



(10) **DE 10 2012 102 087 A1** 2013.09.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 102 087.6**

(22) Anmeldetag: **13.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **19.09.2013**

(51) Int Cl.: **C23C 4/12 (2012.01)**

(71) Anmelder:
Thermico GmbH & Co. KG, 44263, Dortmund, DE

(72) Erfinder:
Matthäus, Götz, 44577, Castrop-Rauxel, DE

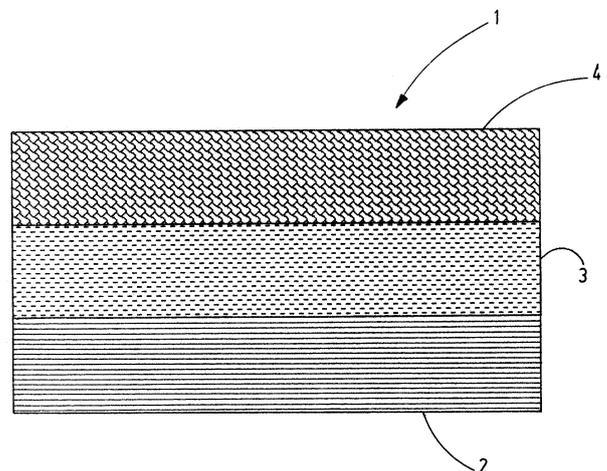
(74) Vertreter:
**Patent- und Rechtsanwälte Meinke, Dabringhaus
und Partner, 44141, Dortmund, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bauteil mit einer metallurgisch angebundenen Beschichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Bauteil (1) mit einer metallurgisch angebundenen sowie thermisch aufgespritzten und umgeschmolzenen Beschichtung (3). Um zu vermeiden, dass bei Kraftaufschlagung in dem Bauteil (1) und weiterer Oberflächenbelastung weiterhin Verschleißerscheinungen auftreten, sieht die Erfindung vor, dass die Beschichtung (3) mit einer thermischen Spritzschicht (4) versehen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einer metallurgisch angebundenen sowie thermisch aufgespritzten und umgeschmolzenen Beschichtung.

[0002] Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer metallurgisch angebundenen Beschichtung, die auf eine Oberfläche eines Bauteiles thermisch aufgespritzt und umgeschmolzen wird.

[0003] Bauteile der eingangs genannten Art sind dem Fachmann bekannt und geläufig, wobei in jüngster Vergangenheit das Umschmelzen thermisch gespritzter Schichten mittels Lasertechnologie in umfangreichen wissenschaftlichen Arbeiten vermehrt thematisiert worden ist.

[0004] Metallurgisch angebundene Beschichtungen, bei deren Herstellung die Vorteile des thermischen Spritzens mit denen des Laserumschmelzens kombiniert werden, weisen hochwertige verschleiß- und korrosionsschützende Eigenschaften auf.

[0005] Die industrielle Umsetzung erfolgt derart, dass, nachdem die Beschichtung, die beispielsweise in Gestalt einer IN 625 HVOF-Schicht vorliegt, auf eine Oberfläche eines Bauteiles, wie eine Turbinenschaufel aufgetragen wird, einzelne Schmelzlinien durch die Bewegung eines konzentrierten Kreises und annähernd kreisförmig, rechteck- oder ellipsenförmig ausgebildeten Lichtpunktes erzeugt werden. Die dazu notwendigen Bewegungseinrichtungen der Strahlführungen benötigen dabei eine hohe Genauigkeit, welche von der Geometrie des Schmelzpunktes, den Anforderungen der Überlappung der Schmelzlinien sowie der geforderten Reproduzierbarkeit der Erzeugung der Schmelzlinie abhängig ist.

[0006] Eine metallurgisch angebundene Beschichtung der eingangs genannten Art offenbart beispielsweise die GB 10 39 633, wobei das Umschmelzen einer thermisch aufgespritzten Schicht mittels einer Laservorrichtung erfolgt, welche einen punktförmigen Lichtpunkt über die aufgespritzte Schicht führt und diese aufschmilzt.

[0007] Hierbei wird sowohl die jeweilige Spritzlage als auch die gesamte Schicht mittels des Lasers umgeschmolzen. Hieraus resultieren verbesserte mechanische Eigenschaften der Beschichtung, insbesondere wird die mechanische Haftung der thermischen Spritzschicht durch das Aufschmelzen verbessert.

