



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2004 Patentblatt 2004/45

(51) Int Cl.7: **C25F 7/00, C25F 5/00**

(21) Anmeldenummer: **03010059.8**

(22) Anmeldetag: **02.05.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

- **Körtvelyssy, Daniel**
13467 Berlin (DE)
- **Reiche, Ralph**
13465 Berlin (DE)
- **Steinbach, Jan**
13353 Berlin (DE)
- **Winkler, Gabriele**
13587 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

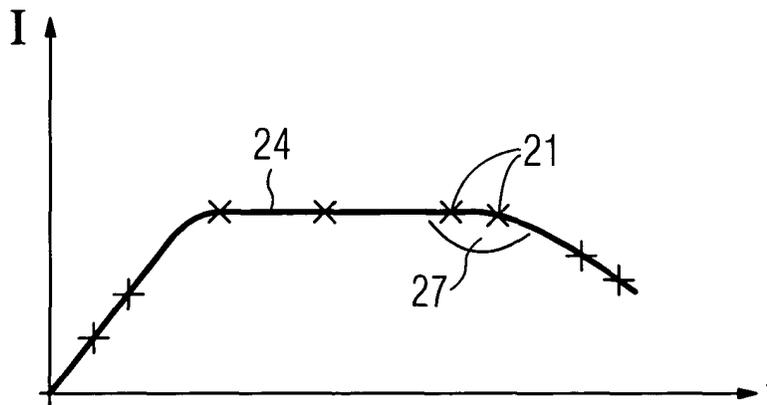
(72) Erfinder:
• **Krüger, Ursus, Dr.**
14089 Berlin (DE)

(54) **Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils**

(57) Betriebsbeanspruchte Bauteile werden oft durch eine Säurebehandlung wieder der Verwertung zugeführt. Die Zeitdauer, während dessen die Bauteile in der Säure verbleiben ist bisher standardmäßig festgelegt, so dass individuelle Beanspruchungen nicht berücksichtigt sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils schlägt vor, dass zumindest wiederholt eine Spannung an dem Bauteil angelegt wird, wodurch ein Strom (I) fließt, dessen zeitlicher Verlauf den Zustand des Entschichtungsprozesses darstellt und zur Entscheidung über die Beendigung oder Unterbrechung der Säurebehandlung genutzt wird.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Betriebsbeanspruchte Bauteile, wie z.B. Turbinenschaufeln von Gasturbinen werden einer Säurebehandlung unterzogen, so dass das Bauteil wieder verwendet werden kann.

Im Falle von Gasturbinenschaufeln werden die betriebsbeanspruchten MCrAlY-Schichten auf dem Bauteil abgelöst, indem sie in ca. 50° - 80°C warme 20%-tige Salzsäure getaucht werden. Nach einer aus Erfahrungswerten abgeleiteten Zeitdauer werden die Schaufeln aus dem Säurebad genommen, mit Wasser gespült und anschließend abrasiv gestrahlt. Die Prozessfolge Säurebad und Strahlen wird dabei mehrfach wiederholt, bis die gesamte MCrAlY-Schicht ab- bzw. aufgelöst ist. Die Wiederholung der einzelnen Prozessschritte ist in der Regel notwendig, da durch die Säure ausschließlich oberflächennahe aluminiumhaltige Phasen der MCrAlY-Schicht aufgelöst werden. Tieferliegende Bereiche der MCrAlY-Schicht können daher nicht in einem Schritt aufgelöst werden. An der Oberfläche bleibt eine poröse Schichtmatrix zurück, welche nachfolgend mittels Bestrahlen bspw. mechanisch entfernt wird.

Die Zeitdauer, in der die Schaufeln in der Säure verbleiben, spiegelt dabei nicht die tatsächliche für die individuelle Schaufel benötigte Zeit bis zum Stopp des Auflösungsprozesses wieder, sondern wird standardmäßig auf eine bestimmte Zeit festgelegt. Die Verweildauer im Säurebad wird dabei aufgrund von allgemeinen Erfahrungswerten festgelegt.

[0003] Jedoch ist jedes Bauteil individuell verschieden stark beansprucht, so dass eine feste Vorgabe zu unterschiedlichen oder nicht vollständigen Auflösungsverhalten der beanspruchten Oberfläche führt. Vielfach verbleiben die Bauteile auch ohne weiteren Fortschritt der Entschichtung bis zum Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne in dem Säurebad.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine individuelle Festlegung der minimal notwendigen Auflösungsdauer pro individueller Schaufel (Typ Beschichtungsdicke, Zustand nach Betriebsbeanspruchung, usw.) zu ermöglichen.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils gemäß Anspruch 1.

[0006] Dabei wird eine Spannung zumindest zeitweise an das Bauteil und einem weiteren Pol angelegt, währenddessen sich das Bauteil in einem Entschichtungsmittel, insbesondere in einem Säurebad befindet, wodurch ein Strom fließt. Der zeitliche Verlauf des Stroms weist charakteristische Merkmale auf, die den aktuellen Entschichtungszustand des Bauteils widerspiegeln und die Bestimmung eines Endpunktes des Entschichtungsverfahrens ermöglichen. Über den Stromfluss kann also erkannt werden, ob die Entschichtung überhaupt noch weiter voranschreitet. Somit kann

diese Information zur Entscheidung über die Bearbeitung oder Unterbrechung des Aufenthalts des Bauteils in dem Mittel herangezogen werden.

[0007] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte aufgelistet, die in vorteilhafter Weise miteinander kombiniert werden können.

[0008] Es zeigen

Figur 1 eine Vorrichtung um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen und

Figur 2 einen zeitlichen Stromverlauf, der sich bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt.

[0009] Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

[0010] Die Vorrichtung 1 besteht aus einem Behälter 3, beispielsweise metallisch, in dem ein Mittel 6, eine Säure 6 oder ein Elektrolyt 6 angeordnet ist, die zumindest teilweise zur Entschichtung eines Bauteils 9 dienen. In dem Mittel 6 oder in einer Säure 6 ist das Bauteil 9 angeordnet, dessen Oberflächenbereich aufgelöst werden soll. Dies geschieht beispielsweise durch den Säureangriff auf die bspw. betriebsbeanspruchte Oberfläche des Bauteils 9. Erfindungsgemäß ist eine Spannungs/Stromquelle 18 vorhanden, die elektrisch über Verbindungsmittel 15 mit dem Bauteil 9 verbunden ist. Ein Stromkreis kann dadurch geschlossen werden, dass die Verbindungsmittel 15 mit einem Pol, d.h. einer Elektrode 12, die in der Säure 6 angeordnet ist oder mit dem Behälter 3 verbunden werden, so dass ein Strom zwischen Bauteil 9 und dem Pol 3, 12 fließen kann, der auch gemessen werden kann.

Der Strom fließt über das Innere des Bauteils 9 durch die beanspruchte Oberfläche des Bauteils 9 und durch das Mittel 6 hin zu der Elektrode 12 oder den Behälter 3. Der Strom kann kontinuierlich oder diskontinuierlich fließen. So kann daher in regelmäßigen und unregelmäßigen Abständen ein Spannungspuls angelegt werden und der Strom gemessen werden.

[0011] Ein solcher zeitlicher Verlauf des Stroms ist in Figur 2 dargestellt. Der Strom I steigt am Anfang mit der Zeit t an und ist nach einem gewissen Zeitpunkt zunächst im wesentlichen konstant. Die Entschichtung ist noch nicht vollständig erfolgt, d.h. die Entschichtungsrate ist noch hoch.

Nach einer gewissen Zeit t sinkt der Strom I. Das Absinken (Bereich oder Punkt 27 in der Kurve I(t)) des Stroms I zeigt an, dass nur noch wenig Schichtmaterial aufgelöst wird. Der Auflösungsprozess kann daher gestoppt werden, wenn bspw. ein vorgegebener Vergleichswert für die Stromstärke erreicht ist.

