



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



EP 2 230 330 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.09.2010 Patentblatt 2010/38

(51) Int Cl.:
C23C 28/00 (2006.01) **C23C 30/00** (2006.01)
F01D 5/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 10156227.0

(22) Anmeldetag: 11.03.2010

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: 13.03.2009 DE 102009013129

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

(72) Erfinder:

- Uihlein, Thomas
85221 Dachau (DE)
- Eichmann, Wolfgang
82178 Puchheim (DE)
- Heutling, Falko
81377 München (DE)

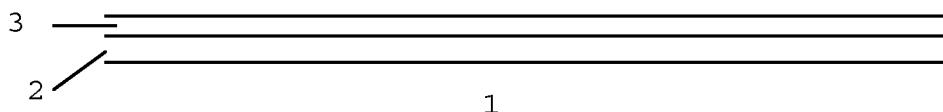
(54) Kunststoffbauteil mit Erosionsschutzschicht für Anwendungen mit erosiver Beanspruchung

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil, welches Luft- oder Gasströmungen ausgesetzt ist und überwiegend aus einem Kunststoffmaterial gebildet ist, so dass das Kunststoffmaterial zumindest zum Teil im Bereich der der Strömung ausgesetzten Oberfläche des Bauteils (1) vorliegt, wobei das Kunststoffmaterial einen Erosionsschutz an der Oberfläche aufweist, und wobei der Erosionsschutz ein Mehrlagenschichtsystem (2, 3; 2, 7, 8, 3) mit mindestens einer oder mehrerer Abfolgen aus mindestens einer Lage aus einem Metall (2) und mindestens einer Lage aus einer Keramik (3) oder aus mindestens zwei unterschiedlich harten Keramikschichten (2, 3) umfasst, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines

Luft- oder Gasströmungen ausgesetzten Bauteils mit folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen eines Bauteils (1) aus überwiegend Kunststoff mit zumindest einem Teil einer Oberfläche, welche durch den Kunststoff gebildet ist und Luft- oder Gasströmungen ausgesetzt ist;
- b) Aufbringen eines Mehrlagenschichtsystems (2, 3; 2, 7, 8, 3) aus mindestens einer oder mehreren Abfolgen aus mindestens einer Lage aus einem Metall und mindestens einer Lage aus einer Keramik oder aus mindestens zwei unterschiedlich harten Keramikschichten auf zumindest den Oberflächenteil, der durch den Kunststoff gebildet ist und Luft- oder Gasströmungen ausgesetzt ist.

Fig. 1



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil, welches Luft- oder Gasströmungen ausgesetzt und überwiegend aus einem Kunststoffmaterial gebildet ist, so dass das Kunststoffmaterial zumindest zum Teil im Bereich der der Strömung ausgesetzten Oberfläche des Bauteils vorliegt, wobei das Kunststoffmaterial einen Erosionsschutz an der Oberfläche aufweist. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines entsprechenden Bauteils mit Erosionsschutzschicht.

STAND DER TECHNIK

[0002] Erosionsschutzsysteme sind für strömungsbelastete Bauteile insbesondere in der Luftfahrtindustrie seit langem bekannt.

[0003] So werden für metallische Turbinenbauteile in der DE 10 2004 001 392 A1 bzw. der DE 2007 027 335 A1 Verschleißschutzbeschichtungen für Grundwerkstoffe aus Nickelbasislegierungen, Kobaltbasislegierungen, Eisenbasislegierungen oder Titanbasislegierungen beschrieben. Diese Verschleißschutzbeschichtungen für die hochbelasteten metallischen Bauteile einer Gasturbine weisen ein Mehrlagenschichtsystem aus metallischen Teilschichten, Teilschichten aus Metalllegierungen, Metall-KeramikTeilschichten und/oder Keramikteilschichten auf.

[0004] Neben diesen komplexen und aufwändigen Schichtsystemen für hochbelastete metallische Bauteile aus komplexen Metalllegierungen sind für Kunststoffbauteile in der Flugzeugindustrie, wie beispielsweise Rotorblätter von Hubschrauberrotoren, Eintrittskanten von Propellerblättern bei Propellermaschinen und dergleichen einfache Erosionsschutzmaßnahmen bekannt. So werden an erosionsbelasteten Bereichen der Kunststoffbauteile entsprechende metallische Erosionsschutzteile in Form von metallischen Verkleidungen, wie aufgeklebte Metallfolien, Metallgewebe oder Metallfilze, oder integrierte Metallkanten vorgesehen. Aus der US 5,306,120 ist zudem ein entsprechender Erosionsschutz für ein Kunststoffrotorblatt aus einer aufgeklebten Metallfolie mit einer Schutzschicht aus einem zweiphasigen Material, nämlich einem partikelverstärkten metallischen Material bekannt.