[0008] Metallurgisch angebundene Beschichtungen der eingangs genannten Art thematisiert auch eine kürzlich veröffentlichte Arbeit, die Eigenspannungen von mittels Laser umgeschmolzenen IN 625 HVOF-Schichten, die auf Stahl und Ti6Al4V aufgetragen

werden, thematisiert. Hierbei wurden in der umgeschmolzenen IN 625-Schicht Zugeigenspannungen festgestellt. Die Veröffentlichung zeigt die Schwierigkeiten, unkritische Spannungszustände, d.h. neutrale und Druckeinspannung, mittels des Laserumschmelzens zu erreichen. Verwendet wurde ein CO₂-Laser mit rundem Laserfleck, welcher mit einer Frequenz von 200 Hz über eine Länge von 126 mm über die Bauteiloberfläche geführt wurde (Arif, A.F.M, Yilbas, B.S., Surface Engineering, Volume 25, No. 3, April 2009, pp 249–256).

[0009] In einer ebenfalls kürzlich erschienenen Arbeit wurden 280 µm dicke HVOF WC-CrC-Ni-Schichten mittels eines Lasers wärmebehandelt und verdichtet. Hierbei wurden die Eigenschaften Porosität, Härte und Verschleißfestigkeit verbessert. Als Laserfleck wurde bei 400 Watt Laserleistung eine ovale Geometrie 5 mm × 4 mm mit einer Überlappung von 30 % bei einer Verfahrensgeschwindigkeit von 400 mm/min gewählt (Journal of the Korean Physical Society, Volume 54, No. 3; March 2009).

[0010] Diese aus dem Stand der Technik bekannten metallurgisch angebundenen Beschichtungen, die auf eine Oberfläche eines Bauteiles thermisch aufgespritzt und mittels Lasertechnologie umgeschmolzen werden, haben den Nachteil, dass bei Kraftaufschlagung in dem Bauteil und weiterer Oberflächenbelastung weiterhin Verschleißerscheinungen auftreten.

[0011] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile zu vermeiden.

[0012] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Die Erfindung sieht vor, dass die metallurgisch angebundene Beschichtung mit mindestens einer thermischen Spritzschicht versehen ist.

[0014] Kernidee der Erfindung ist es, die metallurgisch angebundene Beschichtung mit einer Decklage zu versehen, die thermisch aufgespritzt ist. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass bei einer Dehnung eines Bauteiles, an dem eine metallurgische Beschichtung angebunden ist, über den für die Decklage zulässigen Wert lediglich ein Reißen der Decklage erfolgt. Bei der Beschichtung gemäß der Erfindung erfolgt also keine Fortsetzung des Risses in die umgeschmolzene Beschichtung. Somit ist weiterhin eine dichte Korrosionsschutzschicht gegeben, die den Grundwerkstoff, d.h. das Material des Bauteiles, vor Korrosionsangriff schützt.

[0015] Zudem hat sich gezeigt, dass die erfindungsgemäße Beschichtung nicht nur korrosionsbeständig,

schlagfest sowie rissunempfindlich ist, sondern auch über eine hohe Dehnungstoleranz verfügt.

[0016] Anwendungen können Bauteile mit komplexer Geometrie, wie beispielsweise Turbinenschaukeln, Kugelventile, Schraubenrotoren oder die Innenflächen von Rohren, wie Zylindern, sein.

[0017] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Beschichtung ist gekennzeichnet durch drei Schritte:

1. Erzeugung einer dünnen Beschichtung mittels thermischen Spritzens, d.h. einer Beschichtung mit einer Dicke vorzugsweise zwischen 5 und 300 µm, auf der Oberfläche eines Bauteiles. Als Material der Oberfläche dient insbesondere eine oxidations- und/oder korrosionsbeständiges Material.
2. Umschmelzung der thermisch aufgetragenen Beschichtung. Die Umschmelzung erfolgt dabei vorzugsweise mittels Lasertechnologie.
3. Aufspritzen wenigstens einer weiteren Schicht auf die umgeschmolzene Beschichtung. Die Schicht ist dabei vorzugsweise eine Plasmaschicht aus oxidkeramischem Werkstoff oder eine HVOF-Schicht aus metallgebundenen Carbiden.

[0018] Als Varianten des thermischen Spritzens bieten sich insbesondere das Plasmaspritzen und das Hochgeschwindigkeitsflamspritzen an.

