

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 492 323 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91121460.9**

51 Int. Cl.⁵: **B24C 1/10**, C21D 7/06,
C22F 1/00

22 Anmeldetag: **14.12.91**

30 Priorität: **21.12.90 DE 4041103**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.92 Patentblatt 92/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
W-8000 München 50(DE)

72 Erfinder: **Sedlmair, Thomas**
Dorfstrasse 5
W-8061 Biberbach(DE)
Erfinder: **Pillhöfer, Horst**
Zweigstrasse 6b
W-8047 Karlsfeld(DE)
Erfinder: **Adam, Peter, Dr.**
Hackenängerstrasse 9
W-8060 Dachau(DE)
Erfinder: **Thoma, Martin, Dr.**
Giselastrasse 3
W-8000 München 40(DE)

54 **Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen mittels Kugelstrahlen. Dazu wird auf die Bauteiloberfläche zunächst eine MCrAlY-Schicht als Oxidations- und Heißgaskorrosionsschicht aufgebracht. Anschließend wird die Schichtoberfläche mit Partikelstrahlen einer Strahlenintensität von höchstens 0,15 mm Almen A, einem Deckungsgrad von mindestens 400% und einem mittleren Strahlpartikeldurchmesser von höchstens 0,5 mm zur Oberflächenglättung und -verdichtung kugelgestrahlt. Das Verfahren eignet sich besonders für Schaufelblattoberflächen von Hochdruckturbinenschaufeln mit geringen Krümmungsradien an Ein- und Austrittskante.

EP 0 492 323 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen mittels Kugelstrahlen.

Kugelstrahlen zur Verbesserung der Schwingfestigkeit von Bauteilen sind aus der Veröffentlichung von W. Schütz in der Zeitschrift Werkstofftechnik, 17, Seite 53-61, (1986) bekannt. Das Kugelstrahlen steigert primär durch günstige Druckeigenspannungen die Schwingfestigkeit der Bauteile und erhöht die Härte der gestrahlten Bauteiloberfläche. Die Optimierung der Strahlbehandlung ist abhängig vom Maschinentyp, von der Strahldauer, der Partikelgröße, dem Deckungsgrad und der Strahlintensität. Zur Härtung und Verbesserung der Schwingfestigkeit wird in Richtung hoher Strahlintensität bei gleichzeitig niedrigem Deckungsgrad bis 100% optimiert. Bei höheren Deckungsgraden wächst die Gefahr der Oberflächen deformation und der Werkstoffschädigung.

Beim Kugelstrahlen wird die Oberfläche plastisch deformiert, so daß nachteilig eine hohe Oberflächenrauigkeit entsteht. Außerdem werden Druckeigenspannungen im oberflächennahen Bereich des Bauteils induziert, so daß sich bei beschichteten Bauteilen nachteilig die Gefahr des Abplatzens der Schicht erhöht.

Bei Beschichtungsverfahren, die zunächst eine raue Beschichtungsoberfläche auf dem Bauteil erzeugen, wird deshalb nicht mit dem Kugelstrahlverfahren die Oberfläche geglättet, sondern durch mechanisches Nachpolieren, wie beispielsweise Scheuern, Bürstenpolieren oder Druckfließlappen, eine Oberflächen glättung erreicht. Diese bekannten und gebräuchlichen Oberflächenbehandlungen zum Glätten haben den Nachteil, daß sie einen örtlich ungleichmäßigen Schichtabtrag an exponierten Ecken und Kanten bewirken.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen anzugeben, das die Oberfläche oxidations- und heißgaskorrosionsfest beschichtet und eine Glättung der rauen Beschichtungsoberfläche ermöglicht. Die Oberflächenbehandlung soll die Haftfähigkeit der Beschichtung nicht vermindern und keinen ungleichmäßigen Schichtabtrag verursachen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den folgenden Verfahrensschritten: auf die Bauteiloberfläche wird zunächst eine MCrAlY-Schicht als Oxidations- und Heißgaskorrosionsschicht aufgebracht, deren Schichtoberfläche anschließend mit Partikelstrahlen einer Strahlenintensität von höchstens 0,15 mm Almen A, einem Deckungsgrad von mindestens 400% und einem mittleren Strahlpartikeldurchmesser von höchstens 0,5 mm kugelgestrahlt und dabei geglättet wird.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß ein Mittenrauhwert unter $R_a = 2,5\mu\text{m}$ für MCrAlY-Schichten, die beispielsweise mit Hilfe des Niederdruck-

plasmaspritzen (NDPS-Verfahren) aufgetragen wurden, erreichbar ist, und die MCrAlY-Schicht gleichzeitig oberflächlich verdichtet wird. Darüber hinaus ist das Verfahren reproduzierbar im Hinblick auf eine Mittenrauhwertverbesserung und auch bei kompliziert gestalteten Bauteilen anwendbar.

