



19 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Patentschrift**  
10 **DE 197 43 579 C 2**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 23 C 4/18**  
C 23 C 4/12  
B 24 C 11/00

21 Aktenzeichen: 197 43 579.3-45  
22 Anmeldetag: 2. 10. 1997  
43 Offenlegungstag: 15. 4. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 8. 2001

**DE 197 43 579 C 2**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

<p>73 <b>Patentinhaber:</b> MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE</p>	<p>72 <b>Erfinder:</b> Bamberg, Joachim, Dr., 85221 Dachau, DE; Adam, Peter, Dr., 85221 Dachau, DE</p> <p>56 <b>Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:</b></p> <p>DE 40 41 103 A1 US 52 77 936 A1</p>
--	---

54 **Wärmedämmschicht und Verfahren zu ihrer Herstellung**  
57 Verfahren zur Herstellung einer Wärmedämmschicht, bei dem eine keramische Wärmedämmschicht durch thermisches Spritzen auf eine metallische Komponente aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmschicht während und/oder nach dem Aufbringvorgang gestrahlt wird.

**DE 197 43 579 C 2**

Die Erfindung betrifft eine Wärmedämmschicht, die durch thermisches Spritzen auf eine metallische Komponente aufgebracht ist, keramisch ist und eine poröse Struktur aufweist, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Im Motoren- und Turbinenbau werden hochbelastete metallische Komponenten zum Schutz vor hohen Temperaturen mit keramischen Wärmedämmschichten versehen und auf diese Weise Metall-Wärmedämmschicht-Verbundsysteme gebildet. Die Wärmedämmschichten lassen sich am kostengünstigsten und effektivsten durch thermische Spritzverfahren, wie z. B. Plasmaspritzen, auf die metallischen Komponenten aufbringen. Die so hergestellten keramischen Wärmedämmschichten besitzen eine poröse, von Mikrorissen durchzogene Struktur, die einen niedrigen Elastizitätsmodul aufweist. Infolgedessen kann die Wärmedämmschicht die im Betrieb infolge thermomechanischer Belastungen stets auftretenden Verformungen in begrenztem Umfang schadlos aushalten. Beim Einsatz der Wärmedämmschichten im Hochtemperaturbereich ( $> 900^{\circ}\text{C}$ ) verändert sich jedoch die Keramik. Es treten Sintereffekte auf, die ein ansteigendes Elastizitätsmodul zur Folge haben. Die Wärmedämmschicht ist mithin weniger dehnungstolerant, so daß die thermomechanischen Belastungen zu sog. Segmentierungsrissen führen, durch welche die Wärmedämmschicht zu einzelnen Schollen segmentiert.

Simulationsrechnungen und Versuche haben gezeigt, daß bei den so segmentierten, keramischen Wärmedämmschichten bei weiterer thermomechanischer Belastung ein Rißfortschritt an der Grenzfläche zur metallischen Komponente (Metallsubstrat) auftritt. Dieser Rißfortschritt führt zum Abplatzen der Wärmedämmschicht und damit zum völligen Versagen des Metall-Wärmedämmschicht-Verbundsystems.

Aus der DE 40 41 103 A1 ist ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen mittels Kugelstrahlen bekannt, bei dem zunächst eine MCrAlY-Schicht als Oxidations- und Heißgaskorrosionsschicht auf die Bauteiloberfläche aufgebracht und anschließend die Schicht kugelgestrahlt wird, um eine Glättung der rauhen Schichtoberfläche zu erzielen und die Schicht zu verdichten. Eine solche metallische Schicht läßt sich nicht zur Wärmedämmung einsetzen.

Die US 5,277,936 offenbart ein Verfahren zum Beschichten eines Bauteils aus einer Ni- oder Co-Basislegierung, bei dem ein Metallpulver und Oxide zur Herstellung einer Oxidationsschutz- und Haftschrift für eine Wärmedämmschicht durch Plasmaspritzen aufgebracht werden. Die Oxidationsschutz- und Haftschrift kann zur Verdichtung sowie zur Verbesserung der Haftung auf dem metallischen Bauteil gestrahlt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wärmedämmschicht der eingangs beschriebenen Gattung so zu verbessern, daß sie auch im Hochtemperaturbereich thermomechanisch möglichst beständig ist. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung einer thermomechanisch möglichst beständigen Wärmedämmschicht geschaffen werden.

Die das Verfahren betreffende Lösung der Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmschicht während und/oder nach dem Aufbringvorgang (thermisches Spritzen) gestrahlt wird.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Wärmedämmschicht mit kugelförmigen Partikeln gestrahlt, die bevorzugt aus Metall, Keramik oder Glas bestehen können.

Die die Wärmedämmschicht betreffende Lösung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmschicht durch Strahlen gebildete, oberflächennahe Risse aufweist.

Der Vorteil besteht darin, daß das Auftreten ungünstiger

Schollengrößen vermieden wird, indem die Wärmedämmschicht durch das Strahlen mit Partikeln definiert vorgeschädigt wird. Durch die hohe kinetische Energie der Partikel entstehen beim Aufprall zahlreiche kleine oberflächennahe Risse in der Wärmedämmschicht. Darüberhinaus werden sog. Mikrokontaktflächen, die den Sinterprozeß beschleunigen, aufgebrochen. Auf diese Weise werden bei thermomechanischer Belastung sowohl die Sintereffekte reduziert, als auch die Bildung unterkritischer, kleiner Schollen bei der Segmentierung infolge der vielen Rißstarter gefördert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, bei dem die Wärmedämmschicht auf eine metallische Motoren- oder Turbinenkomponente aufgebracht wird.

Ein Metall-Wärmedämmschicht-Verbundsystem besteht aus einem Metallsubstrat, wie z. B. einer metallischen Motoren- oder Turbinenkomponente, und einer keramischen Wärmedämmschicht. Die Wärmedämmschicht wird durch Plasmaspritzen auf die metallische Komponente aufgebracht und weist eine poröse, von Mikrorissen durchzogene Struktur auf. Um das Auftreten ungünstiger Schollengrößen bei Sintereffekten während des Betriebs im Hochtemperaturbereich zu vermeiden, wird die keramische Wärmedämmschicht während oder unmittelbar nach dem Herstellungsprozeß mittels Plasmaspritzen, d. h. dem Aufbringen der keramischen Wärmedämmschicht auf die metallische Komponente, durch Metallkugelstrahlen definiert vorgeschädigt. Durch die hohe kinetische Energie der Metallkugeln entstehen beim Aufprall auf die Wärmedämmschicht viele kleine oberflächennahe Risse. Außerdem werden sog. Mikrokontaktflächen, die den Sinterprozeß beschleunigen, aufgebrochen. Das Strahlen kann während des Aufbringens der Wärmedämmschicht beginnen und sich danach fortsetzen oder auch erst unmittelbar nach dem Aufbringen beginnen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Wärmedämmschicht, bei dem eine keramische Wärmedämmschicht durch thermisches Spritzen auf eine metallische Komponente aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmedämmschicht während und/oder nach dem Aufbringvorgang gestrahlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmschicht mit kugelförmigen Partikeln gestrahlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel aus Metall, Keramik oder Glas bestehen.
4. Wärmedämmschicht, die durch thermisches Spritzen auf eine metallische Komponente aufgebracht ist, keramisch ist und eine poröse Struktur aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmschicht durch Strahlen gebildete, oberflächennahe Risse aufweist.