[0005] Derartige erosionsgeschützte Kunststoffbauteile zeigen jedoch insbesondere über die langen Lebensdauern der Kunststoffbauteile einen ungenügenden Erosionsschutz.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0006] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfin-

dung, ein Kunststoffbauteil sowie ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung bereitzustellen, welches die Probleme des Standes der Technik löst, also insbesondere einen zuverlässigen und dauerhaften Erosionsschutz für das Kunststoffbauteil bereitstellt, wobei gleichzeitig das Bauteil wirtschaftlich sinnvoll und somit effektiv herstellbar ist.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Bauteil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines entsprechenden Bauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung geht aus von der Erkenntnis, dass ein effektiver Erosionsschutz mittels eines Mehrlagenschichtsystems erzielbar ist, wie es bereits für komplexe metallische Legierungen in hochbeanspruchten Metallbauteilen von Gasturbinen eingesetzt wird. Die Kombination von harten und weichen Schichten, die insbesondere durch Dampfphasenabscheidung innig und fest miteinander verbunden sind, bietet beim Auftreffen von Partikeln, Flüssigkeiten und Gasströmungen die für die Erosionsschutzwirkung bedeutsame Kombination aus Nachgiebigkeit und Härte. Insbesondere durch dünne Teilschichten des Mehrlagenschichtsystems, wie sie durch Dampfphasenabscheidung erzeugt werden können, im Bereich von einigen nm Schichtdicke, wie beispielsweise 10 nm bis zu einigen μm Dicke, beispielsweise bis zu 10 μm Dicke, insbesondere im Bereich von 100 nm bis 0,5 μm Schichtdicke, vorzugsweise 200 nm bis 400 nm Dicke können hervorragende Erosionsbeständigkeitseigenschaften erzielt werden. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich auch nicht durch eine aufgeklebte Metallfolie mit einer darauf angeordneten Metall-Keramik-Mischschicht, wie in der US 5,306,120 vorgeschlagen, erreichen, da offensichtlich der Verbund aus dünnen, weichen und harten Teilschichten des abgeschiedenen Mehrlagenschichtsystems überraschend auch für Kunststoffbauteile, insbesondere nicht so stark belastete Kunststoffbauteile maßgebend ist. Entsprechend kann das Mehrlagenschichtsystem entweder unmittelbar auf dem Kunststoff des Kunststoffbauteils oder einer entsprechenden Metallverkleidung bzw. Metallverstärkung vorgesehen sein.

[0009] Zur Abscheidung der Schichten können Dampfphasenabscheideprozesse, insbesondere physikalische Dampfphasenabscheideverfahren und vorzugsweise gepulstes Kathodenerstäuben (Sputtern) eingesetzte werden.

[0010] Bei der Aufbringung des Mehrlagenschichtsystems auf einer Metallverkleidung bzw. einer Metallverstärkung, also einem Metallformteil, einer Metallfolie oder dergleichen, wie insbesondere Metallgewebe, -filz usw., kann das Mehrlagenschichtsystem vor Anordnung der Metallverkleidung bzw. Metallverstärkung auf dem Kunststoffbauteil oder nach der Aufbringung auf dem

Kunststoffbauteil abgeschieden werden.

[0011] Sofern das Mehrlagenschichtsystem vor Anbringung der Metallverkleidung bzw. Metallverstärkung auf dem Kunststoffbauteil abgeschieden wird, können sämtliche geeigneten Kunststoffe, insbesondere partikelverstärkte oder phasenverstärkte Kunststoffe für das Kunststoffbauteil Verwendung finden.