Als Strahlpartikel werden vorzugsweise Kugeln mit einem mittleren Strahlpartikeldurchmesser von höchstens 0,2 mm aus Stahlguß, arondi-ertem Stahldraht, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid oder Glas eingesetzt. Derartige Kugeln haben den Vorteil einer weiteren Mittenrauhwertverminderung. Kugeln mit einem mittleren Strahlpartikeldurchmesser unter $50\mu\text{m}$ zeigen zumindest für MCrAlY-Schichten keine weiteren Mittenrauhwertverbesserung.

Eine bevorzugte Durchführung des Verfahrens sieht vor, daß die Schichtoberfläche in kritischen Bauteilbereichen an vorzugsweise geringen Krümmungsradien mit Deckungsgraden über 600% und stark verminderter Strahlintensität kugelgestrahlt wird. Dieser hohe Deckungsgrad bei gleichzeitig stark verminderter Strahlintensität hat den Vorteil, einer Kombination aus Mikroverformung und Abrasion, die äußerst schonend diese kritischen Bauteilbereiche glättet.

Vorzugsweise wird das Verfahren für Schaufelblattoberflächen von Hochdruckturbinenschaufeln angewandt. Dabei wird die MCrAlY-Schicht sowohl auf der Schaufelvorderkante als auch auf der noch stärker gekrümmten Schaufelhinterkante geglättet, ohne daß ein Schichtdickenunterschied auftritt.

Das folgende Beispiel und die zugehörigen Figuren zeigen eine bevorzugte Durchführung und Ausbildung des Verfahrens.

- Beispiel 1 listet die Kugelstrahlparameter auf,
- Fig. 1 zeigt eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme von einer MCrAlY-Schicht nach einem Niederdruckplasmaspritzen,
- Fig. 2 zeigt eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme von der MCrAlY-Schicht nach einem Kugelstrahlen,
- Fig. 3 zeigt einen Querschliff einer beschichteten und kugelgestrahlten Hochdruckturbinenschaufel im Bereich der Eintrittskante und
- Fig. 4 zeigt einen Querschliff der beschichteten und kugelgestrahlten Hochdruckturbinenschaufeln im Bereich der Austrittskante.

Beispiel 1

Eine Schaufelblattoberfläche einer Hochdruckturbinenschaufel mit einer Schaufelblatthöhe von 42 mm und einer Schaufelblatbreite von 20 mm wird mit einer CoNiCrAlY-Schicht mittels Niederdruckplasmaspritzverfahren beschichtet. Der ge-

messene Mittenrauhwert liegt bei $4,77\mu\text{m}$. Die Oberfläche dieser Hochdruckturbinenschaufel wird anschließend in einer Überdruckdüsenstrahlanlage mit Glasperlen eines mittleren Strahlpartikeldurchmessers von $0,12\text{ mm}$ kugelgestrahlt. Dazu wird die Strahlintensität auf $0,23\text{ mm Almen N}$ eingestellt und ein Deckungsgrad von 800% gefahren. Als Ergebnis einer Schichtverdichtung und eines Schichtabtrags wird eine gleichmäßige Schichtabnahme von maximal $20\mu\text{m}$ sowohl auf der Schaufelblattfläche als auch im Bereich der Eintrittskante und der Austrittskante gemessen. Der Mittenrauhwert ist auf $1,37\mu\text{m}$ verbessert.

Fig. 1 zeigt eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme von einer MCrAlY-Schicht nach einem Niederdruckplasmaspritzen, mit einer Rauhtiefe von $42,3\mu\text{m}$ und einem Mittenrauhwert von $4,77\mu\text{m}$.

Fig. 2 zeigt eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme von dergleichen CoNiCrAlY-Schicht nach einem Kugelstrahlen mit den Verfahrensparametern entsprechend Beispiel 1. Die Rauhtiefe hat sich um mehr als das 4-fache auf $7,93$ verbessert und der Mittenrauhwert wurde auf $1,37\mu\text{m}$ vermindert.

