf der Oberfläche des zu beschichtenden Bauteils, und durch Erhitzen des Bauteils, um die Wasser-Bestandteile unter Zurücklassung des Mischoxids zu entfernen.

[0023] Historisch war es auf dem Sol-Gel-Gebiet, auf dem viele Sol-Gel-Lösungen untersucht wurden, schwierig, ein wirksames Zirconiumdioxid enthaltendes Sol-Gel aufzubringen. Wir haben zwei Lösungen gefunden, die die gewünschte Kombination von Aluminiumoxid und Zirconiumdioxid in Sol-Gel-Form bereitstellen. Die wirksamen Sol-Gel-Lösungen werden hergestellt durch Auflösen der Zirconiumdioxid enthaltenden Verbindung in einer konzentrierten Säure als ein Anfangsschritt. Sol-Gel-Formulierungen des Stands der Technik haben sich auf verdünnte Säuren gestützt, die bei der vorliegenden Erfindung als nicht zufriedenstellend befunden wurden. Eine konzentrierte Säure ist eine Säure mit einem pH von weniger als 4 und bevorzugt weniger als oder gleich 2,5. Die folgenden zwei Beispiele offenbaren die Formulierung des Sol-Gels, die Aufbringung des Sol-Gels auf ein Kompressorbauteil und die Umwandlung des aufgetragenen Sol-Gels in eine glasartige Keramikbeschichtung.

Beispiel I

[0024] Es wurde ein Gemisch hergestellt von 10,0 ml Zr (Zirconium-butoxid), mit 2,5 ml trockenem i-Propanol, um die Viskosität des Gemisches zu verringern. Das Gemisch wurde tropfenweise zu einer Lösung von 12,5 ml Salpetersäure 70%iger Konzentration in 7,5 ml H_2O , die bei 50 bis 60°C in einem Kolben, der mit einem Rückflusskühler ausgestattet war, gerührt wurden, zugegeben. Das Gemisch wurde mit 10,0 ml H_2O verdünnt und auf 65 bis 70°C erhitzt. Ein Gemisch von 10,5 ml Aluminium-butoxid wurde tropfenweise zu dem Zr-butoxid

plus Salpetersäure plus Isopropanol-Gemisch zugegeben. Zusätzliche 3,6 ml Salpetersäure wurden zugegeben, um die Ausfällung der Metalloxide zu beenden. Das Gemisch wurde unter Rühren bei 65 bis 70°C etwa 4 h lang erhitzt, bis sich ein leicht trübes Sol-Gel ergab. Diese Lösung war bei Aufbewahrung in einer geschlossenen Flasche einige Wochen lang stabil.

Beispiel II

[0025] Es wurde ein Gemisch hergestellt von 7,4 ml Zirconium-butoxid und 9,6 ml Aluminium-butoxid mit 5 ml trockenem i-Propanol, um die Viskosität des Gemisches zu senken. Das Gemisch wurde tropfenweise zu einer Lösung von 3 ml Salpetersäure 70%iger Konzentration in 3 ml H₂O, die bei 70 bis 75°C in einem Kolben, der mit einem Rückflusskühler ausgestattet war, gerührt wurde, zugegeben. Das Gemisch wurde unter Rühren etwa 4 h lang erhitzt, bis sich ein leicht trübes Sol-Gel ergab. Dieses Konzentrat wurde langsam mit zusätzlichen 18 ml H₂O verdünnt, während die Temperatur über 70°C gehalten wurde. Diese Lösung war bei Aufbewahrung in einer geschlossenen Flasche einige Wochen lang stabil.

[0026] Es ist schwierig, die Anhaftung einer solchen durch Sol-Gel erzeugten Beschichtung auf einer metallischen Oberfläche sicherzustellen. Wir bevorzugen, durch Aufbringen des Sol-Gels auf ein Substrat, das ein vorher entwickeltes Oberflächenoxid aus einem stabilen Element, das fest auf dem Substratmaterial haftet, besitzt, für eine Anhaftung zu sorgen. Das Oberflächenoxid kann hauptsächlich aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Titandioxid, und Gemischen davon bestehen. Wir hatten nicht viel Erfolg bei Verwendung von Chromoxid als ein Grundoxid, und wir hatten keinen Erfolg bei Verwendung von Eisenoxid als ein Grundoxid. Wir bevorzugen, ein Kompressorbauteil zu haben, das ein stabiles anhaftendes Oxid aus der vorher beschriebenen Klasse mit einer Dicke von etwa 0,05 bis 0,5, und bevorzugt 0,05 bis 0,1, Mikrometer besitzt, dann eine oder mehrere Schichten Sol-Gel-Material aufzutragen, gefolgt von Erhitzen auf eine Temperatur, die etwa 500°C überschreitet, optional gefolgt von einer weiteren Auftragung von Sol-Gel mit dem zugehörigen Erhitzungsschritt. Dies schafft eine fest anhaftende Beschichtung geringer Benetzbarkeit für Kompressor-Bauelemente, um die Turbinen-Heißkorrosion wesentlich zu verringern.