[0012] Wird jedoch das Mehrlagenschichtsystem in Anwesenheit des Kunststoffbauteils abgeschieden, so muss ein vakuumbeständiger und/oder hochtemperaturbeständiger Kunststoff gewählt werden, der die nötigen Temperaturen und/oder Druckverhältnisse beim Abscheideprozess für das Mehrlagenschichtsystem überstehen kann. Für den Abscheideprozess können insbesondere auch Niedertemperaturabscheideverfahren mit Prozesstemperaturen im Bereich von kleiner oder gleich 300°C, insbesondere kleiner oder gleich 200 °C eingesetzt werden. Als vakuumbeständige und/oder temperaturbeständige Kunststoffe, die für Dampfphasenbeschichtungen geeignet sind, bieten sich insbesondere Polyetherketone, Polyetheretherketone und dergleichen an.

[0013] Vor dem Aufbringen des Mehrlagenschichtsystems kann die zu beschichtende Oberfläche entsprechend vorbereitet werden, um beispielsweise die Haftfestigkeit zu verbessern. Hierzu können bekannte nas-schemische Ätzverfahren und/oder Plasmabehandlungsverfahren eingesetzt werden. Insbesondere bei der Abscheidung des Mehrlagenschichtsystems direkt auf dem Kunststoff kann sich eine entsprechende Vorbehandlung anbieten.

[0014] Das Mehrlagenschichtsystem kann gemäß der Offenbarung in den deutschen Offenlegungsschriften DE 10 2004 001 392 A1 und DE 10 2007 027 335 A1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Verweis vollständig aufgenommen ist, durch eine Abfolge von duktilen Metallschichten und harten Keramikschichten sowie einer Abfolge einer reinen Metallschicht, einer Metalllegierungsschicht, einer Metall-Keramik-Mischschicht, die insbesondere gradiert sein kann, sowie einer Keramikschicht gebildet sein. Zusätzlich können entsprechende Diffusionssperrsichten zwischen den einzelnen Lagen und/oder an der Grenzfläche zum Kunststoffbasiswerkstoff bzw. einem entsprechenden Metallverkleidungs- oder Verstärkungsteil vorgesehen sein. Neben dem Wechsel zwischen duktiler Metallschicht und harter Keramikschicht bzw. Kombination von duktilen Metallschichten und harten Keramikschichten kann auch eine Kombination von unterschiedlich harten Keramikschichten vorgesehen sein.

[0015] Die unterschiedlichen Keramikschichten können beispielsweise durch Chrom-Aluminium-Nitrid und Chrom-Nitrid gebildet sein, wobei ein derartiges Mehrlagenschichtsystem eine Chrom-Nitrid-Schicht als Haftvermittlerschicht umfassen kann.

[0016] Bei den Mehrlagenschichtsystemen mit Metallschichten und Metalllegierungsschichten sowie Metall-Keramik-Mischschichten kann die Metallschicht aus Alu-

minium, Titan, Platin, Palladium, Wolfram, Chrom, Nickel oder Kobalt sowie die Metalllegierungsschicht aus Legierungselementen ausgewählt aus Titan, Platin, Palladium, Wolfram, Chrom, Nickel, Kobalt, Eisen, Aluminium, Zirkon, Hafnium, Tantal, Magnesium, Molybdän, Yttrium, Niob, Vanadium und/oder Silizium gebildet sein, wobei einige dieser Elemente als Phasenstabilisierungselemente dienen.

[0017] Die Metall-Keramik-Mischschicht kann aus den entsprechend vorher genannten Metallen sowie Oxiden, Nitriden, Karbiden und/oder Boriden dieser Metalle oder Metalllegierungen gebildet sein.

[0018] Die Keramikschicht kann wiederum aus Oxiden, Nitriden, Karbiden und/oder Boriden der vorher genannten Metalle oder Metalllegierungen gebildet sein.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0019] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen deutlich. Die Zeichnungen zeigen hierbei in rein schematischer Weise in

Figur 1 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Figur 2 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Figur 3 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem dritten Ausführungsbeispiel;

Figur 4 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem vierten Ausführungsbeispiel;

Figur 5 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem fünften Ausführungsbeispiel;

Figur 6 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem sechsten Ausführungsbeispiel; und in

Figur 7 einen Schnitt durch einen Oberflächenbereich eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Erosionsschutz nach einem siebten Ausführungsbeispiel

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0020] Die Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel

eines erfindungsgemäßen Bauteils, beispielsweise einer Leitschaufel, einer Laufschaufel oder eines Leitgitters einer Gasturbine und insbesondere eines Flugzeugtriebwerks, vorzugsweise im Bereich des Verdichters oder Fans, bzw. Kantenbereiche von Propellerblättern von Propellerflugzeugen oder von Rotorblättern von Hubschrauberrotoren sowie von Flugzeugstrukturbauenteilen, wie Strömungskanten von Tragflächen und dergleichen. Das Bauteil 1 weist einen Grundwerkstoff aus einem Kunststoff auf, beispielsweise aus einem partikel- oder faserverstärkten Kunststoff bzw. insbesondere aus einem hochtemperaturbeständigen und vakuumtauglichen Kunststoff, wie Polyetheretherketon (PEEK).

