



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

707 023 A2

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **B32B** 3/12 (2006.01)  
**B32B** 18/00 (2006.01)  
**F01D** 5/28 (2006.01)  
**C23C** 28/04 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01633/13

(22) Anmeldedatum: 24.09.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2014

(30) Priorität: 28.09.2012 US 13/630,708

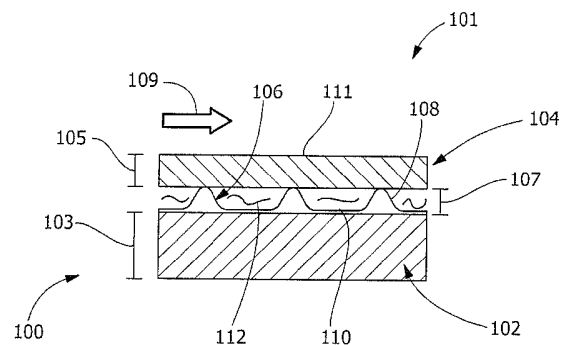
(71) Anmelder:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:  
Xiuzhang James Zhang, Greenville, SC 29615 (US)  
Haiping Wang, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:  
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14  
6300 Zug (CH)

(54) **Schichtanordnung, Heissgaspfadkomponente und Verfahren zur Herstellung einer Schichtanordnung.**

(57) Es sind eine Schichtanordnung, eine Heissgaspfadkomponente und ein Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung offenbart. Die Schichtanordnung (100) enthält eine Substratschicht (102), eine Keramikmatrix-Verbundschicht (104) und einen nichtmetallischen Abstandshalter (106) zwischen der Substratschicht (102) und der Keramikmatrix-Verbundschicht (104), der eingerichtet ist, um eine oder mehrere Taschen auszubilden. Die Heissgaspfadkomponente (101) enthält eine Nickel-basierte Superlegierungsschicht (102), eine Keramikmatrix-Verbundschicht (104) und einen keramischen Abstandshalter (106) zwischen der Nickel-basierten Superlegierungsschicht (102) und der Keramikmatrix-Verbundschicht (104). Der keramische Abstandshalter (106) ist entweder an der Substratschicht (102) oder an der Keramikmatrix-Verbundschicht (104) oder an beiden mechanisch befestigt, und der keramische Abstandshalter (106) ist mit der Substratschicht (102) oder der Keramikmatrix-Verbundschicht (104) haftend verbunden. Das Verfahren enthält ein Sichern eines nicht-metallischen Abstandshalters (106) zwischen einer Substratschicht (102) und einer Keramikmatrix-Verbundschicht (104) der Schichtanordnung.



## **Beschreibung**

### **Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf Fertigungskomponenten und Verfahren zur Herstellung von Fertigungskomponenten gerichtet. Insbesondere ist die vorliegende Erfindung auf geschichtete Anordnungen und Komponenten mit einer Keramikmatrix-Verbundschicht in geschichteten Anordnungen gerichtet.

### **Hintergrund zu der Erfindung**

[0002] Keramikmatrix-Verbundmaterialien sind dafür bekannt, dass sie eine hohe Temperaturbeständigkeit haben. Jedoch können Komponenten, welche derartige Keramikmatrix-Verbundstoffe verwenden, eine unerwünscht niedrige Belastbarkeit haben. Im Gegensatz dazu können Metallkomponenten eine hohe Belastbarkeit haben. Jedoch verringert sich bei Metallkomponenten, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, wie z.B. entlang eines Heissgaspfades einer Turbine, eine derartige Belastbarkeit, wenn sie derart hohen Temperaturen ausgesetzt sind.

[0003] Geschichtete Komponenten mit unterschiedlichen Materialien stellen bekanntermassen Herausforderungen dar. Derartige Herausforderungen sind für in direktem Kontakt stehende Materialien, die unterschiedliche Eigenschaften haben, grösser. Beispielsweise kann der Unterschied in den Wärmeausdehnungskoeffizienten, der Wärmeleitfähigkeit und in weiteren Eigenschaften bewirken, dass sich die Verbindungsstelle zwischen diesen Schichten trennt und/oder unerwünschte Merkmale bildet, wodurch die Anwendungen derartiger geschichteter Komponenten begrenzt werden.

[0004] Eine Schichtanordnung, eine Heissgaspfadkomponente und ein Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung, die nicht einem oder mehreren der vorgenannten Nachteile unterliegen, wären auf dem Fachgebiet erwünscht.

### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

[0005] In einer beispielhaften Ausführungsform enthält eine Schichtanordnung eine Substratschicht, eine Keramikmatrix-Verbundschicht und einen nicht-metallischen Abstandshalter zwischen der Substratschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht, der eingerichtet ist, um eine oder mehrere Taschen zu definieren.

[0006] Demzufolge kann eine Schichtanordnung aufweisen:

eine Substratschicht;

eine Keramikmatrix-Verbundschicht; und

einen nicht-metallischen Abstandshalter zwischen der Substratschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht, der dafür eingerichtet ist, eine oder mehrere Taschen zu definieren.