Fig. 3 zeigt einen Querschliff einer beschichteten und kugelgestrahlten Hochdruckturbinenschaufel im Bereich der Eintrittskante (1). Deutlich ist die Grenze (2) zwischen CoNiCrAlY-Schicht (3) und Schaufelgrundmaterial (4) zu erkennen. Selbst die Eintrittskantenspitze (5) wird von der geglätteten CoNiCrAlY-Schicht (3) nachgebildet und nicht eingeebnet.

Fig. 4 zeigt einen Querschliff der beschichteten und kugelgestrahlten Hochdruckturbinenschaufeln im Bereich der Austrittskante (6). Deutlich ist die Grenze (2) zwischen CoNiCrAlY-Schicht (3) und Schaufelgrundmaterial (4) zu erkennen. Auch die wesentlich stärker gekrümmte Austrittskante (6) wird von der geglätteten CoNiCrAlY-Schicht (3) nachgebildet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen mittels Kugelstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Bauteiloberfläche zunächst eine MCrAlY-Schicht als Oxidations- und Heißgaskorrosionsschicht aufgebracht wird und anschließend die Schichtoberfläche mit Partikelstrahlen einer Strahlintensität von höchstens $0,15\text{ mm Almen A}$, einem Deckungsgrad von mindestens 400% und einem mittleren Strahlpartikeldurchmesser von höchstens $0,5\text{ mm}$ kugelgestrahlt und dabei geglättet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtoberfläche in kritischen Bauteilbereichen an vorzugsweise geringen Krümmungsradien mit Deckungsgraden

über 600% und stark verminderter Strahlintensität kugelgestrahlt wird.

3. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 2 für Schaufelblattoberflächen von Hochdruckturbinenschaufeln.