[0021] Nach einer einfachen Ausführungsvariante, die in Figur 1 gezeigt ist, ist auf dem Kunststoffbauteil 1 ein Mehrlagenschichtsystem mit den Lagen bzw. Teilschichten 2 und 3 angeordnet. Die Teilschicht 2 kann beispielsweise eine Metall- oder Metalllegierungsschicht sein, während die Lage bzw. Teilschicht 3 aus einem Keramikmaterial gebildet ist. Die Metallschicht kann beispielsweise durch eine Chrom-Aluminium-Schicht gebildet sein, während die Keramikschicht 3 durch eine Chrom-Aluminium-Nitrid-Schicht gebildet sein kann.

[0022] Alternativ können die Teilschichten 2 und 3 beide als Keramikschichten ausgebildet sein, wobei die Teilschicht 2 als duktilere, weichere Keramikschicht, beispielsweise als Chrom-Nitrid-Schicht ausgebildet sein kann, während die harte Keramikschicht 3 als Chrom-Aluminium-Nitrid-Schicht ausgebildet sein kann.

[0023] Zur Abscheidung dieser Schichten können Dampfphasenabscheidungsprozesse, insbesondere physikalische Dampfphasenabscheidungsprozesse (Physical Vapor Deposition PVD) eingesetzt werden. Zur Verbesserung der Haftfestigkeit und der nachfolgenden Abscheidung kann die Oberfläche des Bauteils 1 naschemisch geätzt oder einer Plasmabehandlung unterzogen werden. Die dadurch beeinflusste Oberflächenschicht des Bauteils 1 ist zeichnerisch nicht separat dargestellt.

[0024] Die Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauteils, bei dem die Mehrlagenschicht mehrere Abfolgen von identischen Teilschichten umfasst, nämlich eine Wiederholung der Schichtenabfolge der Ausführungsform der Figur 1. Entsprechend sind in der Ausführungsform der Figur 2 in der Erosionsschutzschicht auf dem Kunststoffbauteil 1 die Teilschichten 2 und 3 zweimal übereinander angeordnet, wobei die Teilschichten 2 und 3 jeweils wiederum durch eine Metallschicht oder eine weiche Keramikschicht im Fall der Teilschicht 2 sowie durch eine harte Keramikschicht im Fall der Teilschicht 3 gebildet sein können.

[0025] In der Figur 3 ist eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauteils 1 mit einer Erosionsschutzschicht dargestellt, wobei hier das Mehrlagenschichtsystem aus den Teilschichten 2 und 3 nicht unmittelbar auf der Kunststoffoberfläche des Bauteils 1 abgeschieden ist, sondern auf einer Metallschicht 4. Die

Metallschicht 4 kann selbst eine abgeschiedene Schicht sein oder ein separat aufgebrachtes Metallteil, wie beispielsweise ein Metallformteil, eine Metallfolie, ein Metallfilz oder dergleichen.

5 **[0026]** Während die Metallschicht 4 in Form einer abgeschiedenen Schicht direkt auf dem Kunststoff 1 abgeschieden wird, kann die Metallschicht in Form eines Metallformbauteils als formstabile, selbsttragende Einheit oder als Metallfolie, Metallgewebe, Metallfilz oder dergleichen auf dem Kunststoffbauteil 1 aufgeklebt oder in sonstiger geeigneter Weise aufgebracht, z. B. verschweißt, werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, die Metallschicht 4 in Form eines Metallverstärkungssteils, eines Metallformbauteils, einer Metallfolie, eines Metallfilzes oder dergleichen bei der Herstellung des Kunststoffbauteils 1 anzuordnen, also insbesondere die Metallschicht 4 mit dem Kunststoffbauteil 1 zu gießen oder bei entsprechenden glasfaserverstärkten Kunststoffen mit in das Bauteil 1 ein zu laminieren.

