



(10) **DE 10 2008 032 919 B4** 2018.11.29

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 032 919.3**  
(22) Anmeldetag: **12.07.2008**  
(43) Offenlegungstag: **14.01.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.11.2018**

(51) Int Cl.: **C21D 7/06 (2006.01)**  
**C21D 7/04 (2006.01)**  
**B23P 9/02 (2006.01)**  
**B23P 9/04 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**MTU Aero Engines AG, 80995 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Bayer, Erwin, Dr., 85221 Dachau, DE; Gerloff,  
Steffen, Dr., 85757 Karlsfeld, DE; Horn, Michael,  
88299 Leutkirch, DE; Lebküchner, Götz, 82110  
Germering, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>29 20 889</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>102 43 415</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2006 058 710</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils, wobei eine zu verfestigende Oberfläche mit einem Walzwerkzeug festgewalzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das zylinderförmige Walzwerkzeug beim Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche derart schwingt, dass dem Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche ein Festhämmern derselben überlagert wird.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils, insbesondere eines Gasturbinenbauteils, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Gasturbinenbauteile, wie zum Beispiel Bauteile von Flugtriebwerken, unterliegen im Betrieb hohen Belastungen, die zu einem Verschleiß und einem Versagen der Bauteile führen können. Da zum Beispiel Flugtriebwerke höchsten Anforderungen im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Gewicht, Leistung, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer genügen müssen, müssen alle Optimierungspotentiale ausgenutzt werden. Hierzu gehört auch eine optimierte Ausnutzung der Potentiale von Werkstoffen, aus welchen die Bauteile hergestellt sind. Dabei kommt insbesondere den Oberflächen der Bauteile eine besondere Bedeutung zu, da die Oberflächen bzw. Randschichten im Betrieb einer maximalen Beanspruchung ausgesetzt sind. So bilden die Oberflächen bzw. Randschichten meist den Ausgangsort beim Versagen eines Bauteils. Zur optimierten Ausnutzung der Werkstoffpotentiale und zur Erhöhung der Lebensdauer von Bauteilen ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, die Bauteile an ihren Oberflächen bzw. Randschichten zu verfestigen. Durch eine Oberflächenverfestigung der Bauteile kann demnach die Lebensdauer der Bauteile verlängert werden.

**[0003]** Zur Oberflächenverfestigung von Gasturbinenbauteilen findet nach der Praxis typischerweise das Kugelstrahlen Verwendung. Beim Kugelstrahlen werden Kugeln z. B. mit Hilfe eines Schleuderrads oder mit Hilfe einer Sonotrode beschleunigt und auf eine zu verfestigende Oberfläche eines Bauteils gerichtet, wobei die Kugeln im Sinne einer statistischen Verteilung auf die zu verfestigende Oberfläche des Bauteils treffen und so eine Verfestigung des Bauteils an der zu verfestigenden Oberfläche bewirken. Wie bereits ausgeführt, handelt es sich beim Kugelstrahlen um ein statistisches Verfahren, bei welchem durch den Einschlag der Kugeln auf der zu verfestigenden Oberfläche eine symmetrisch zum Einschlagtrichter ausgebildete Verfestigung bewirkt werden kann.

**[0004]** Als weiteres Verfestigungsverfahren ist aus der Praxis auch das Festwalzen bekannt, wobei beim Festwalzen eine zu verfestigende Oberfläche eines Bauteils mit Hilfe eines Walzwerkzeugs festgewalzt wird. Das Festwalzen bewirkt eine kontinuierliche Verdrängung von Werkstoff im Bereich der zu verfestigenden Oberfläche, weshalb das Festwalzen durch eine Vorzugsstruktur bzw. Vorzugsrichtung gekennzeichnet ist.

**[0005]** Eine derartige Vorzugsstruktur bzw. Vorzugsrichtung ist jedoch beim Oberflächenverfestigen von Gasturbinenbauteilen nicht erwünscht.

**[0006]** Aus der DE 29 20 889 C2 ist ein Verfahren zum Oberflächenverfestigen von Bauteilen bekannt, wobei es sich um ein Kaltwalzverfahren mit pulsierender Walzkraft handelt.

**[0007]** Aus der DE 102 43 415 A1 ist ein Verfahren zur Erzeugung von Druckeigenspannungen in der Oberfläche von Werkstücken bekannt, bei dem mittels Beaufschlagen der Oberfläche des Werkstücks mittels eines Kontaktschuhs diese plastisch verformt wird.

**[0008]** Aus der DE 10 2006 058 710 A1 ist eine Werkzeugmaschine und eine Bearbeitungsvorrichtung zum Verfestigen von Radienübergängen an Kurbelwellen für Brennkraftmaschinen oder ähnlichen Werkstücken bekannt.

**[0009]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils zu schaffen.

**[0010]** Dieses Problem wird durch ein Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß schwingt das Walzwerkzeug beim Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche derart, dass dem Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche des Bauteils ein Festhämmern derselben überlagert wird.