[0007] Die Substratschicht und jede beliebige vorstehend erwähnte Schichtanordnung kann eine Nickel-basierte Superlegierung sein.

[0008] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann aus Keramik sein.

[0009] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann eine Wärmeschutzbeschichtung enthalten.

[0010] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann Yttriumoxidstabilisiertes Zirkonoxid enthalten.

[0011] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann wenigstens teilweise Luft in der Schichtanordnung einschliessen.

[0012] Die Schichtanordnung jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann eine Heissgaspfadkomponente einer Turbine sein.

[0013] Die Schichtanordnung jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann eine Seitenwand einer Turbinenleitschaufel sein.

[0014] Die Schichtanordnung jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann eine Schaufelblattoberfläche sein.

[0015] Die Schichtanordnung jedes beliebigen vorstehend erwähnten Typs kann ein Turbinendeckband sein.

[0016] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann eine Rippe enthalten, die sich entlang der Schichtanordnung erstreckt.

[0017] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann sich schneidende Rippen enthalten.

[0018] Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann die eine oder die mehreren Taschen definieren, wobei die eine oder die mehreren Taschen für einen Einschluss von Luft eingerichtet sind.

**[0019]** Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann die eine oder die mehreren Taschen definieren, wobei die eine oder die mehreren Taschen mit einer wärmeisolierenden Substanz gefüllt sind.

**[0020]** Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann entweder an die Substratschicht oder an die Keramikmatrix-Verbundschicht oder an beide mechanisch befestigt sein.

**[0021]** Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann mit der Substratschicht oder der Keramikmatrix-Verbundschicht verbunden sein.

**[0022]** Der nicht-metallische Abstandshalter von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann eine Wärmeleitfähigkeit haben, die wenigstens ein Drittel der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht beträgt.

**[0023]** Die Substratschicht von jeder beliebigen vorstehend erwähnten Schichtanordnung kann wenigstens 254  $\mu\text{m}$  (10 mils) dick sein, wobei die Keramikmatrix-Verbundschicht wenigstens 508  $\mu\text{m}$  (20 mils) dick ist und der nicht-metallische Abstandshalter eine maximale Dickenabmessung von wenigstens 762  $\mu\text{m}$  (30 mils) hat.

**[0024]** In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform enthält eine Heissgaspfadkomponente einer Turbine eine Nickel-basierte Superlegierungsschicht, eine Keramikmatrix-Verbundschicht und einen keramischen Abstandshalter zwischen der Nickel-basierten Superlegierungsschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht. Der keramische Abstandshalter ist entweder an der Substratschicht oder an der Keramikmatrix-Verbundschicht oder an beiden mechanisch befestigt, und der keramische Abstandshalter ist mit der Substratschicht oder der Keramikmatrix-Verbundschicht verbunden.

**[0025]** Demzufolge kann eine Heissgaspfadkomponente einer Turbine aufweisen:  
eine Nickel-basierte Superlegierungsschicht;  
eine Keramikmatrix-Verbundschicht; und  
einen keramischen Abstandshalter zwischen der Nickelbasierten Substratschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht;  
wobei der keramische Abstandshalter entweder an der Substratschicht oder an der Keramikmatrix-Verbundschicht oder an beiden mechanisch befestigt ist;  
wobei der keramische Abstandshalter mit der Substratschicht oder der Keramikmatrix-Verbundschicht verbunden ist.

**[0026]** In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform enthält ein Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung ein Befestigen eines nicht-metallischen Abstandshalters zwischen einer Substratschicht und einer Keramikmatrix-Verbundschicht der Schichtanordnung.

**[0027]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehenden detaillierteren Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich, welche im Rahmen eines Beispiels die Prinzipien der Erfindung veranschaulichen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0028]** Fig. 1 stellt eine Seitenansicht einer beispielhaften Schichtanordnung gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0029]** Fig. 2 stellt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Schichtanordnung gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0030]** Fig. 3 stellt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Turbinenleitschaufel mit geschichteten Seitenwänden gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0031]** Fig. 4 stellt eine Schnittansicht eines beispielhaften Schaufelblattes mit einer geschichteten Anordnung gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0032]** Fig. 5 stellt eine Seitenansicht eines beispielhaften Turbinendeckbandes mit einer geschichteten Anordnung gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0033]** Fig. 6 stellt eine Schnittansicht entlang der Linie A–A des in Fig. 5 dargestellten beispielhaften Turbinendeckbandes dar.

**[0034]** Fig. 7 stellt eine perspektivische Schnittansicht eines beispielhaften Turbinendeckbandes mit einer geschichteten Anordnung gemäss einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

**[0035]** Fig. 8 stellt eine perspektivische Ansicht eines beispielhaften nicht-metallischen Abstandshalters mit mehreren Rippen gemäss der Offenbarung dar.

**[0036]** Fig. 9 stellt eine perspektivische Ansicht eines beispielhaften nicht-metallischen Abstandshalters mit mehreren Rippen gemäss der Offenbarung dar.

**[0037]** Fig. 10 stellt eine perspektivische Ansicht eines beispielhaften nicht-metallischen Abstandshalters mit mehreren sich schneidenden Rippen gemäss der Offenbarung dar.

**[0038]** Soweit dies möglich ist, werden dieselben Bezugszeichen durchgängig durch die Zeichnungen zum Darstellen dergleichen Teile verwendet.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0039]** Es werden eine beispielhafte Schichtanordnung, eine Heissgaspfadkomponente und ein Verfahren zur Herstellung einer Schichtanordnung gemäss der Offenbarung bereitgestellt. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ermöglichen die Nutzung von Komponenten bei höheren Temperaturen und/oder für längere Zeitdauer, ermöglichen die Nutzung positiver Eigenschaften von Keramikmatrix-Verbundstoff und Metall oder metallischen Substraten in einer Schichtkomponente, ermöglichen einen höheren Turbinenwirkungsgrad, ermöglichen eine verlängerte Nutzung/Haltbarkeit von Turbinenkomponenten (beispielsweise Heissgaspfadkomponenten), ermöglichen eine höhere Turbinenqualität, lassen höhere Brenntemperaturen in Turbinen zu, lassen einen höheren Temperaturgradienten zwischen Schichten einer Komponente oder von Kombinationen davon, beispielsweise im Vergleich zur Verwendung von Schichtkomponenten mit einem Matrixkeramik-Verbundstoff und Metallschichten in direktem Kontakt, zu.

**[0040]** Fig. 1 und 2 stellen eine Schichtanordnung 100 mit einer Substratschicht 102, einer Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und einem oder mehreren nicht-metallischen Abstandshaltern 106 zwischen der Substratschicht 102 und der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 dar. In einer Ausführungsform enthält ein Abschnitt einer Turbinenkomponente 101 die Schichtanordnung 100 und definiert eine Oberfläche 111 der Turbinenkomponente 101, wie z.B. einen Heissgaspfad 109 (siehe Fig. 1), eine Seitenwand 302 (siehe Fig. 3) einer Turbinenleitschaufel 300 (siehe Fig. 3), eine Schaufelblattoberfläche 402 (siehe Fig. 4) eines Schaufelblattes 400 (siehe Fig. 4), ein Turbinendeckband 500 (siehe Fig. 5) oder eine Kombination davon. Zusätzlich oder alternativ kann die Schichtanordnung 100 bei Komponenten, die einer Belastung ausgesetzt sind, wie z.B. einem Turbinengehäuse, genutzt werden.

**[0041]** Bezugnehmend auf die Fig. 1 und 2 können die Substratschicht 102, die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und/oder die nicht-metallischen Abstandshalter 106 beliebige geeignete Abmessungen auf der Basis der gewünschten Eigenschaften haben. Beispielsweise ist eine geeignete Substratdicke 103 für die Substratschicht 102 wenigstens etwa 254  $\mu\text{m}$  (10 mils), wenigstens etwa 381  $\mu\text{m}$  (15 mils), wenigstens etwa 508  $\mu\text{m}$  (20 mils), zwischen etwa 254  $\mu\text{m}$  (10 mils) und etwa 762  $\mu\text{m}$  (30 mils), zwischen etwa 1381  $\mu\text{m}$  (15 mils) und etwa 635  $\mu\text{m}$  (25 mils), zwischen etwa 254  $\mu\text{m}$  (10 mils) und etwa 508  $\mu\text{m}$  (20 mils), zwischen etwa 508  $\mu\text{m}$  (20 mils) und etwa 762  $\mu\text{m}$  (30 mils), etwa 508  $\mu\text{m}$  (20 mils) oder irgendeine geeignete Kombination, Teilkombination, ein Bereich oder Teilbereich darin. Eine geeignete Keramikmatrix-Verbundstoffdicke 105 für die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 ist wenigstens etwa 508  $\mu\text{m}$  (20 mils), wenigstens etwa 762  $\mu\text{m}$  (30 mils), wenigstens etwa 1016  $\mu\text{m}$  (40 mils), zwischen etwa 762  $\mu\text{m}$  (30 mils) und etwa 1270  $\mu\text{m}$  (50 mils), zwischen etwa 740  $\mu\text{m}$  (30 mils) und etwa 1016  $\mu\text{m}$  (40 mils), zwischen etwa 1016  $\mu\text{m}$  (40 mils) und etwa 1270  $\mu\text{m}$  (50 mils), zwischen etwa 889  $\mu\text{m}$  (35 mils) und etwa 1143  $\mu\text{m}$  (45 mils), etwa 1016  $\mu\text{m}$  (40 mils) oder irgendeine geeignete Kombination, Teilkombination, ein Bereich oder Teilbereich darin. Wie es nachstehend detaillierter beschrieben ist, hängen die Abmessungen des/der nicht-metallischen Abstandshalter 106 von der Geometrie des/der nicht-metallischen Abstandshalter 106 ab.

**[0042]** Die Substratschicht 102 ist jedes beliebige geeignete Material. Geeignete Materialien beinhalten, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Nickel-basierte Legierungen und Superlegierungen, Chrom-basierte Legierungen und Superlegierungen, Kobalt-basierte Legierungen und Superlegierungen, Eisenbasierte Legierungen und Superlegierungen oder Kombinationen davon. In einer Ausführungsform hat die Substratschicht 102 belastungsbeständige Eigenschaften, die diejenigen der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und/oder anderer ähnlicher Keramikmatrix-Verbundmaterialien überragen.

**[0043]** Die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 ist ein beliebiges geeignetes Material, das Eigenschaften für die gewünschte Anwendung, wie z.B. Temperaturbeständigkeiten an dem Heissgaspfad 109, wo die Temperaturen der Turbinenkomponenten ca. 1000 °C überschreiten, bereitstellt. Geeignete Materialien für die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 beinhalten, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Kohlenstoff, Siliziumkarbid ( $\text{SiC}$ ), Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Mullit ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_4$ ) oder eine Kombination davon. Eine Faserverstärkung der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 erfolgt mit Kohlenstoff, Siliziumkarbid ( $\text{SiC}$ ), Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Mullit ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_4$ ) oder einer Kombination davon.

**[0044]** Der nicht-metallische Abstandshalter 106 trennt jeden beliebigen geeigneten Abschnitt oder die gesamte Keramikmatrix-Verbundschicht 104 von der Substratschicht 102. In einer Ausführungsform ist der nicht-metallische Abstandshalter 106 entweder an die Substratschicht 102 oder an die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 oder an beide, wie es beispielsweise in Fig. 6 dargestellt ist, durch Ineinandergreifen zwischen einer hervorstehenden Einrichtung 602 (auf der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und/oder der Substratschicht 102) und einer Nut 604 (auf der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und/oder der Substratschicht 102) mechanisch befestigt. Zusätzlich oder alternativ ist der nicht-metallische Abstandshalter 106 mit der Substratschicht 102 oder der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 haftend verbunden.

**[0045]** Die Abmessungen und die Geometrie des nichtmetallischen Abstandshalters 106 hängen von der Ausgestaltung der Substratschicht 102 und der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 ab. Wie in Fig. 5 dargestellt, weisen in einer Ausführungsform mehrere der nicht-metallischen Abstandshalter 106 nicht uneinheitliche Abmessungen auf der Basis der Positionierung auf. In anderen Ausführungsformen, wie in Fig. 3 dargestellt, weisen die nicht-metallischen Abstandshalter 106 im Wesentlichen gleichmässige Abmessungen auf. Zusätzlich oder alternativ sind in einigen Ausführungsformen die nicht-metallischen Abstandshalter 106 als einzelne Abstandshalterkörper 108 angeordnet, die sich von einer Abstandshalterbeschichtung 110 aus erstrecken, wie in Fig. 2 dargestellt, sich von der Substratschicht 102 aus erstrecken, wie in Fig. 7 dargestellt, und/oder sich von der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 aus erstrecken.

**[0046]** Wie in den Fig. 8–10 dargestellt, sind in einigen Ausführungsformen die nicht-metallischen Abstandshalter 106 als eine oder mehrere Rippen oder Leisten 108 eingerichtet, die sich entlang der Anordnung 100 (siehe Fig. 1) erstrecken. Die Rippen 802 enthalten ein Plateau 804 (siehe Fig. 8), eine Spitze 902 (siehe Fig. 9), sich schneidende bzw. kreuzende Rippen 1002 (siehe Fig. 10) oder eine Kombination davon. Wie in Fig. 1 dargestellt, ist in einer Ausführungsform eine Abstandshalterdicke 107 (eine Dicke der Abstandshalterkörper 108 und der Abstandshalterbeschichtung 110, falls vorhanden) wenigstens etwa 35 mils, wenigstens etwa 40 mils, wenigstens etwa 45 mils, zwischen etwa 35 mils und etwa 55 mils, zwischen etwa 35 mils und etwa 45 mils, zwischen etwa 45 mils und etwa 55 mils, zwischen etwa 40 mils und etwa 50 mils, etwa 45 mils oder irgendeine geeignete Kombination, Teilkombination, ein Bereich oder Teilbereich darin.

**[0047]** Erneut bezugnehmend auf die Fig. 8–10 definiert der nicht-metallische Abstandshalter 106 in einer Ausführungsform Taschen 806. Die Taschen 806 können eine Substanz 112 (siehe Fig. 1), wie z.B. Luft und/oder irgendeine andere geeignete Substanz enthalten, die zu einer besseren Wärmeisolation als die Substratschicht 102 und/oder die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 fähig ist. Geeignete Substanzen beinhalten, sind jedoch nicht darauf beschränkt, stehende Luft, strömende Luft, Fasern, Brennstoff, Kühlfluid (stehendes und/oder strömendes), Flüssigkeit, Gel, Dampf oder Kombinationen davon. In einer Ausführungsform sind die nicht-metallischen Abstandshalter 106 und die Taschen 806 von der Substratschicht 102 und der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 vollständig eingeschlossen, um dadurch eine Strömung in die Taschen 806 hinein zu verhindern. Alternativ sind die nicht-metallischen Abstandshalter 106 und die Taschen 806 nicht vollständig eingeschlossen, und ermöglichen dadurch eine Strömung in die eine oder die mehreren Taschen 806 hinein und aus dieser bzw. diesen heraus.

**[0048]** Der nicht-metallische Abstandshalter 106 besteht aus irgendeinem geeigneten Material bzw. geeigneten Materialien, das bzw. die in der Lage sind, die Wärmeübertragung zwischen der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 und der Substratschicht 102 zu reduzieren, und in der Länge sind, den Einfluss der Belastung von der Substratschicht 102 auf die Keramikmatrix-Verbundschicht zu verringern. Geeignete Materialien für den nicht-metallischen Abstandshalter 106 beinhalten, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Keramiken, Yttrium-stabilisiertes Zirkonoxid, Gadolinium-Zirkonat, Seltenerde-Zirkonate, Wärmeschutzbeschichtungen oder Kombinationen davon. Beispielsweise haben geeignete Materialien eine Wärmeleitfähigkeit, die um wenigstens einen vorbestimmten Betrag kleiner als diejenige der Substratschicht 102 ist, wie z.B. zwischen ca. einem Zehntel und ca. einem Drittel der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht 102 liegt, zwischen ca. einem Drittel und ca. der Hälfte der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht 102 liegt, zwischen ca. einem Viertel und ca. der Hälfte der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht 102 liegt, zwischen ca. einem Viertel und ca. einem Drittel der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht 102 liegt, zwischen ca. einem Zehntel und ca. einem Drittel der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht 102 liegt, ca. die Hälfte, ca. ein Viertel, ca. ein Drittel, ca. ein Zehntel beträgt oder jede geeignete Kombination, Teilkombination, ein Bereich oder Teilbereich davon ist.

**[0049]** Den nicht-metallischen Abstandshalter 106, die einzelnen Abstandshalterkörper 108, die Abstandshalterbeschichtung 110 oder eine Kombination davon lässt man anwachsen, und/oder sie werden auf die Substratschicht 102 und/oder die Keramikmatrix-Verbundschicht 104 aufgebracht. In einer Ausführungsform erfolgt eine derartige Aufbringung durch physikalische Elektronenstrahldampfabscheidung (EBPVD), Luftplasmaspritzen (APS), Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (HVOF), elektrostatisch spritzunterstützte Dampfabscheidung (ESAVD), direkte Dampfabscheidung, andere geeignete Sprühtechniken oder eine Kombination davon. In einer weiteren Ausführungsform wird der nicht-metallische Abstandshalter 106 nach einer Bearbeitung der Substratschicht 102 und/oder nach der Erzeugung/Versteifung der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 positioniert, um dadurch geometrische Merkmale der Substratschicht 102 und/oder der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 zu vervollständigen. Beispielsweise werden in diesen Ausführungsformen die Taschen 806 in den nicht-metallischen Abstandshaltern 106 wenigstens teilweise durch nicht-ebene Merkmale der Substratschicht 102 und/oder der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 gebildet. In einer anderen Ausführungsform wird der nichtmetallische Abstandshalter 106 nach dem Abziehen einer vorhandenen Schicht, wie z.B. des nicht-metallischen Abstandshalters 106 nach längerer Nutzung, der Substratschicht 102, der Keramikmatrix-Verbundschicht 104 oder einer Kombination davon, aufgebracht.

**[0050]** Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben worden ist, dürfte es sich für einen Fachmann verstehen, dass verschiedene Änderungen durchgeführt werden können und Elemente durch ihre Äquivalente ersetzt werden können, ohne dass von dem Schutzzumfang der Erfindung abgewichen wird. Zusätzlich können viele Modifikationen ausgeführt werden, um eine spezielle Situation oder ein spezielles Material an die Lehren der Erfindung anzupassen, ohne von deren wesentlichem Umfang abzuweichen. Daher soll diese Erfindung nicht auf die als beste Ausführungsart für die Ausführung dieser Erfindung betrachtete spezielle Ausführungsform beschränkt sein, sondern soll alle Ausführungsformen umfassen, die in den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche fallen.

**[0051]** Es sind eine Schichtanordnung, eine Heissgaspfadkomponente und ein Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung offenbart. Die Schichtanordnung enthält eine Substratschicht, eine Keramikmatrix-Verbundschicht und einen nichtmetallischen Abstandshalter zwischen der Substratschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht, der eingerichtet ist, um eine oder mehrere Taschen auszubilden. Die Heissgaspfadkomponente enthält eine Nickel-basierte Superlegierungsschicht, eine Keramikmatrix-Verbundschicht und einen keramischen Abstandshalter zwischen der Nickel-basierten Superlegierungsschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht. Der keramische Abstandshalter ist entweder an der Substratschicht oder an der Keramikmatrix-Verbundschicht oder an beiden mechanisch befestigt, und der keramische Abstandshalter ist mit der Substratschicht oder der Keramikmatrix-Verbundschicht haftend verbunden. Das Verfahren enthält

ein Sichern eines nichtmetallischen Abstandshalter zwischen einer Substratschicht und einer Keramikmatrix-Verbundschicht der Schichtanordnung.

#### Patentansprüche

1. Schichtanordnung, die aufweist: eine Substratschicht;  
eine Keramikmatrix-Verbundschicht; und  
einen nicht-metallischen Abstandshalter zwischen der Substratschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht, der eingerichtet ist, um eine oder mehrere Taschen zu definieren.
2. Schichtanordnung nach Anspruch 1, wobei die Substratschicht eine Nickel-basierte Superlegierung oder eine Keramik ist, wobei der nicht-metallische Abstandshalter vorzugsweise eine Wärmeschutzbeschichtung enthält.
3. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-metallische Abstandshalter wenigstens teilweise Luft in der Schichtanordnung einschliesst.
4. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schichtanordnung eine Seitenwand einer Turbinenleitschaufel oder eine Schaufelblattoberfläche oder ein Turbinendeckband ist.
5. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-metallische Abstandshalter eine Rippe, die sich entlang der Schichtanordnung erstreckt, oder sich schneidender Rippen enthält.
6. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-metallische Abstandshalter die eine oder die mehreren Taschen definiert, wobei die eine oder die mehreren Taschen für den Einschluss von Luft eingerichtet sind.
7. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-metallische Abstandshalter die eine oder die mehreren Taschen definiert, wobei die eine oder die mehreren Taschen mit einer wärmeisolierenden Substanz gefüllt sind.
8. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der nicht-metallische Abstandshalter eine Wärmeleitfähigkeit aufweist, die wenigstens ein Drittel der Wärmeleitfähigkeit der Substratschicht beträgt.
9. Heissgaspfadkomponente einer Turbine, die aufweist: eine Nickel-basierte Superlegierungsschicht;  
eine Keramikmatrix-Verbundschicht; und  
einen keramischen Abstandshalter zwischen der Nickelbasierten Superlegierungsschicht und der Keramikmatrix-Verbundschicht;  
wobei der keramische Abstandshalter entweder an der Substratschicht oder an der Keramikmatrix-Verbundschicht oder an beiden mechanisch befestigt ist;  
wobei der keramische Abstandshalter mit der Substratschicht oder der Keramikmatrix-Verbundschicht verbunden ist.
10. Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung, wobei das Verfahren ein Befestigen eines nicht-metallischen Abstandshalter zwischen einer Substratschicht und einer Keramikmatrix-Verbundschicht der Schichtanordnung aufweist.