[0019] Vorzugsweise ist die thermische Spritzschicht umgeschmolzen. Als probates Instrumentarium für die Umschmelzung bietet sich auch hier die Lasertechnologie an. Der Vorteil der umgeschmolzenen Schicht ist die Ausbildung einer Legierung in der darunterliegenden metallurgisch angebondenen, thermisch aufgespritzten sowie umgeschmolzenen Beschichtung.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Schicht eine Plasmaschicht aus oxidkeramischem Werkstoff ist. Diese Schicht zeichnet sich vorteilhafterweise dadurch aus, dass sie über eine hohe Härte und geringe Wärmeleitfähigkeit verfügt, so dass diese Schicht insbesondere für wärmeisolierende Bauteile geeignet ist.

[0021] Eine praktikable Variante der Erfindung sieht vor, dass die Schicht aus metallgebundenen Carbiden, insbesondere einer HVOF-Schicht aus WC-CrC-Ni ist. Hierdurch ist eine Schicht gegeben, die über eine hohe Härte und Zähigkeit verfügt. Daneben ist sie elektrisch leitend und weist eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf.

[0022] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt in schematischer Darstellung:

[0023] [Fig. 1](#) ein herkömmliches Bauteil, das mit einer metallurgisch angebondenen sowie thermisch

aufgespritzten und umgeschmolzenen Beschichtung versehen ist und

[0024] [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2b](#) ein Bauteil gemäß der Erfindung mit und ohne Rissbildung.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt ein herkömmliches Bauteil, das mit einer Beschichtung **3** versehen ist.

[0026] Die Beschichtung **3** ist an der Oberfläche **2** des Bauteiles **1** metallurgisch angebonden und umgeschmolzen. Zuvor wurde die Beschichtung **3** auf die Oberfläche **2** des Bauteiles **1** thermisch aufgespritzt. Bei dem in [Fig. 1](#) gezeigten Bauteil handelt es sich um einen Schraubenrotor. Die Dicke der Beschichtung **2** beträgt 5 µm bis 300 µm.

[0027] In erfindungswesentlicher Weise ist die metallurgisch angebondene Beschichtung **3** ist, wie aus [Fig. 2a](#) weiter hervorgeht, mit einer thermischen Spritzschicht **4** versehen. In den [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#) ist aus Gründen der Veranschaulichung nicht das komplette in [Fig. 1](#) dargestellte Bauteil **1** gezeigt. Bei der Schicht **4**, deren Dicke ca. 30 µm beträgt, handelt es sich um eine Schicht, die auf die metallurgisch angebondene Beschichtung **3** thermisch aufgespritzt worden ist. Die Schicht **4** ist eine Plasmaschicht aus einem oxidkeramischem Werkstoff. Alternativ kann die Schicht auch eine HVOF-Schicht aus WC-CrC-Ni sein.

[0028] Den Vorteil des Schichtaufbaus aus [Fig. 2a](#) verdeutlicht [Fig. 2b](#). Kommt es aufgrund einer erhöhten Belastung des Bauteiles zu einer Rissbildung, erfolgt die Rissbildung lediglich in der Schicht **4**. Wie aus [Fig. 1b](#) hervorgeht, erstreckt sich der Riss **5** nur in der Schicht **4**, ohne dass er eine Fortsetzung in der metallurgisch angebondenen Beschichtung **3** findet.

[0029] Die vorliegende Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

[0030] Beispielsweise kann die Schicht **4** auch eine Dicke zwischen 5 µm und 300 µm aufweisen, bevorzugt 5 µm und 150 µm, aus Gründen der Kostenreduzierung besonders bevorzugt 5 µm bis 30 µm.

[0031] Zudem kann die Beschichtung **3** aus einem heißgas-oxidationsbeständigen Material, wie MGAIY oder einem korrosionsbeständigen Material, wie NiG-Mo sein.

Bezugszeichenliste

- 1 Bauteil
- 2 Oberfläche
- 3 Beschichtung
- 4 Spritzschicht
- 5 Riss

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- GB 1039633 [\[0006\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Arif, A.F.M, Yilbas, B.S., Surface Engineering, Volume 25, No. 3, April 2009, pp 249–256 [\[0008\]](#)
- Journal of the Korean Physical Society, Volume 54, No. 3; March 2009 [\[0009\]](#)

Patentansprüche

1. Bauteil (1) mit einer metallurgisch angebundenen sowie thermisch ausgespritzten und umgeschmolzenen Beschichtung (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung (3) mit mindestens einer thermischen Spritzschicht (4) versehen ist.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) umgeschmolzen ist.

3. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schicht (4) zwischen 5 und 500 µm beträgt.

4. Bauteil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schicht (4) zwischen 5 und 150 µm beträgt.

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schicht (4) zwischen 5 und 30 µm beträgt.

6. Bauteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) eine Plasmaschicht aus oxidkeramischem Werkstoff ist.

7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) aus metallgebundenen Carbiden, insbesondere eine HVOF-Schicht aus WC-CrC-Ni ist.

8. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (3) aus einem heißgas-oxidationsbeständigen Material ist.

9. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (3) korrosionsbeständig ist.

10. Verfahren zur Herstellung einer metallurgisch angebundenen Beschichtung (3), die auf eine Oberfläche (2) eines Bauteiles (1) thermisch aufgespritzt wird und mittels Laser umgeschmolzen wird, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Beschichtung (3) mindestens eine weitere Schicht (4) thermisch aufgespritzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) umgeschmolzen wird.

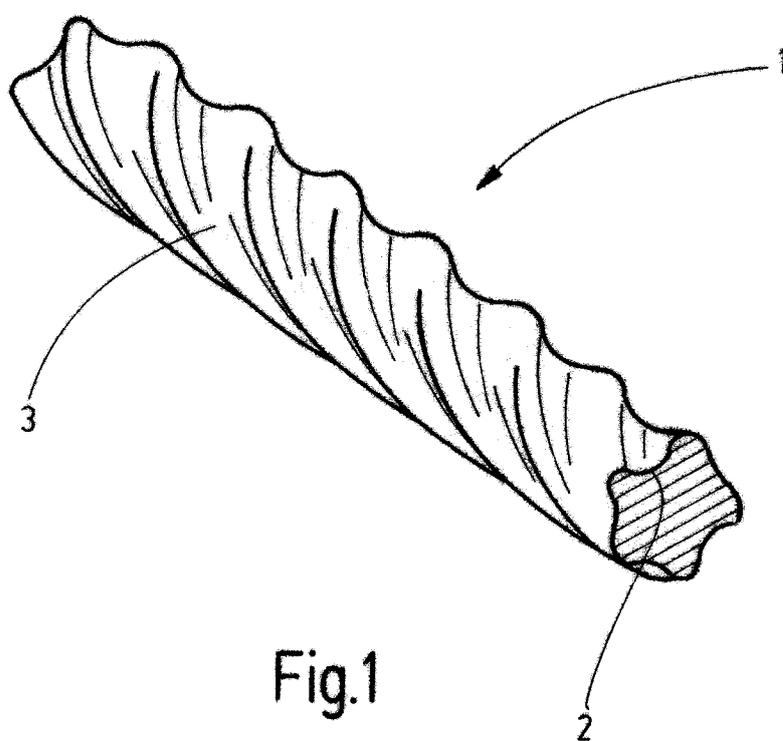
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) mittels Laser umgeschmolzen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) mittels Plasmaspritzen aufgetragen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (4) mittels Hochgeschwindigkeits-Flammenspritzen aufgetragen wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



