

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 491 075 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90124757.7**

(51) Int. Cl.⁵: **F01D 5/28**

(22) Anmeldetag: **19.12.90**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.92 Patentblatt 92/26

(71) Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

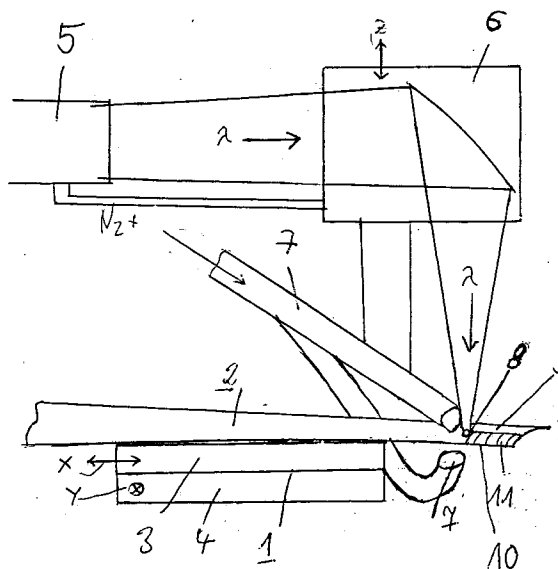
(72) Erfinder: **Gerd, Claus, Dr.**
Im Tobelacher 17
CH-5406 Baden Rütihof(CH)
Erfinder: **Maggi, Carlo**
Moostrasse 11
CH-5406 Baden Rütihof(CH)

(54) **Turbinenschaufel aus einer Titan-Basislegierung und Verfahren zu deren Herstellung.**

(57) Die vorzugsweise in der Niederdruckstufe einer Dampfturbine eingesetzte Turbinenschaufel (2) ist von einer Titan-Basislegierung gebildet. Im Bereich der Schaufelspitze weist sie einen die Schaufeleintrittskante (10) umfassenden Abschnitt auf mit einer Oberfläche aus einem gegenüber der Titan-Basislegierung erosionsbeständigeren Werkstoff.

Diese Turbinenschaufel (2) soll einfach herzustellen sein und sich auch unter erschwerten Betriebsbedingungen durch eine grosse Lebensdauer auszeichnen.

Dies wird dadurch erreicht, dass der die Schaufeleintrittskante (11) umfassende Abschnitt eine durch Oberflächenbehandlung der Titan-Basislegierung mit einer Hochleistungs-Energiequelle, wie insbesondere einem Laser (5), gebildete Schutzschicht aufweist.



EP 0 491 075 A1

Technisches Gebiet

Bei der Erfindung wird von einer Turbinenschaufel aus einer Titan-Basislegierung ausgegangen, bei der zumindest der Bereich der Schaufelspitze an der Schaufeleintrittskante eine Oberfläche aus einem gegenüber der Titan-Basislegierung erosionsbeständigerem Werkstoff enthält. Derartige Schaufeln werden bevorzugt in Niederdruckstufen von Dampfturbinen verwendet, da sie trotz ihrer Grösse den dort gestellten Anforderungen an die mechanische Belastbarkeit bei Temperaturen um ca. 100°C entsprechen und die Rotorbeanspruchung nicht übermässig erhöhen. In diesem Temperaturbereich kondensiert der in die Turbine eintretende Wasserdampf, und Wassertropfen treffen mit grosser Geschwindigkeit auf die dem eintretenden Dampf ausgesetzten Flächen der Turbinenschaufeln, wie insbesondere die Schaufeleintrittskanten und die an die Schaufeleintrittskanten saugseitig anschliessenden Teile der Schaufeloberfläche. Hierbei können die Wassertropfen Erosionsschäden hervorrufen. Besonders beansprucht werden dabei die im Bereich der Schaufelspitzen befindlichen Schaufelabschnitte, da dort die Umfangsgeschwindigkeit der Schaufeln am grössten ist.

Stand der Technik

Eine Turbinenschaufel der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus GB-A-1479855 oder EP-B1-0249092 bekannt. Die bekannte Turbinenschaufel weist im Bereich der Schaufelspitze einen die Schaufeleintrittskante umfassenden Schaufelabschnitt auf, welcher durch Auflöten eines Titancarbid enthaltenden Schutzkörpers mittels eines Silber- oder Kupferlotes auf eine schutzkörperfreie Turbinenschaufel aus einer Titan-Basislegierung hergestellt wurde. Solch ein Schutzkörper soll besonders gefährdete Bereiche der Turbinenschaufel vor Erosionsschäden bewahren. Herstellen und Aufbringen des Schutzkörpers auf die schutzkörperfreie Turbinenschaufel sind vergleichsweise aufwendig. Zudem sind hierbei Schwierigkeiten bei der Haftung des Schutzkörpers auf der Titan-Basislegierung der schutzkörperfreien Turbinenschaufel nicht auszuschliessen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen 1 und 5 definiert ist, liegt die Aufgabe zugrunde, eine Turbinenschaufel der eingangs genannten Art zu schaffen, welche einfach herzustellen ist und sich auch unter erschwerten Betriebsbedingungen durch eine grosse Lebensdauer auszeichnet sowie ein Verfahren anzugeben, mit dem eine solche Schaufel in preisgünstiger und in für Massenferti-

gung geeigneter Weise hergestellt werden kann.

Bei der erfindungsgemässen Turbinenschaufel wird in einem einzigen Verfahrensschritt, nämlich einer Oberflächenbehandlung der ungeschützten Titan-Basislegierung mittels einer Hochleistungs-Energiequelle, eine Härtung des behandelten Schaufelabschnitts an der Oberfläche und damit ein wirksamer Schutz gegen Tropfen-Erosion erreicht. Dieser Erosionsschutz ist besonders sicher, da durch die Oberflächenbehandlung infolge von Diffusionsvorgängen einerseits eine fest mit der Titan-Basislegierung verbundene Schutzschicht gebildet wird. Andererseits zeichnet sich diese Schutzschicht bei geeigneter Schichtdicke auch durch geringe, der Titan-Basislegierung vergleichbare Rissbeständigkeit aus.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt die einzige Figur in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Herstellung einer Turbinenschaufel nach der Erfindung.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Die in der Figur dargestellte Vorrichtung enthält einen in einer horizontalen Ebene verschiebbaren Auflagetisch 1 mit einer auf dem Auflagetisch 1 tragenden Auflageplatte 3, welche in Richtung einer Koordinatenachse x verschiebbar ist, und mit einer die Auflageplatte 3 stützenden Unterlageplatte 4, welche längs einer Koordinatenachse y senkrecht zur x-Achse bewegbar ist. 5 bezeichnet einen Licht der Wellenlänge λ erzeugenden Laser. Das vom Laser erzeugte Licht wird in einem Behandlungskopf 6 auf die Turbinenschaufel fokussiert. Anstelle eines Lasers kann gegebenenfalls auch eine andere Hochleistungs-Energiequelle, wie etwa eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasma- oder Elektronenstrahles treten. Der Behandlungskopf 6 kann senkrecht zur Auflageplatte 3 in Richtung einer Koordinatenachse z verschoben und gleichzeitig bei Bedarf auch um die x- und um die y-Achse geschwenkt werden. Die Koordination der Bewegungen des mit der Hochleistungs-Energiequelle fest verbundenen Behandlungskopfes 6 und des Auflagetisches 1 kann über eine nicht dargestellte speicherprogrammierte Steuerungseinheit erfolgen, welche auf die Schub- und Schwenkbewegungen hervorrufoende Stellmotoren wirkt.