10 **[0027]** Entsprechend kann das Mehrlagenschichtsystem aus den Teilschichten 2 und 3 bereits vor dem Anbringen der Metallschicht 4 oder erst nach dem Anbringen der Metallschicht 4 auf dem Kunststoffbauteil 1 auf der Metallschicht angeordnet werden.

15 **[0028]** Die Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauteils, bei welcher wiederum eine Metallschicht 4 als Basis für das Mehrlagenschichtsystem auf dem Kunststoffbauteil 1 angeordnet ist, wobei das Mehrlagenschichtsystem 2, 3 vor oder nach dem Anordnen der Metallschicht 4 auf dem Kunststoffbauteil 1 abgeschieden wird. Der Unterschied zur Ausführungsform der Figur 3 besteht darin, dass das Mehrlagenschichtsystem aus mehreren wiederholten Abfolgen der Teilschichten 2, 3 besteht, wie bereits in der Ausführungsform der Figur 2 gezeigt.

20 **[0029]** Die Metallschicht 4 bzw. die Metallverstärkung des Kunststoffbauteils 1 kann aus jedem geeigneten Metallwerkstoff bzw. Metalllegierung gebildet sein, insbesondere aus Titanwerkstoffen. Entsprechend können die Teilschichten 2, 3 aus geeigneten Metallschichten bzw. Metalllegierungsschichten oder weichen Keramikschichten (Teilschicht 2) sowie harten Keramikschichten (Teilschicht 3) gebildet sein. Hier bietet es sich an, entsprechende Titanwerkstoffe einzusetzen, die mit der Metallschicht eine gute Verbindung bilden und durch angepasste Eigenschaften eine gute Verträglichkeit mit der Metallschicht 4 aufweisen. So bieten sich beispielsweise für die Metallschicht 2 Titanbasislegierungen und für die Keramikschicht 3 Titan-Nitrid- oder Titan-Aluminium-Nitrid-Schichten an.

25 **[0030]** Die Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform, die eine Abwandlung zur Ausführungsform der Figur 4 darstellt. Zusätzlich zu der Ausgestaltung der Erosionsschutzschicht der Ausführungsform der Figur 4 ist bei der Ausführungsform der Figur 5 eine Diffusionssperrschicht 5 beispielsweise aus Chromnitrid zwischen der Teilschicht 2 des Mehrschichtsystems und der Metallschicht 4 vorgesehen. Entsprechend ist also das Mehr-

lagenschichtsystem mit der Diffusionssperrschicht 5 in Richtung des Kunststoffbauteils 1 abgeschlossen. Die Diffusionssperrschicht 5 verhindert, dass Material aus dem Mehrlagenschichtsystem in die Metallschicht 4 diffundiert bzw. umgekehrt aus der Metallschicht 4 in das Mehrlagenschichtsystem.

[0031] Die Figur 6 ist eine weitere Ausführungsform, die eine Abwandlung der Ausführungsform der Figur 2 darstellt. Zusätzlich zu dem Mehrlagenschichtsystem mit der wiederholten Abfolge der Teilschichten 2, 3 gemäß der Ausführungsform der Figur 2 ist bei der Ausführungsform der Figur 6 zusätzlich zwischen der ersten Teillage 2 und dem Kunststoffbauteil 1 eine Haftvermittlerschicht 6 vorgesehen, welche beispielsweise aus einer graduierten Chrom-Nitrid-Schicht gebildet ist.

[0032] Das Mehrlagenschichtsystem mit einer metallischen duktilen Teilschicht 2 und einer harten keramischen Schicht 3, wie es in den vorangegangenen Figuren dargestellt ist, kann gemäß der Ausführungsform der Figur 7 dahingehend abgewandelt werden, dass anstelle eines Mehrlagenschichtsystems mit zwei sich wiederholenden Teilschichten ein Mehrlagenschichtsystem mit mehreren unterschiedlichen Teilschichten verwirklicht wird. Gemäß der Ausführungsform der Figur 7 sind auf einer ersten Metallschicht 4 in Form einer Metallverkleidung auf dem Kunststoff-Bauteil 1 vier Teilschichten eines Mehrlagenschichtsystems abgeschieden, und zwar eine weitere Metallschicht 2, eine Metalllegierungsschicht 7, eine Metall-Keramik-Mischschicht 8 und eine Keramikschicht 3. Diese vier Lagen können nicht nur, wie im Ausführungsbeispiel der Figur 7 gezeigt, einmal ausgebildet sein, sondern wiederum mehrfach übereinander angeordnet sein.