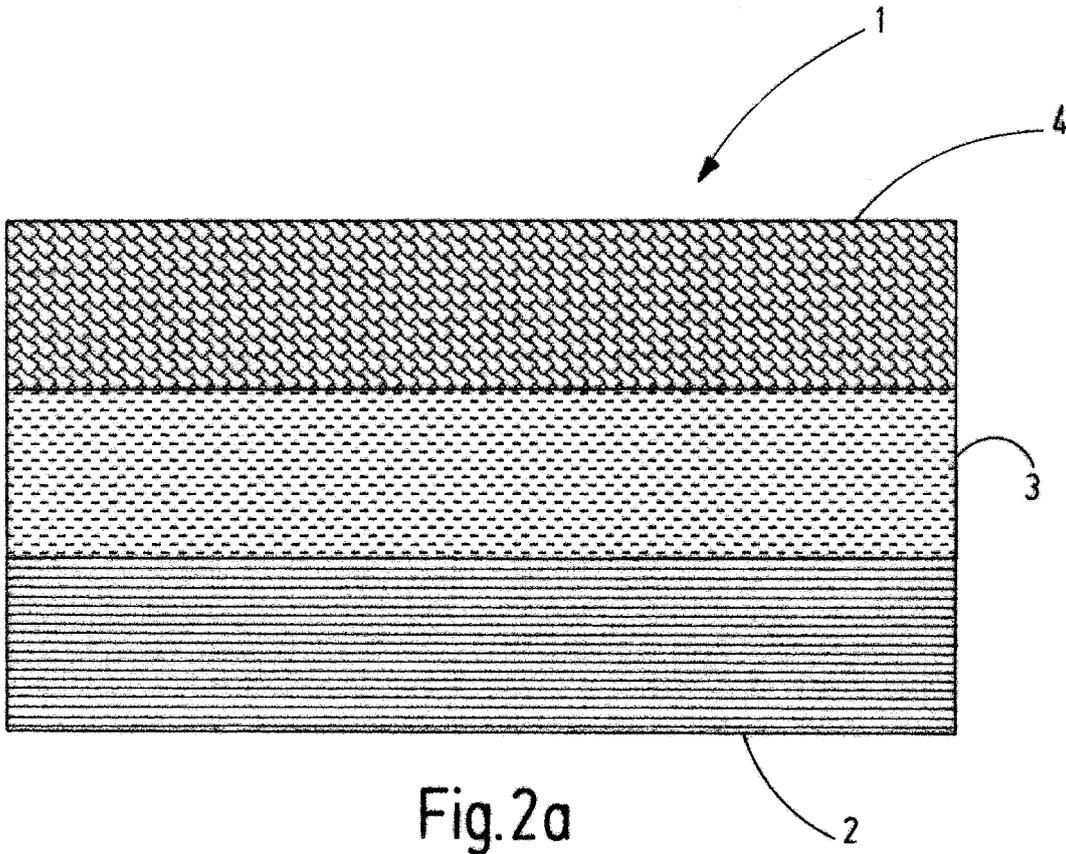


Fig. 2a

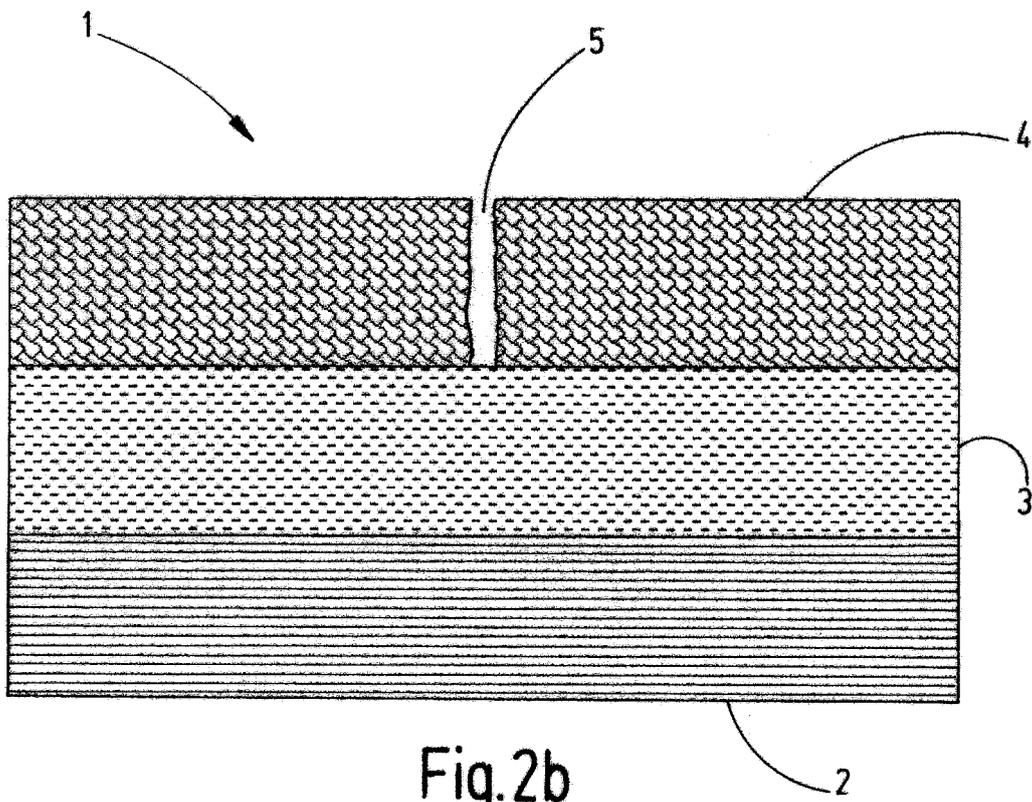


Fig. 2b