[0027] Diese Erfindung wurde zwar im Hinblick auf detaillierte Ausführungsformen davon gezeigt und beschrieben, aber es versteht sich für Fachleute, dass verschiedene Veränderungen hinsichtlich Form und Einzelheiten davon durchgeführt werden können, ohne vom Umfang der beanspruchten Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung von Korrosion im Turbinenabschnitt von Gasturbinenmaschinen, folgende Schritte aufweisend:

Vorsehen einer Beschichtung auf mindestens einigen Kompressorbauteil-Oberflächen, um eine Benetzung der Oberflächen durch Aerosole zu verringern; und bei dem die Beschichtung einen Kontaktwinkel von mehr als etwa 50°, wenn sie von Meerwasser benetzt wird, aufweist;

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass:

die Beschichtung an ihrer Oberfläche ein Mischoxid von Aluminium und Zirconium in einem semikristallinen Zustand aufweist.

2. Verfahren wie in Anspruch 1 beansprucht, bei dem der Kontaktwinkel etwa 60° überschreitet.

3. Verfahren wie in Anspruch 1 oder 2 beansprucht, bei dem das Kompressorbauteil ein Substrat aufweist, das aus einer Legierung auf der Basis eines Elements, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Ti, Ni und Fe besteht, hergestellt ist; und bei dem das Substrat eine anhaftende, stabile Oxid-Zwischenschicht hat, wobei die stabile Oxid-Zwischenschicht ein Oxid aufweist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, Cr₂O₃ und Gemischen davon besteht, und außerdem bis zu etwa 20% Verbindungen auf der Basis von Elementen, die in dem Substrat enthalten sind, enthält, und bei dem die Oxid-Zwischenschicht an ihrer Oberfläche die Beschichtung besitzt, die ein Mischoxid von Aluminium und Zirconium in einem semikristallinen Zustand aufweist.

4. Verfahren wie in Anspruch 3 beansprucht, bei dem die stabile Oxid-Zwischenschicht eine Dicke von etwa 0,05 bis 0,5 Mikrometer (µm) hat.

5. Verfahren wie in Anspruch 3 oder 4 beansprucht, bei dem die Beschichtung durch folgende Schritte vorgesehen wird: Beschichten der Oberfläche mit einer Sol-Gel-Zusammensetzung, die Al₂O₃- und ZrO₂-Vorläufer

enthält; und Erhitzen der mit Sol-Gel beschichteten Oberfläche.

6. Verfahren wie in Anspruch 5 beansprucht, bei dem ein Anfangsschritt bei der Bildung der Sol-Gel-Zusammensetzung der Zusatz einer Zirconium-Verbindung zu einer konzentrierten Säure-Lösung ($\text{pH} < 4,0$) ist, und bei dem das Sol-Gel beim Dehydratisieren eine Beschichtung erzeugt, die mindestens 10 % ZrO_2 enthält.

7. Beschichtetes Kompressorbauteil einer Gasturbinenmaschine mit einer Oberflächenbeschichtung, die einen Kontaktwinkel von größer als etwa 50° aufweist, wenn sie von Meerwasser benetzt wird, die bei Gebrauch dahingehend wirkt, die Korrosion in dem Turbinenabschnitt der Gasturbinenmaschine zu verringern; dadurch gekennzeichnet, dass:
die Beschichtung eine semikristalline Beschichtung aufweist, die ein Mischoxid von Aluminium und Zirconium in einem semikristallinen Zustand aufweist.

8. Beschichtetes Kompressorbauteil wie in Anspruch 7 beansprucht, bei dem der Kontaktwinkel etwa 60° überschreitet.

9. Beschichtetes Kompressorbauteil wie in Anspruch 7 oder 8 beansprucht, bei dem die Beschichtung ein Al:Zr-Verhältnis von 1:10 bis 10:1 enthält.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen