

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89123003.9

51 Int. Cl.⁵: **C23C 28/04, C23C 4/02**

22 Anmeldetag: 13.12.89

30 Priorität: 24.12.88 DE 3843834

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.07.90 Patentblatt 90/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **Asea Brown Boveri**
Aktiengesellschaft
Kallstadter Strasse 1
D-6800 Mannheim 31(DE)

72 Erfinder: **Singheiser, Lorenz, Dr.**
Schwarzwaldstrasse 66/1
D-6900 Heidelberg(DE)
Erfinder: **Schneider, Klaus, Dr.**
Mühlgewannweg 6
D-6802 Ladenburg(DE)
Erfinder: **Grünling, Hermann, Dr.**
Lettengasse 31
D-6945 Hirschberg(DE)

74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft
Zentralbereich Patente Postfach 100351
D-6800 Mannheim 1(DE)

54 **Hochtemperatur-Schutzschicht.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochtemperatur-Schutzschicht (1) die auf Bauelemente (4) aus einem austenitischen Werkstoff aufgetragen wird. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochtemperatur-Schutzschicht (1) zu schaffen, die eine gute Verträglichkeit mit dem Werkstoff der Bauelemente (4) aufweist. Erfindungsgemäß wird zwischen jedem Bauelement (4) und einer Deckschicht (3) die durch NiCoCrAlY gebildet wird, eine Zwischenschicht (2) angeordnet, deren Zusammensetzung dem Gleichgewichtszustand entspricht, der sich nach langer Diffusionszeit zwischen der Deckschicht (3) und dem Werkstoff des Bauelements (4) einstellt.

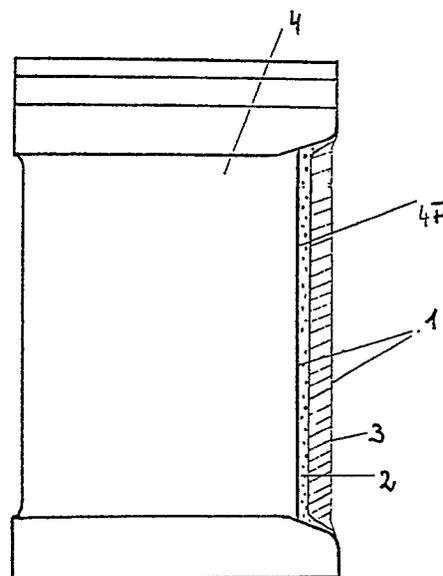


Fig. 1

EP 0 376 061 A2

Hochtemperatur-Schutzschicht

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochtemperatur-Schutzschicht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Solche Hochtemperatur-Schutzschichten kommen vor allem dort zur Anwendung, wo der Grundwerkstoff von Bauelementen aus warmfesten Stählen und/oder Legierungen zu schützen ist, die bei Temperaturen über 600 °C zum Einsatz kommen. Durch solche Hochtemperatur-Schutzschichten soll die Wirkung von Hochtemperatur-Korrosionen, vor allem von Schwefel, Ölaschen, Sauerstoff, Erdalkalien und Vanadium verlangsamt bzw. vollständig unterbunden werden.

Bei Bauelementen von Gasturbinen sind Hochtemperatur-Schutzschichten von besonderer Bedeutung. Sie werden vor allem auf Lauf- und Leitschaufeln, sowie auf Wärmestausegmente von Gasturbinen aufgetragen.

Für die Fertigung dieser Bauelemente wird vorzugsweise ein austenitisches Material auf der Basis von Nickel, Kobalt oder Eisen verwendet. Bei der Herstellung von Gasturbinenbauteilen kommen vor allem Nickel-Superlegierungen als Grundmaterial zur Anwendung.

Bauelemente die für Gasturbinen bestimmt sind, werden bspw. mit Schutzschichten überzogen, die als wesentliche Bestandteile Nickel, Kobalt, Chrom, Aluminium und Yttrium enthalten. Der Aluminiumanteil dieser Schutzschichten ist relativ hoch. Hierdurch kommt es unter Betriebsbedingungen, insbesondere wenn die damit beschichteten Bauelemente einer Temperatur von mehr als 900 °C ausgesetzt sind, auf der Oberfläche der Schutzschicht zur selbsttätigen Ausbildung eines aluminiumoxidhaltigen Überzuges, der zur Korrosionsbeständigkeit der eigentlichen Schutzschicht beiträgt. Als Nachteil dieser Schutzschichten ist hervorzuheben, daß sie nicht genügend an den Grundwerkstoff der zu schützenden Bauelemente angepaßt sind. Bei hohen Temperaturen treten Verträglichkeitsprobleme zwischen den Schutzschichten und dem Grundwerkstoff der Bauelemente auf. Diese wirkt sich dahingehend aus, daß sich zwischen der Schutzschicht und dem Grundwerkstoff Poren ausbilden, die durch Abdiffusion wesentlicher Legierungsbestandteile der Schutzschicht oder des Grundwerkstoffs der Bauelemente hervorgerufen werden. Dieser Effekt wird als Kirkendall-Porosität bezeichnet. Ferner treten Probleme auch dann auf, wenn die Duktilität der Schutzschicht bei Temperaturen unter 600 °C gering ist, was bei Schutzschichten mit hohem Aluminium- und Chromgehalt der Fall ist.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Hochtemperatur-Schutzschicht aufzu-

zeigen, mit welcher die Nachteile der bekannten Schutzschichten dieser Art umgangen werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird auf den Grundwerkstoff des zu beschichtenden Bauelements zunächst eine Zwischenschicht aufgetragen, die Nickel, Chrom, Aluminium, Silizium, Yttrium und Tantal enthält. Die Porenbildung läßt sich unterbinden, wenn auf das Bauelement zunächst eine Zwischenschicht mit der Zusammensetzung $Ni_{25}Cr_5Al_3Si_{0.5}Y_1Ta$ aufgetragen wird. Vorzugsweise wird die Zwischenschicht in einer Dicke zwischen 50 und 100 µm aufgetragen. Auf diese Zwischenschicht wird unmittelbar die Deckschicht aufgebracht, die als wesentliche Bestandteile Nickel, Kobalt, Chrom, Aluminium und Yttrium enthält. Bevorzugt wird eine Deckschicht mit der Zusammensetzung $Ni_{20.5}Cr_{11.5}Al_{2.5}Si_{0.5}Y_1Ta_{12}Co$ aufgetragen. Anstelle dieser Deckschicht kann auch eine solche mit der Zusammensetzung $Ni_{23}Cr_{9.5}Al_{2.5}Si_{0.5}Y_1Ta_{10}Co$ aufgetragen werden. Das Auftragen der Zwischenschicht und der Deckschicht erfolgt mittels Niederdruckplasmaspritzen. Die Deckschicht wird vorzugsweise mit einer Dicke zwischen 200 und 300 µm aufgetragen. Nach dem Auftragen der Deckschicht schließt sich noch eine Wärmebehandlung des Bauelements an. Nach Beendigung derselben ist die Hochtemperatur-Schutzschicht fertiggestellt.

Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit die Deckschicht nur partiell aufzubringen, und zwar an den Stellen der Bauelemente, die thermisch sehr stark beansprucht werden. Erfindungsgemäß wird die Deckschicht dann an diesen Stellen in die Zwischenschicht eingebettet. In den Bereichen, die thermisch stark beansprucht werden, wird die Zwischenschicht nur zwischen 50 und 100 µm dick ausgebildet, während sie in den übrigen Bereichen bis zu 300 µm dick aufgetragen wird. Auf die dünner aufgetragene Zwischenschicht in den thermisch stark belasteten Bereichen wird dann die Deckschicht mit einer Dicke zwischen 200 und 300 µm aufgetragen, und zwar so, daß ihre Oberfläche bündig mit der Zwischenschicht in den Randbereichen abschließt.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale werden in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1: Ein mit der erfindungsgemäßen Hochtemperatur-Schutzschicht versehenes Bauelement,

Figur 2: ein weiteres beschichtetes Bauele-

ment.

Figur 1 zeigt einen Vertikalschnitt durch die erfindungsgemäße Hochtemperatur-Schutzschicht 1. Diese wird durch eine Zwischenschicht 2 und eine Deckschicht 3 gebildet. Die Hochtemperatur-Schutzschicht 1 ist auf die thermisch stark beanspruchte Fläche einer Gasturbinenschaufel 4 aufgetragen, die in Figur 1 bereichsweise dargestellt ist. Die Gasturbinenschaufel 4 ist aus einem austenitischen Werkstoff, vorzugsweise einer Superlegierung auf der Basis von Nickel gefertigt. Auf ihre thermisch stark belastete Fläche 4F ist zunächst die Zwischenschicht 2, deren Zusammensetzung dem Gleichgewichtszustand entspricht, der sich nach längerer Diffusionszeit zwischen der Deckschicht 3 und dem Werkstoff der Gasturbinenschaufel 4 einstellt, mittels Niederdruckplasmaspritzen aufgetragen. Die Zwischenschicht 2 besteht aus Nickel, Chrom, Aluminium, Silizium, Yttrium und Tantal. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist sie die Zusammensetzung $Ni_{25}Cr_{5}Al_{3}Si_{0.5}Y_{1}Ta$ auf. Nach dem Aufbringen der Zwischenschicht 2 wird die Deckschicht 3 ebenfalls mit Niederdruckplasmaspritzen aufgetragen. Die Deckschicht weist vorzugsweise eine Dicke zwischen 200 und 300 μm auf. Ihre wesentlichen Bestandteile sind Nickel, Kobalt, Chrom, Aluminium, und Yttrium. Bei der hier dargestellten Ausführungsform weist die Deckschicht 3 eine Zusammensetzung in Form von $Ni_{20.5}Cr_{11.5}Al_{2.5}Si_{0.5}Y_{1}Ta_{12}Co$. Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit die Deckschicht auch mit einer Zusammensetzung in Form von $Ni_{23}Cr_{9.5}Al_{12.5}Si_{0.5}Y_{1}Ta_{10}Co$ aufzutragen. Auch eine Deckschicht mit dieser Zusammensetzung wird mit einer Dicke von 200 bis 300 μm aufgetragen. An das Auftragen der Deckschicht schließt sich eine zweistündige Wärmebehandlung der Hochtemperatur-Schutzschicht 1 im Vakuum bei 1120 °C an. Nach Beendigung der Wärmebehandlung ist die Hochtemperatur-Schutzschicht 1 fertiggestellt.

Figur 2 zeigt eine weitere Möglichkeit zur Beschichtung der Gasturbinenschaufel 4. Solche Gasturbinenschaufeln werden im Fuß- und Deckbandbereich weniger thermisch belastet. Mechanische Belastungen sind dagegen in diesen Bereichen sehr hoch. Die Deckschicht 3 wird deshalb erfindungsgemäß nur partiell aufgetragen. Auf die Fläche 4F der Gasturbinenschaufel 4 ist in Figur 2 zunächst die Zwischenschicht 2 aufgetragen. Wie anhand von Figur 2 zu sehen ist, ist die Zwischenschicht 2 in dem thermisch stark belasteten Bereich 5 mit einer Dicke von 50 bis 100 μm aufgetragen, während sie in dem thermisch weniger belasteten Bereich 6 mit einer Dicke von 200 bis 300 μm aufgetragen ist. Die Zwischenschicht 2 weist die gleiche Zusammensetzung auf wie die in Figur

1 dargestellte und in der zugehörigen Beschreibung erläuterte Zwischenschicht 2. In dem thermisch stark belasteten Bereich 5 ist auf die Zwischenschicht 2 die Deckschicht 3 mit einer Dicke zwischen 200 und 300 μm aufgetragen. Die Dicke der Deckschicht 3 ist so gewählt, daß die Oberfläche 3F der Deckschicht 3 in einer Ebene mit der Oberfläche 2F der Zwischenschicht 2 liegt, und ein bündiger Übergang zwischen den zwei Schichten 2 und 3 sichergestellt ist. Die Deckschicht 3 kann die gleichen Zusammensetzungen aufweisen, wie die in Figur 1 dargestellte Deckschicht 3, die in der zugehörigen Beschreibung erläutert ist. Zur Fertigstellung der in Figur 2 dargestellten Hochtemperatur-Schutzschicht 1 schließt sich an das Auftragen der beiden Schichten 2 und 3 wiederum eine Wärmebehandlung an.

20 Ansprüche

1. Hochtemperatur-Schutzschicht für Bauelemente aus einem austenitischen Werkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Oberfläche (4F) des Bauelements (4) und einer Deckschicht (3) eine Zwischenschicht (2) vorgesehen ist, deren Zusammensetzung dem Gleichgewichtszustand entspricht, der sich nach längerer Diffusionszeit zwischen der Deckschicht (3) und dem Werkstoff des Bauelements (4) einstellt.

2. Hochtemperatur-Schutzschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Oberfläche (4) des Bauelements (4) eine Zwischenschicht (2) mit der Zusammensetzung $Ni_{25}Cr_{5}Al_{3}Si_{0.5}Y_{1}Ta$ aufgetragen ist.

3. Hochtemperatur-Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (2) mit einer Dicke von 50 bis 100 μm auf die Oberfläche (4F) des Bauelements (4) aufgetragen ist.

4. Hochtemperatur-Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Zwischenschicht (2) eine Deckschicht (3) mit der Zusammensetzung $Ni_{20.5}Cr_{11.5}Al_{2.5}Si_{0.5}Y_{1}Ta_{12}Co$ aufgetragen ist.

5. Hochtemperatur-Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Zwischenschicht (2) eine Deckschicht (3) mit der Zusammensetzung $Ni_{23}Cr_{9.5}Al_{12.5}Si_{0.5}Y_{1}Ta_{10}Co$ aufgetragen ist.

6. Hochtemperatur-Schutzschicht nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (3) mit einer Dicke zwischen 200 und 300 μm auf die Zwischenschicht (2) aufgetragen ist.

7. Hochtemperatur-Schutzschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (2) auf die thermisch stark belasteten

Bereiche (5) der Oberfläche (4F) mit einer Dicke von 50 bis 100 μm und auf die thermisch weniger stark belasteten Bereiche (6) mit einer Dicke zwischen 200 und 300 μm aufgetragen ist.

8. Hochtemperatur-Schutzschicht nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (3) nur in thermisch stark belasteten Bereichen auf die Zwischenschicht (2) aufgetragen ist. 5

9. Hochtemperatur-Schutzschicht nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (3) in den thermisch stark belasteten Bereichen (5) mit einer Dicke von 200 bis 300 μm so aufgetragen ist, daß ihre Oberfläche (3F) in einer Ebene mit der Oberfläche (2F) der Zwischenschicht (2) liegt, die in den thermisch weniger belasteten Bereichen (6) mit einer Dicke von 200 bis 300 μm aufgetragen ist. 10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

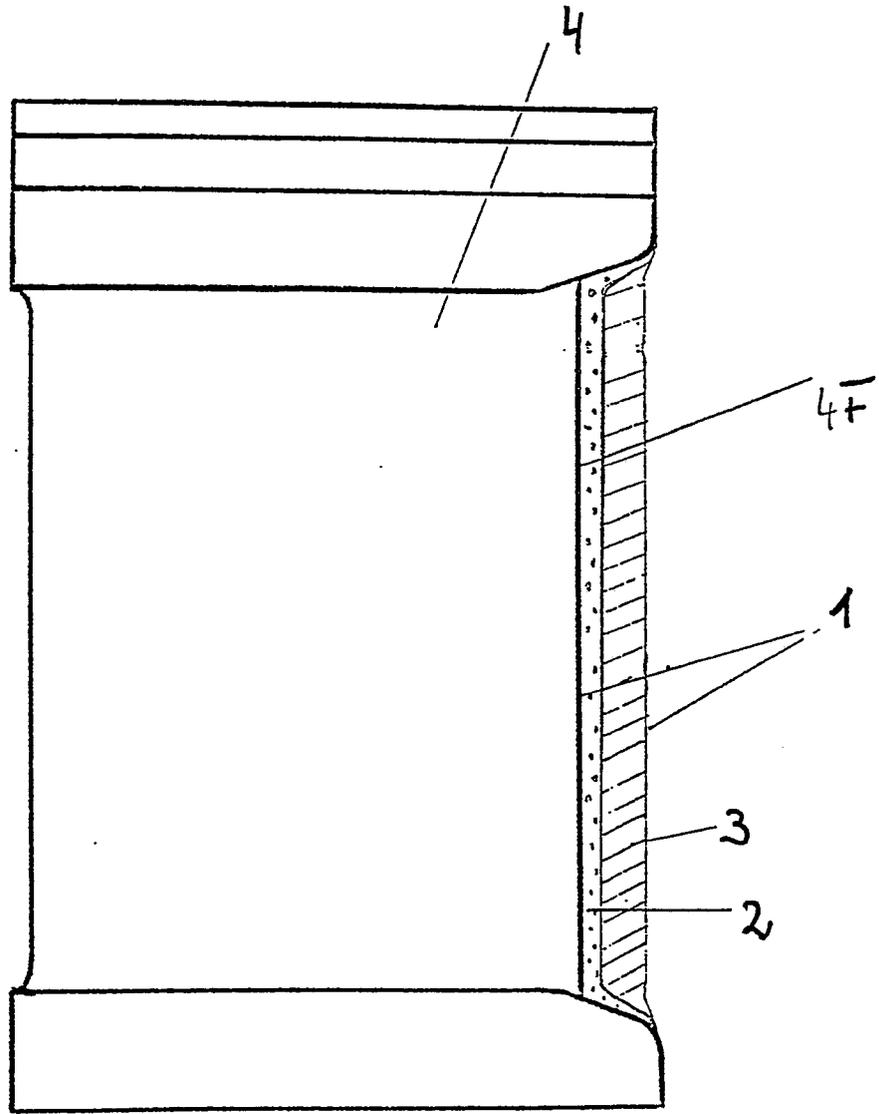


Fig. 1

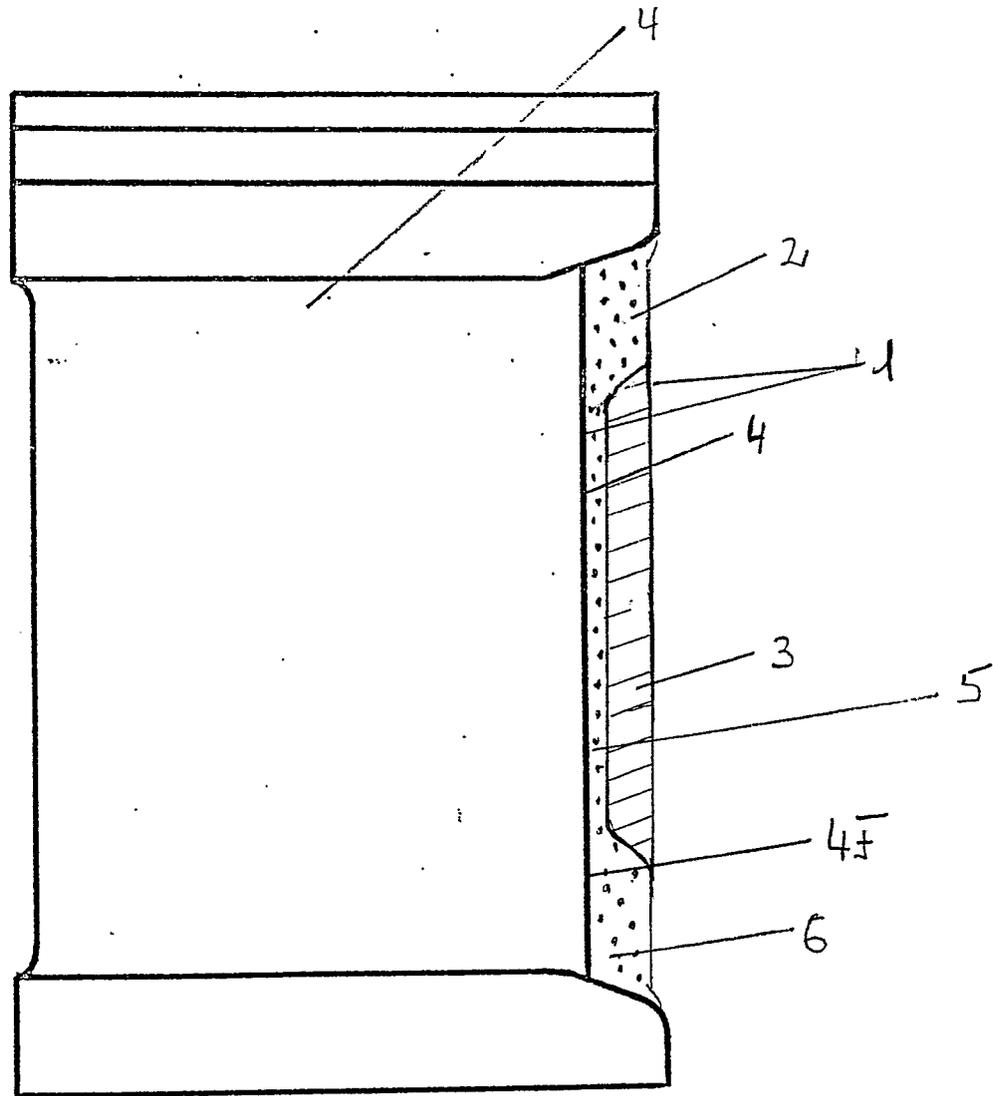


Fig. 2