Fig 1

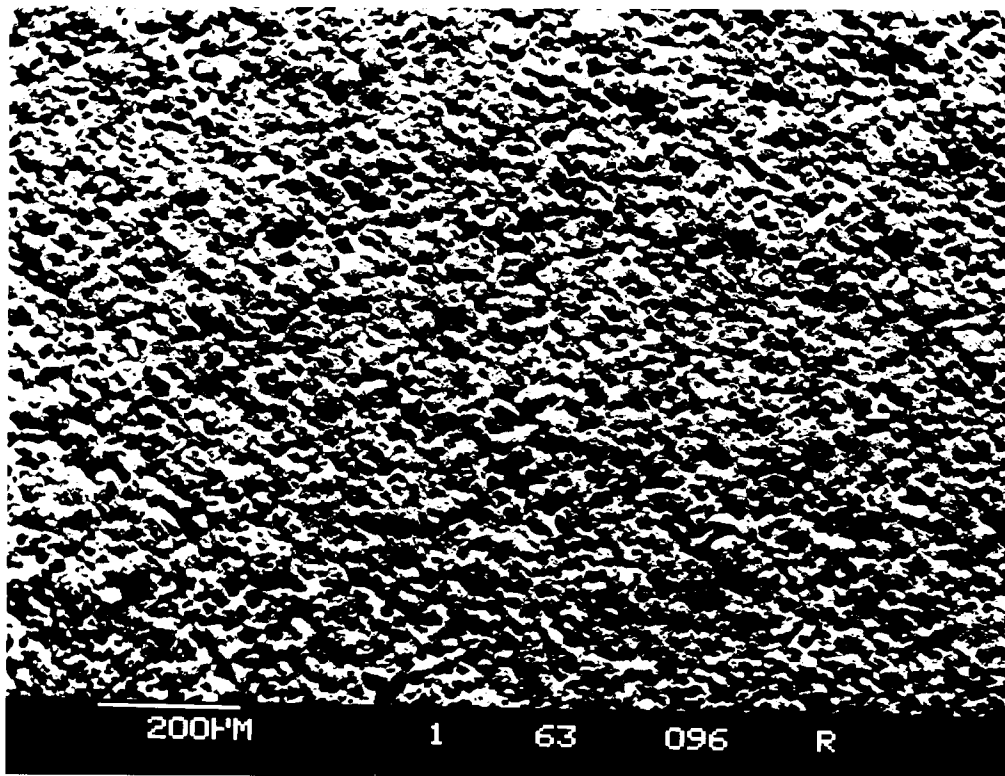


Fig 2

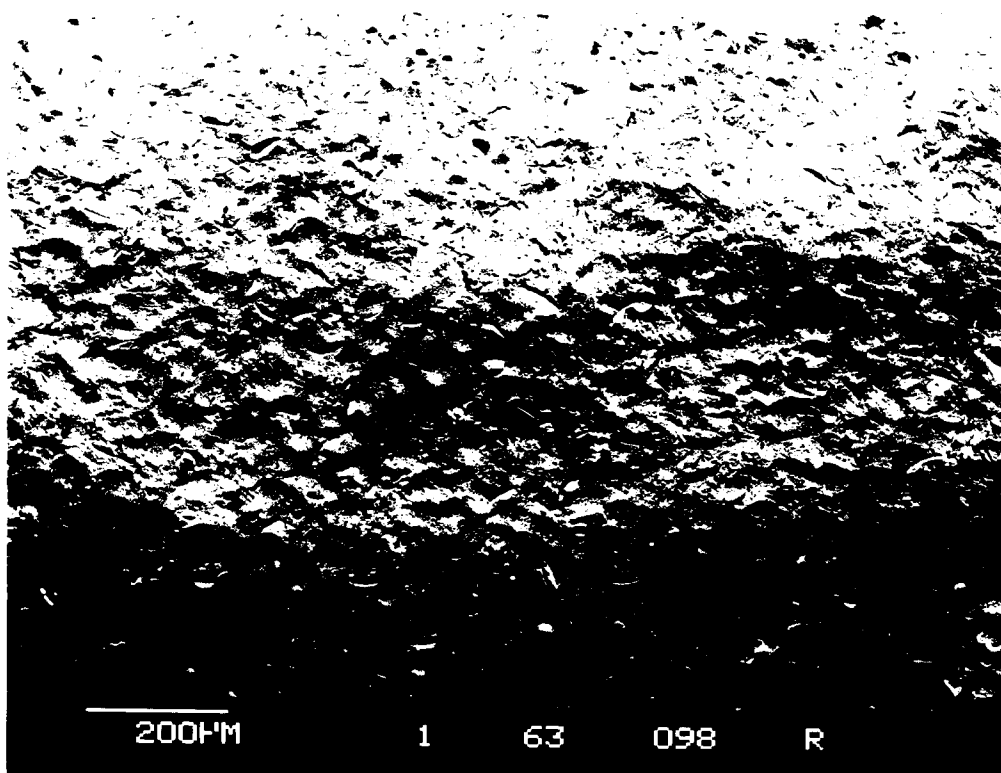


Fig 3

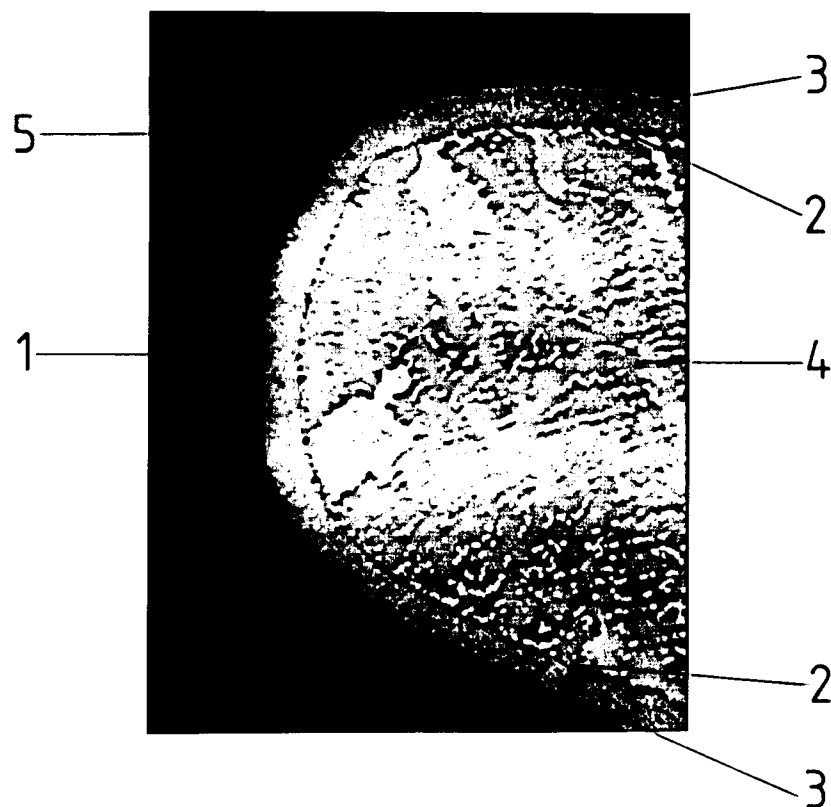


Fig 4