[0033] Wie bereits oben erwähnt, wird das Mehrlagenschichtsystem vorzugsweise durch eine Dampfphasenabscheidung, insbesondere physikalische Dampfphasenabscheidung (PVD) direkt auf dem Kunststoffbauteil 1 oder auf einer Metallschicht 4 in Form eines Metallformbauteils, einer Metallfolie, eines Metallgewebes oder einer abgeschiedenen Metallschicht abgeschieden. Insbesondere kann zur Abscheidung ein Sputterverfahren (Kathodenzerstäubung) eingesetzt werden, bei welchem die Elektrode des Targets insbesondere gepulst betrieben wird.

[0034] Bei Verwendung eines Metallformbauteils oder einer Metallfolie oder dergleichen kann das Mehrlagenschichtsystem bereits vor Anbringen des Metallformteils bzw. der Metallfolie an dem Kunststoffbauteil 1 oder nachher abgeschieden werden. Insbesondere für derartige Bauteile, bei denen eine Abscheidung des Mehrlagenschichtsystems in Anwesenheit des Kunststoff-Bauteils 1 erforderlich ist, kann der Kunststoff aus einem hochvakuumbeständigen und hochtemperaturbeständigen Kunststoff gebildet sein, wie beispielsweise Polyetheretherketon PEEK.

[0035] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand der beigefügten Ausführungsbeispiele detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich,

dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern dass vielmehr Abwandlungen oder Änderungen möglich sind, indem einzelne Merkmale weggelassen werden oder andersartige Kombinationen von Merkmalen vorgenommen werden, ohne den Schutzbereich der beigefügten Ansprüche zu verlassen. Insbesondere umfasst die vorliegende Erfindung sämtliche Kombinationen aller vorgestellten Merkmale.

10

Patentansprüche

1. Bauteil, welches Luft- oder Gasströmungen ausgesetzt ist und überwiegend aus einem Kunststoffmaterial gebildet ist, so dass das Kunststoffmaterial zumindest zum Teil im Bereich der Strömung ausgesetzten Oberfläche des Bauteils (1) vorliegt, wobei das Kunststoffmaterial einen Erosionsschutz an der Oberfläche aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Erosionsschutz ein Mehrlagenschichtsystem (2; 3; 2, 7, 8, 3) mit mindestens einer oder mehrerer Abfolgen aus mindestens einer Lage aus einem Metall (2) und mindestens einer Lage aus einer Keramik (3) oder aus mindestens zwei unterschiedlich harten Keramikschichten (2, 3) umfasst.

2. Bauteil nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Mehrlagenschichtsystem neben einer Metallschicht (2) eine Metalllegierungsschicht (7), eine Metall-Keramik-Mischschicht (8) und eine Keramikschicht (3) in dieser Reihenfolge ausgehend vom Grundwerkstoff aus Kunststoff umfasst.

3. Bauteil nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Metallschicht Aluminium, Titan, Platin, Palladium, Wolfram, Chrom, Nickel oder Kobalt umfasst und/oder die Metalllegierung mindestens eine Komponente umfasst, die ausgewählt ist aus der Gruppe, die Titan, Platin, Palladium, Wolfram, Chrom, Nickel, Kobalt, Eisen, Aluminium, Zirkon, Hafnium, Tantal, Magnesium, Molybdän, Yttrium, Niob, Vanadium und Silizium umfasst.

4. Bauteil nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Metall-Keramik-Mischschicht und/oder die Keramikschicht mindestens ein Oxid, Nitrid, Karbid und/oder Borid mindestens eines Metalls der Metallschicht und/oder der Metalllegierungsschicht umfasst.

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Metall-Keramik-Mischschicht als Gradientenschicht mit einem zunehmenden Anteil an Keramik

in Richtung der nachfolgenden Keramikschicht ausgebildet ist.

6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagenschichtsystem an der Seite zum zu schützenden Bauteil und/oder zwischen den Schichten des Mehrlagenschichtsystems mindestens eine Diffusionssperrsicht (5) umfasst.

7. Bauteil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Diffusionssperrsicht (5) CrN umfasst.

8. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterschiedlich harten Keramikschichten CrAlN (3) und CrN (2) umfassen.