[0012] Wenn die Messspannung nur für sehr kurze Zeit angelegt wird, wird der Auflösungsprozess nicht durch den Elektrolyseprozess, sondern allein durch den Säureangriff dominiert.

Wenn bspw. eine konstante Spannung dauerhaft ange-

legt wird, ergibt sich aber ebenfalls eine zeitliche Veränderung des Stromes (Fig. 2), der ermittelt und zur Bestimmung des Endpunktes des Entschichtungsprozesses benutzt werden kann.

[0013] Der zeitliche Verlauf des Stroms $I(t)$ 24 kann auch aus einzelnen Messpunkten 21 ermittelt werden, die in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen bestimmt werden.

[0014] In einem Behälter 3 können auch mehrere Bauteile 9 zur Entschichtung angeordnet werden, wobei für jedes Bauteil individuell eine Stromkurve $I(t)$ ermittelt wird, so dass die Bauteile ggf. unterschiedlich lang in dem einem Behälter 3 sind.

Ein weiteres Bauteil 9 kann auch als Pol 12 dienen.

[0015] Das Verfahren kann auch in Teilschritten durchgeführt werden. Dabei wird jeweils in einem Verfahrenszwischenschritt eine abrasive Entschichtung durchgeführt, die Rückstände von Säureprodukten entfernt und/oder zur Beschleunigung der Entschichtung führt, da sich nach einem gewissen zeitlichen Aufenthalt des Bauteils 9 in dem Mittel 6 bspw. eine spröde Schicht gebildet hat, die sich abrasiv besser entfernen lässt. Ebenso kann eine Wässerung des Bauteils 9 in einem Verfahrenszwischenschritt durchgeführt werden. Danach wird das Bauteil 9 erneut in dem Mittel (6) angeordnet wird.

Die Verfahrensschritte Behandlung des Bauteils 9 im Mittel 6, abrasive Bestrahlung können beliebig wiederholt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils (9), bei dem das Bauteil (9) in einem Mittel (6) angeordnet ist, das die Oberfläche des Bauteils (9) zumindest teilweise angreift, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zeitweise eine Spannung an das Bauteil (9) und einen weiteren Pol (3, 12) angelegt wird, so dass ein Strom (I) zumindest durch das Mittel (6) fließt, dessen zeitlicher Verlauf $I(t)$ den Zustand des Entschichtungsprozesses darstellt und zur Entscheidung über die Beendigung oder Unterbrechung des Aufenthalts des Bauteils (9) in dem Mittel (6) herangezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Pol eine Elektrode (12) in dem Mittel (6) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mittel (6) eine Säure verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strom (I) am Anfang des Entschichtungsprozesses mit der Zeit (t) ansteigt und dann relativ konstant bleibt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Absinken des Stroms ($I(t)$) im zeitlichen Verlauf, insbesondere auf einen vorgegebenen Vergleichswert, einen Endpunkt des Entschichtungsprozesses markiert.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in Teilschritten durchgeführt wird, wobei jeweils in einem Verfahrenszwischenschritt eine abrasive Entschichtung stattfindet und das Bauteil (9) danach erneut in dem Mittel (6) angeordnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Verfahrenszwischenschritt das Bauteil (9) gespült wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannung nur zeitweise angelegt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannung gepulst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Behälter (3) für das Mittel (6) verwendet wird, und dass mehrere Bauteile (9) in einem Behälter (3) vorhanden sind, für die (9) jeweils ein individueller zeitlicher Verlauf $I(t)$ ermittelt wird.

FIG 1

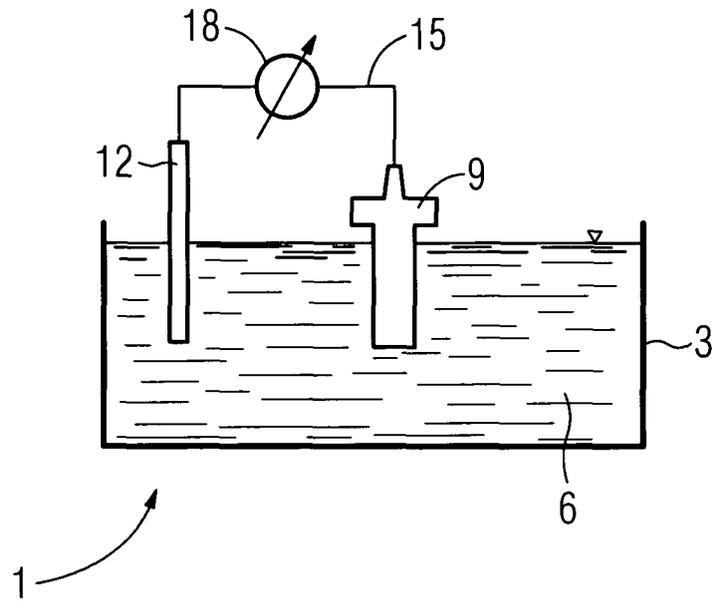
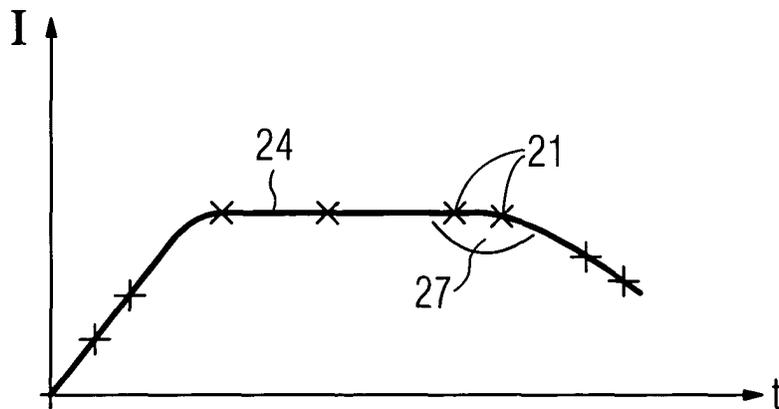


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 0059

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 539 087 A (MAGYAR FERENC ET AL) 3. September 1985 (1985-09-03) * Ansprüche 1,6; Abbildungen 1,2 * ---	1-10	C25F7/00 C25F5/00
X	US 2003/062271 A1 (FERRIGNO STEPHEN JOSEPH ET AL) 3. April 2003 (2003-04-03) * Seite 8, Absatz 104 - Absatz 105; Anspruch 1; Abbildung 5 * ---	1-10	
A	EP 1 094 134 A (GEN ELECTRIC) 25. April 2001 (2001-04-25) * Seite 5, Zeile 26 - Zeile 38; Ansprüche 1,6 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C25F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2003	Prüfer Teppo, K-M
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 anderen 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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503_03_82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 01 0059

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4539087	A	03-09-1985	HU 186150 B	28-06-1985
			AT 381329 B	25-09-1986
			AT 376783 A	15-02-1986
			CH 657385 A5	29-08-1986
			CS 251080 B2	11-06-1987
			DD 218399 A5	06-02-1985
			DE 3338175 A1	03-05-1984
			DK 495983 A	30-04-1984
			FI 833892 A	30-04-1984
			FR 2535349 A1	04-05-1984
			GB 2129443 A ,B	16-05-1984
			IT 1169647 B	03-06-1987
			JP 59166700 A	20-09-1984
			NL 8303736 A	16-05-1984
			NO 833930 A	30-04-1984
			SE 8305928 A	30-04-1984
YU 215883 A1	30-04-1986			

US 2003062271	A1	03-04-2003	KEINE	

EP 1094134	A	25-04-2001	US 6352636 B1	05-03-2002
			BR 0004898 A	29-05-2001
			CZ 20003794 A3	15-08-2001
			EP 1094134 A1	25-04-2001
			JP 2001172799 A	26-06-2001
			SG 87182 A1	19-03-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82