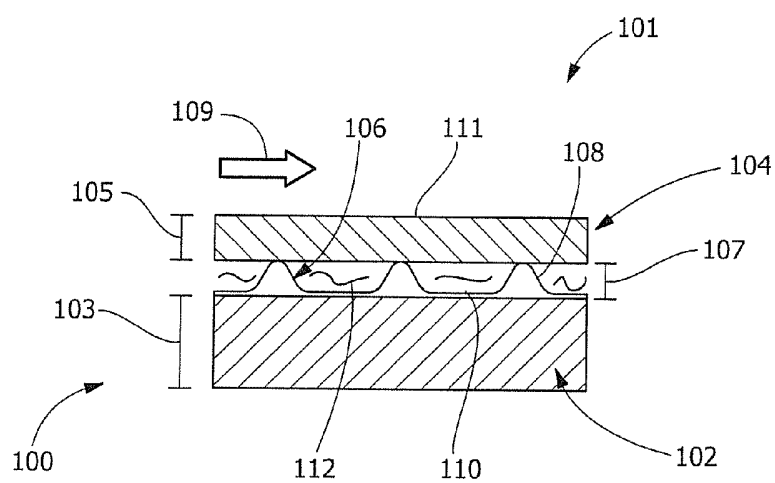


FIG. 1

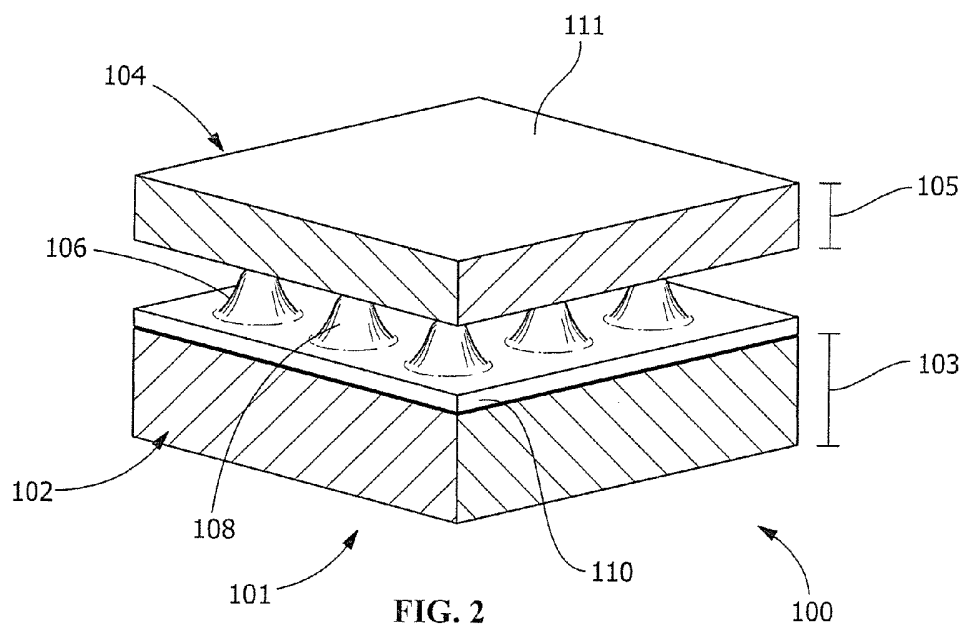


FIG. 2

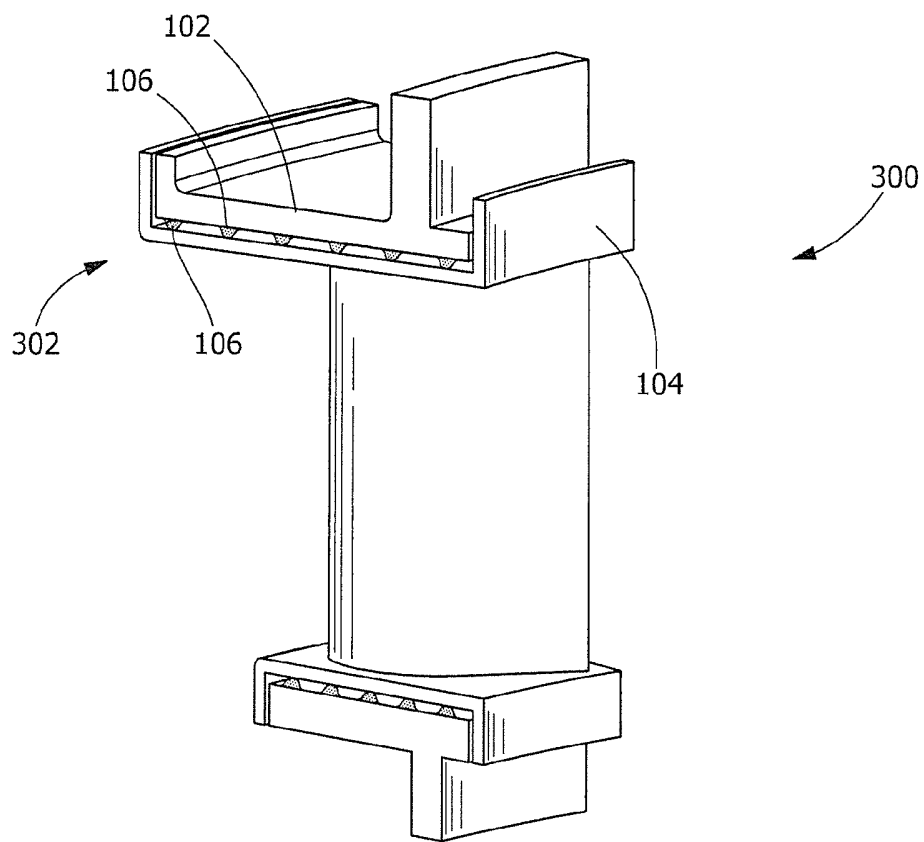


FIG. 3

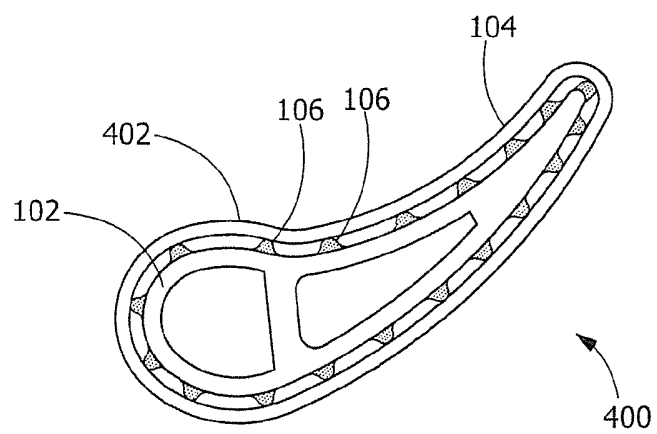
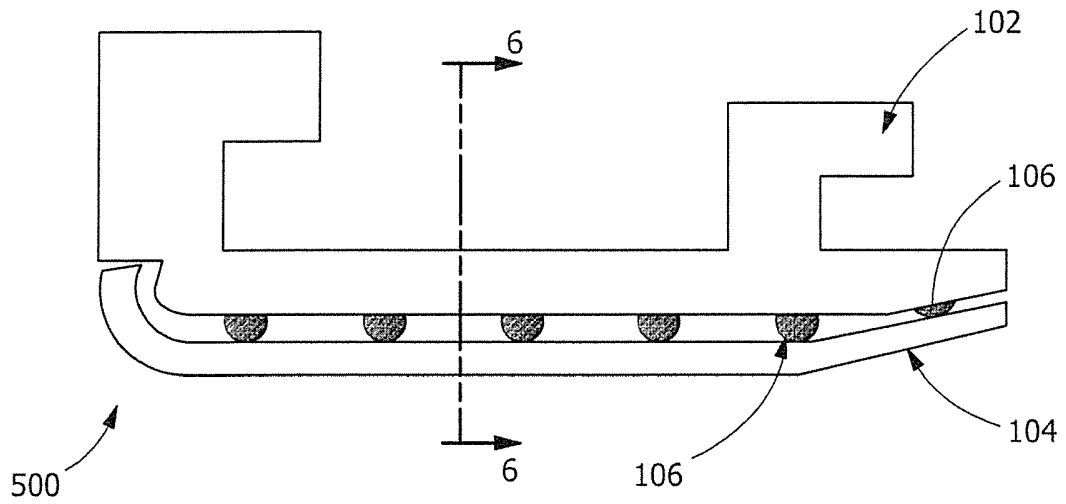
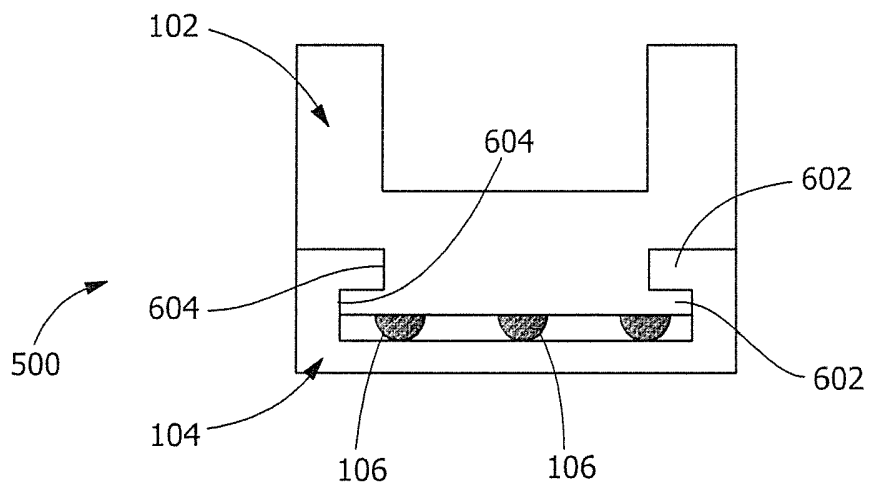