**[0011]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Oberflächenverfestigen von Bauteilen wird dem Festwalzen ein Festhämmern überlagert. Hierdurch kann dem Festwalzen, welches eine Vorzugsrichtung aufweist, ein dem Kugelstrahlen vergleichbarer Wirkmechanismus überlagert werden, so dass letztendlich die durch Festwalzen und durch dem Festwalzen überlagertes Festhämmern verfestigte Oberfläche keine definierte Vorzugsstruktur mehr aufweist. Durch geschickte Parameterwahl kann die zu verfestigende Oberfläche sehr glatt oder mikrostrukturiert ausgebildet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich auch zum Oberflächenverfestigen von Gasturbinenbauteilen.

**[0012]** Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, nachfolgend näher erläutert.

**[0013]** Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oberflächenverfestigen von Bauteilen, vorzugsweise von Gasturbinenbauteilen. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird eine zu verfesti-

gende Oberfläche eines Bauteils mit Hilfe eines zylinderförmigen Walzwerkzeugs einem Festwalzen unterzogen, wobei dem Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche ein Festhämmern überlagert wird, nämlich dadurch, dass beim Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche das Walzwerkzeug schwingt.

**[0014]** Das Walzwerkzeug schwingt dabei in Richtung seiner Hauptkraftrichtung beim Festwalzen, vorzugsweise in einer Richtung, die in etwa senkrecht zu der zu verfestigenden Oberfläche verläuft.

**[0015]** Eine Schwingungsfrequenz und eine Schwingungsamplitude des Walzwerkzeugs und damit des dem Festwalzen überlagerten Festhämmerns wird vorzugsweise von einem NC-Programm derart vorgegeben, dass die zu verfestigende Oberfläche des Bauteils an definierten Oberflächenbereichen zusätzlich zum Festwalzen durch Festhämmern verfestigt wird. Neben der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude sind auch die Kräfte wesentliche Parameter, mit welcher das Walzwerkzeug dem Festwalzen das Festhämmern überlagert und mit welcher das Walzwerkzeug beim Festwalzen gegen die Oberfläche des Bauteils drückt. Durch entsprechende Parameterwahl kann die zu verfestigende Oberfläche sehr glatt oder auch mikrostrukturiert verfestigt werden. Das Walzwerkzeug wird vorzugsweise mit einer Ultraschallfrequenz zum Festhämmern schwingend bewegt.

**[0016]** Als Walzwerkzeug wird ein zylinderförmiges Walzwerkzeug verwendet. Ein zylinderförmiges Walzwerkzeug findet vorzugsweise beim Oberflächenverfestigen von großflächigen Oberflächenbereichen des zu verfestigenden Bauteils Verwendung, wobei, wie bereits erwähnt, im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens das zylinderförmige Walzwerkzeug schwingend bewegt wird, um dem Festwalzen das Festhämmern zu überlagern.

**[0017]** Es liegt demnach im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, Festwalzen zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils zu verwenden, dem Festwalzen jedoch ein Festhämmern zu überlagern. Hierdurch wird das Walzwerkzeug, welches vorzugsweise als kugelförmiges Walzwerkzeug ausgeführt ist, in Schwingung versetzt, nämlich vorzugsweise in einer in etwa senkrecht zur zu verfestigenden Oberfläche und senkrecht zu einer Vorschubrichtung des Walzwerkzeugs beim Festwalzen verlaufenden Richtung.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Oberflächenverfestigen eines Bauteils, wobei eine zu verfestigende Oberfläche mit einem Walzwerkzeug festgewalzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zylinderförmige Walzwerkzeug beim Festwalzen der zu verfestigenden Oberfläche derart schwingt, dass dem Festwalzen der zu

verfestigenden Oberfläche ein Festhämmern derselben überlagert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Walzwerkzeug in Richtung seiner Hauptkraftrichtung schwingt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Walzwerkzeug in einer Richtung schwingt, die in etwa senkrecht zur zu verfestigenden Oberfläche verläuft.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Walzwerkzeug in einer Richtung schwingt, die in etwa senkrecht zu einer Vorschubrichtung des Walzwerkzeugs beim Festwalzen verläuft.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Walzwerkzeug mit einer Ultraschallfrequenz schwingt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Schwingungsfrequenz und Schwingungsamplitude des dem Festwalzen überlagerten Festhämmerns derart vorgegeben wird, dass die zu verfestigende Oberfläche an definierten Oberflächenbereichen zusätzlich durch Festhämmern verfestigt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kraft für das Festwalzen und für das dem Festwalzen überlagerte Festhämmern vorgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zylinderförmige Walzwerkzeug beim Oberflächenverfestigen von großflächigen Oberflächenbereichen des zu verfestigenden Bauteils verwendet wird.

Es folgen keine Zeichnungen