9. Bauteil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagenschichtsystem mit unterschiedlich harten Keramikschichten an der Seite zum zu schützenden Bauteil eine gradierte CrN-Schicht (6) als Haftvermittlerschicht umfasst.

10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagenschichtsystem direkt auf dem Kunststoff angeordnet ist.

11. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erosionsschutz eine erste metallische Schicht (4) umfasst, die als eine durch Dampfphasenabscheidung abgeschiedene Schicht, als ein aufgebrachtes Metallformteil oder eine aufgebrachte Metallfolie, als ein aufgeklebtes Metallformteil oder eine aufgeklebte Metallfolie, als ein integriertes Metallformteil oder eine integrierte Metallfolie, als ein eingegossenes Metallformteil oder eine eingegossene Metallfolie oder als ein einlaminiertes Metallformteil oder eine einlaminierte Metallfolie vorgesehen ist.

12. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kunststoff ausgewählt ist aus mindestens einem Bestandteil der Gruppe, die Polyetherketone (PEK), Polyetheretherketone (PEEK), partikelverstärkte Kunststoffe, faserverstärkte Kunststoffe, glasfaser-verstärkte Kunststoffe, kohlefaserverstärkte Kunststoffe, hochtemperaturbeständige Kunststoffe und vakuumbeständige Kunststoffe umfasst.

13. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil ausgewählt ist aus der Gruppe, die Gas-turbinenbauteile, Turbinenschaufeln, Laufschau-feln, Leitschaufeln, Leitgitter, Propellerbauteile, Pro-pellerblätter, Rotorbauteile, Rotorblätter, Flugzeug-strukturauteile, Tragflächenkanten umfasst.

5 14. Verfahren zur Herstellung eines Luft- oder Gasströ-mungen ausgesetzten Bauteils, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgen-den Schritten:

10 a) Bereitstellen eines Bauteils (1) aus überwie-gend Kunststoff mit zumindest einem Teil einer Oberfläche, welche durch den Kunststoff gebil-det ist und Luft- oder Gasströmungen ausge-setzt ist;

15 b) Aufbringen eines Mehrlagenschichtsystems (2, 3; 2, 7, 8, 3) aus mindestens einer oder mehreren Abfolgen aus mindestens einer Lage aus einem Metall und mindestens einer Lage aus einer Keramik oder aus mindestens zwei unter-schiedlich harten Keramikschichten auf zumindest den Oberflächenteil, der durch den Kun-ststoff gebildet ist und Luft- oder Gasströmungen ausge-setzt ist.

20 25 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagenschichtsystem durch Dampfphasen-abscheidung oder physikalische Dampfphasenab-scheidung direkt auf dem Kunststoff oder auf einer bereits abgeschiedenen Metall- oder Metalllegie- rungsschicht (4) oder einem auf dem Kunststoff auf-zubringenden oder bereits aufgebrachten Metall- oder Metalllegierungsteil (4) abgeschieden wird.

30 35 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Mehrlagenschichtsystem zu beschich-tende Oberfläche vor dem Abscheiden des Mehrla-genschichtsystems durch Oberflächenbehandlung oder nasschemisches Ätzen oder Plasmabehand-lung vorbereitet wird.