FIG. 4





**FIG. 5**



**FIG. 6**

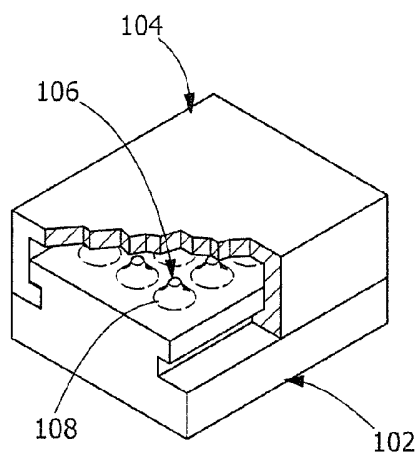


FIG. 7

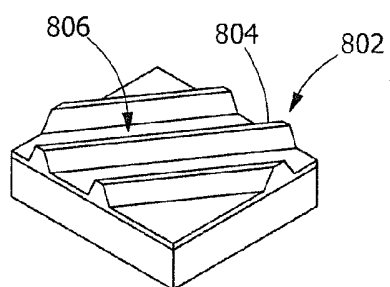


FIG. 8

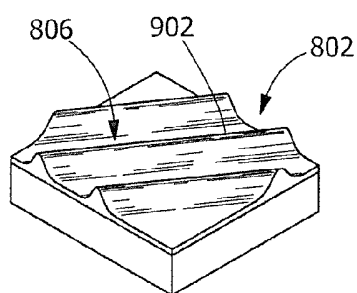


FIG. 9

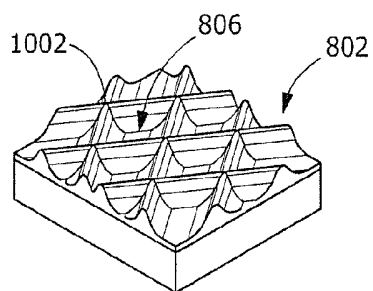


FIG. 10