Am Behandlungskopf 6 sind Rohre 7 befestigt, welche ein Stickstoff-Argon-Gasgemisch, gegebenenfalls aber ein Gemisch von Stickstoff mit einem oder mehreren beliebigen Edelgasen, von einem nicht dargestellten Vorratsbehälter an einen Aufstrahlpunkt 8 der Hochleistungs-Energiequelle auf

der saugseitigen Oberfläche 9 oder der Schaufeleintrittskante 10 der Turbinenschaufel 2 führt. Das zugeführte Gas ist frei von Sauerstoff und umspült den Spuren 11 bildenden Aufstrahlpunkt 8 derart, dass umgebender Luftsauerstoff nicht Zutreten kann. Insbesondere im Bereich der Schaufeleintrittskante 10 sind die Rohre 7 so angeordnet, dass der Aufstrahlpunkt 8 von mehreren Seiten, etwa von der Saug- und von der Druckseite der Turbinenschaufel 2 mit dem Gas bespült wird. Dadurch ist sichergestellt, dass der Aufstrahlpunkt 8 auch im Bereich der Schaufeleintrittskante 10 frei von Sauerstoff bleibt. Zugleich ist durch die erhöhte Gaszufuhr eine verbesserte Kühlung des an der Schaufeleintrittskante 10 gelegenen, bestrahlten Bereichs gewährleistet.

Beim Bestrahlen wird der als Hochleistungs-Energiequelle verwendete Laser 5 gegenüber der Turbinenschaufel 2 zyklisch bewegt. Eine zyklische Bewegung kann - wie aus der Figur hervorgeht - eine längs der Koordinatenachse y erfolgende Hin- und Herbewegung sein, wobei an den Umkehrstellen jeweils ein geringfügiger Vorschub in Richtung der Koordinatenachse x erfolgt. Durch eine Schwenkbewegung des Bestrahlungskopfes 6 um die Koordinatenachse x bei gleichzeitiger Bewegung des Bestrahlungskopfes 6 längs der Koordinatenachse z kann hierbei während einer Hin- oder Herbewegung zugleich die Schaufeleintrittskante 10 auf der Saug- und auf der Druckseite bestrahlt werden. Hierbei wird der im Aufstrahlpunkt 8 gelegene Teil der Oberfläche der Titan-Basislegierung aufgeschmolzen und werden in die Schmelze Legierungselemente aus dem durch die Rohre 7 zugeführten Gas eingebracht. Bei dem in der Figur angegebenen Gasgemisch wird als Legierungselement Stickstoff eingebracht, welcher mit dem Titan der aufgeschmolzenen Basislegierung extrem hartes Titannitrid bildet. Bei geeigneter Zusammensetzung des zugeführten Gases können entsprechend aber auch Titanborid und/oder Titancarbid gebildet werden.

Die bei dieser Oberflächenbehandlung durch Umschmelzlegieren gebildete Schutzschicht weist eine vielfach grössere Erosionsbeständigkeit gegen Wassertropfeneinfall auf als die ungeschützte Oberfläche der Titan-Basislegierung. Die Schutzschicht sollte mindestens 0.1 mm dick sein, da andernfalls durch nicht auszuschliessende Ungleichmässigkeiten beim Umlegierungsvorgang noch ungeschützte Oberflächenbereiche verbleiben können. Andererseits sollte die Dicke der Schutzschicht 1 mm nicht überschreiten, da nur dann eine besonders gute Rissbeständigkeit und damit ein besonders guter Erosionsschutz gewährleistet ist. Die Ausbildung unerwünschter Risse wird bei Schichtdicken zwischen 0.4 und 1 mm mit grosser Sicherheit vermieden, wenn beim Umlegieren die

Laserparameter derart eingestellt werden, dass die gebildete Schutzschicht eine Vickershärte von höchstens 900, vorzugsweise 500 bis 700, HV aufweist.

Die beim Herstellen der Schutzschicht vom Laser 5 in der Titan-Basislegierung gebildeten Spuren 11 sollten so gelegt sein, dass sie sich um 50 bis 90%, vorzugsweise 75 bis 85%, überlappen, da dann ein besonders gutes Einlegieren der Legierungselemente, wie insbesondere des Stickstoffs bei der Bildung von Titannitrid, gewährleistet ist.

Bei der Verwendung einer Titan-Basislegierung mit 6 Gewichtsprozent Aluminium und 4 Gewichtsprozent Vanadium sind bei der Herstellung einer erosionsbeständigen Schutzschicht von ca. 0,6 bis 0,7 mm Dicke und einer Vickershärte von 500 bis 700 HV folgende Betriebsparameter des Lasers 5 typisch:

Leistung:

1-10 kW

Vorschub in Spurrichtung:

1-2 m/min

Spurüberlappung:

75-85%

Durchmesser des Aufstrahlpunktes:

ca. 2 mm

Zusammensetzung des Gases:

Volumenanteile N₂:Ar ca. 3:2

Gasmenge:

ca. 50 l/min

Im allgemeinen reicht es aus, wenn ein Schaufelabschnitt der Turbinenschaufel 2 die Schutzschicht enthält, welcher im Bereich der Schaufelspitze liegt und die Schaufeleintrittskante 11 und eine auf der Saugseite befindliche Fläche umfasst. Diese Fläche ist im allgemeinen von der Schaufeleintrittskante 11 und der Schaufelspitze begrenzt und erstreckt sich jeweils höchstens um ein Drittel der Breite bzw. der Länge der Schaufel von der Schaufeleintrittskante 11 bzw. der Schaufelspitze zur Schaufelaustrittskante bzw. zum Schaufelfuss.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (2) aus einer Titan-Basislegierung, bei der zumindest deren im Bereich der Schaufelspitze befindlicher und die Schaufeleintrittskante (10) umfassender Schaufelabschnitt eine Oberfläche aus einem gegenüber der Titan-Basislegierung erosionsbeständigeren Werkstoff enthält, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaufelabschnitt eine durch Oberflächenbehandlung der Titan-Basislegierung mit einer Hochleistungs-Energiequelle gebildete Schutzschicht aufweist.
2. Turbinenschaufel (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht

mindestens 0,1 mm und höchstens 1 mm dick ist.

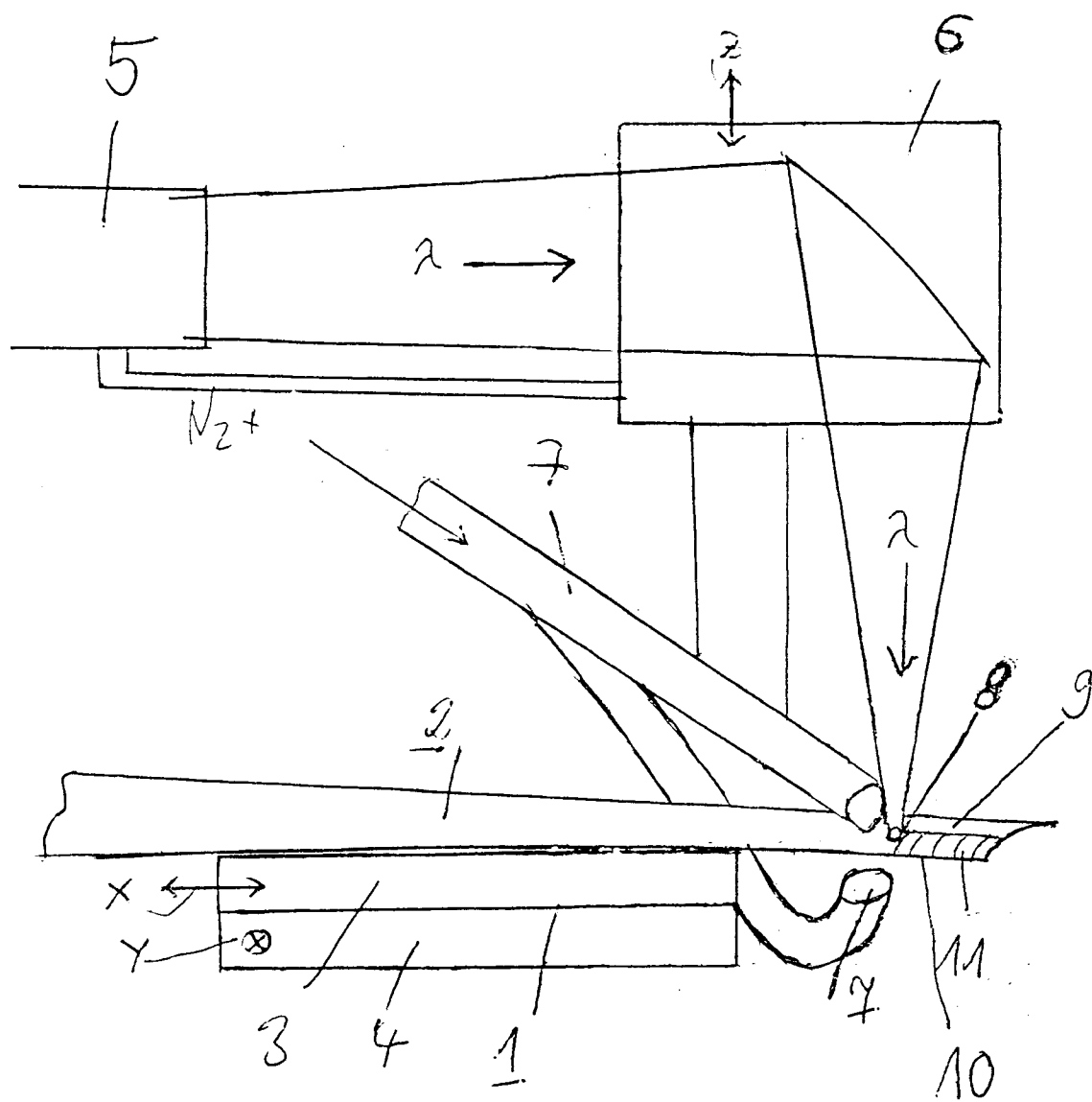
3. Turbinenschaufel (2) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 , dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht eine Vickershärte von höchstens 900, vorzugsweise 500 bis 700, HV aufweist. 5
4. Turbinenschaufel (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht Titannitrid enthält. 10
5. Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht durch Umschmelzlegieren gebildet wird. 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschmelzlegieren in einem mit der Titan-Basislegierung ein Borid, Carbid und/oder Nitrid bildenden Gas ausgeführt wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Gas ein Stickstoff-Edelgas-Gemisch verwendet wird. 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Hochleistungs-Energiequelle ein Laser (5) eingesetzt wird. 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsparameter des Lasers (5) so bestimmt werden, dass die Schutzschicht eine Dicke zwischen 0,4 und 1 mm und eine Vickershärte von höchstens 900, vorzugsweise 500 bis 700, HV aufweist 35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 12 4757

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 11, Nr. 397 (M-655)[2844], 25. Dezember 1987; & JP-A-62 165 510 (TOSHIBA CORP.) 22-07-1987 * Insgesamt * ---	1,4	F 01 D 5/28
Y	IDEM ---	5,6,8	
Y	DE-A-3 905 347 (VEB BERGMANN-BORSIG) * Insgesamt * ---	5,6,8	
A	EP-A-0 282 831 (ALSTHOM) * Insgesamt * ---	1-6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 12, no. 28 (C-471)[2875], 27th January 1988; & JP-A-62 180 026 (HITACHI LTD) 07-08-1987 * Insgesamt * ---	1,4,5,6 ,7	
A,D	GB-A-1 479 855 (STATNI VYZKUMNY USTAV MATERIALU) -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 01 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	13-08-1991	SERRANO GALARRAGA J.L.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			