40 45

50

Fig. 1

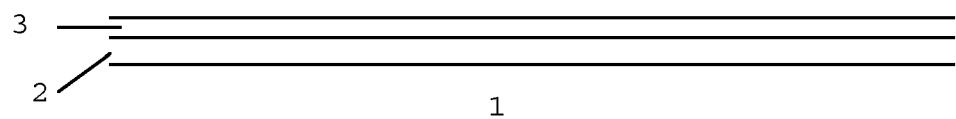


Fig. 2



Fig. 3

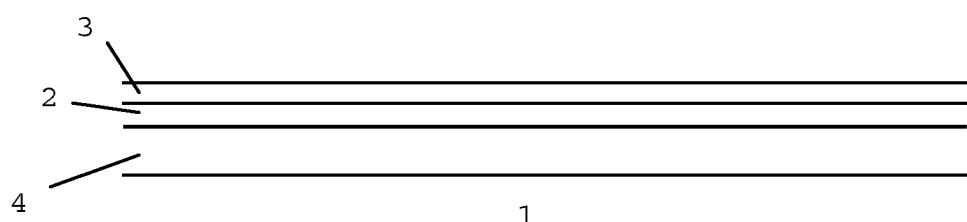


Fig. 4



Fig. 5

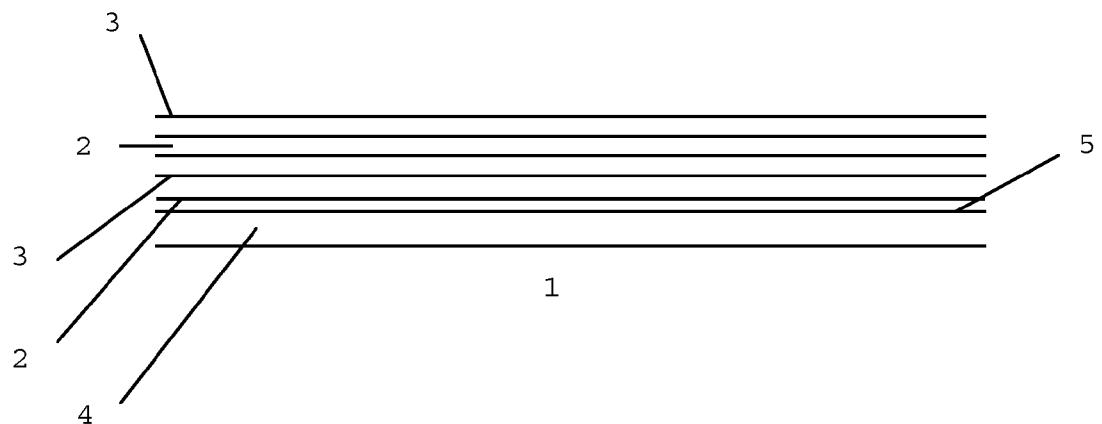


Fig. 6

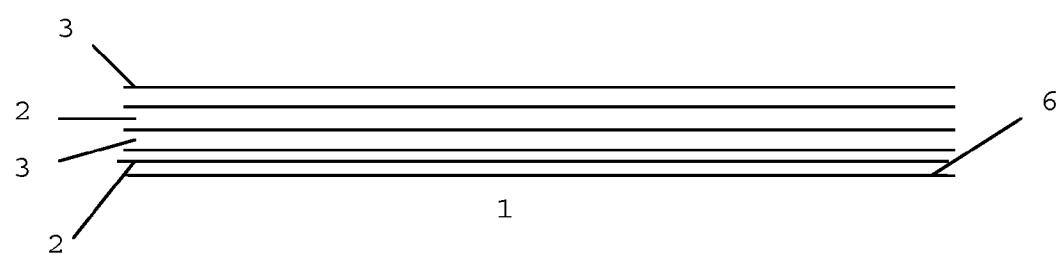


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 15 6227

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 1 317 617 A (NAT RES CORP) 23. Mai 1973 (1973-05-23) * Seite 1, Zeile 50 - Seite 2, Zeile 90; Ansprüche 1, 4-17; Beispiel 4 *	1,10-14, 16	INV. C23C28/00 C23C30/00 F01D5/28
A	DE 42 08 842 C1 (EUROCOPTER HUBSCHRAUBER GMBH, 8000 MÜNCHEN, DE) 8. April 1993 (1993-04-08) * Ansprüche 1-2 *	1-16	
A	DE 10 2004 001392 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 4. August 2005 (2005-08-04) * Ansprüche 1-15 *	1-16	
A	DE 10 2007 027335 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) * Ansprüche 1-13 *	1-16	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)			
C23C F01D			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 2010	Prüfer Teppo, Kirsi-Marja
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			

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

EP 10 15 6227

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.

03-05-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1317617	A	23-05-1973	CA FR	938511 A1 2054071 A5	18-12-1973 16-04-1971
DE 4208842	C1	08-04-1993	EP US	0561046 A1 5306120 A	22-09-1993 26-04-1994
DE 102004001392	A1	04-08-2005	CA WO EP RU US	2537205 A1 2005066384 A1 1649074 A1 2374075 C2 2007190351 A1	21-07-2005 21-07-2005 26-04-2006 27-11-2009 16-08-2007
DE 102007027335	A1	18-12-2008	CA CN WO EP	2690626 A1 101688313 A 2008154890 A2 2155929 A2	24-12-2008 31-03-2010 24-12-2008 24-02-2010

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

- DE 102004001392 A1 [0003] [0014]
- DE 2007027335 A1 [0003]
- US 5306120 A [0004] [0008]
- DE 102007027335 A1 [0014]