



ein Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche (10) eines Turbinenbauteils (115, 117) beschrieben, welches die folgenden Schritte umfasst: von einem beschädigten Bereich der Oberfläche (14) des Turbinenbauteils wird Material abgetragen, ein vorgefertigtes Ersatzelement (11) wird zum Aufbringen auf den beschädigten Bereich der Oberfläche (14) bereitgestellt, ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch (12) wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen auf mindestens eine Fügeoberfläche (14, 15) aufgebracht, das Ersatzelement (11) wird auf den beschädigten Bereich der Oberfläche (14) aufgelegt, und das Ersatzelement (11) und der beschädigte Bereich (14) der Oberfläche werden durch Löten miteinander verbunden.

Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche eines Turbinenbauteils

5 Gegenstand der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche eines Turbinenbauteils, insbesondere einer Turbinenschaufel, beispielsweise einer Leitschaufel
10 oder einer Laufschaufel einer Gasturbine.

Hintergrund der Erfindung

Zahlreiche Bauteile von Gasturbinen oder Dampfturbinen sind
15 während des Betriebes der Turbine erheblichen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungen ausgesetzt. Daher sind Verfahren zur Reparatur und Wiederaufarbeitung von Turbinenbauteilen von großem ökonomischem Interesse.

20 Zur Reparatur von geschädigten Turbinenkomponenten, zum Beispiel Oxidationsschädigungen an Plattformseitenflächen, kann eine strukturelle Reparatur durchgeführt werden, bei der die geschädigten Bereiche aus der Turbinenschaufel herausgetrennt werden und durch vorgefertigte Inserts aus dem gleichen Material ersetzt werden. Diese Inserts, auch als „Coupons“ bezeichnet, können mittels einer konventionellen Lötfolie in
25 den ausgeschnittenen Bereich eingefügt werden. Dabei wird zum Beispiel durch Hochtemperaturlöten ein dem beschädigten Material artgleicher vorgefertigter Coupon mittels einer dünnen
30 Lötfolie auf einen Grundwerkstoff aufgelötet.

Eine Herausforderung bei diesem Verfahren ist zurzeit die Fixierung des Coupons an der Komponente, so dass während des Lötprozesses der Coupon nicht abgleitet oder verrutscht. Bislang wurde als Fixierungsmöglichkeit lediglich ein Punktschweißen des Coupons untersucht, welches jedoch auf Coupons mit einer Dicke von ca. 1mm begrenzt ist. Weiterhin verursacht das Punktschweißen eine beträchtliche Schädigung des

Coupons, beispielsweise in Form von Kraterbildung, und der Komponente.

Weiterhin weisen die Lotfolien in der Regel eine Dicke von
5 0,05 - 0,1mm auf. Sofern der Lötspalt, der sich zwischen der
ausgemuldeten Komponente und dem Coupon ergibt, diese Dicke
überschreitet, kommt es zu einer unvollständigen Anbindung
des Coupons. Damit ist eine sehr präzise Vorbereitung der
Komponente und des Coupons erforderlich, die mit hohen Kosten
10 verbunden ist.

Beschreibung der Erfindung

15 Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein vorteilhaftes Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche eines Turbinenbauteils zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche eines Turbinenbauteils gemäß Patentanspruch 1
20 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Das erfindungsgemäße Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche eines Turbinenbauteils umfasst die folgenden Schritte:
25 Von einem beschädigten Bereich der Oberfläche des Turbinenbauteils wird Material, insbesondere beschädigtes Material, abgetragen bzw. herausgetrennt. Hierbei kann zum Beispiel eine Ausnehmung erzeugt werden. Ein vorgefertigtes Ersatzelement wird zum Aufbringen auf den beschädigten Bereich der
30 Oberfläche bereitgestellt, insbesondere zum Einbringen in den herausgetrennten Oberflächenbereich bzw. Ausschnitt oder die erzeugte Ausnehmung. Ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen (High
35 Velocity Oxygen Fuel - HVOF) auf mindestens eine Fügeoberfläche aufgebracht. Anschließend wird das Ersatzelement auf den beschädigten Bereich der Oberfläche aufgelegt und das Ersatz-

element und der beschädigte Bereich der Oberfläche des Turbinenbauteils werden durch Löten miteinander verbunden.

Vorzugsweise wird die Oberfläche des Ersatzelements vollständig auf den beschädigten Bereich der Oberfläche des Turbinenbauteils aufgelötet. Das Ersatzelement und der beschädigte Bereich der Oberfläche können zum Beispiel durch Laserlöten miteinander verbunden werden.

Bei der Fügeoberfläche, auf die ein Lot-Grundwerkstoff-Gemisch mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen aufgebracht wird, kann es sich um den beschädigten Bereich der Oberfläche des Turbinenbauteils und/oder eine Oberfläche des Ersatzelements handeln.

15

Unter einem Lot-Grundwerkstoff-Gemisch wird ein Gemisch aus einem Lotmaterial und dem Werkstoff, beispielsweise der Legierung, des beschädigten Turbinenbauteils oder des Ersatzelements verstanden. Bei dem Lotmaterial handelt es sich zum Beispiel um eine grundwerkstoffähnliche Legierung, die mit einem Schmelzpunkterniedriger angereichert ist.

20

Das Turbinenbauteil umfasst einen Grundwerkstoff oder besteht aus einem Grundwerkstoff. Bevorzugt umfasst das Ersatzelement den gleichen Grundwerkstoff oder besteht aus dem gleichen Grundwerkstoff. Zum Beispiel kann das Turbinenbauteil, insbesondere eine Turbinenschaufel, und/oder das Ersatzelement eine Nickelbasis-Superlegierung umfassen.

25

Vorteilhafterweise wird das Ersatzelement auf dem beschädigten Bereich der Oberfläche zunächst fixiert, bevor das Ersatzelement und der beschädigte Bereich der Oberfläche durch Löten miteinander verbunden werden. Bevorzugt wird das Ersatzelement auf dem beschädigten Bereich der Oberfläche durch Auftragen von Lot oder einem Lot-Grundwerkstoff-Gemisch an Seitenflächen des Ersatzelements fixiert. Dabei kann das aufgetragene Material eine Fixierschicht ausbilden. Zum Beispiel kann durch Auftragen von Lot oder einem Lot-Grundwerkstoff-

35

Gemisch an den Seitenflächen des Ersatzelements eine Fixierschicht erzeugt bzw. gebildet oder aufgebaut werden.

Die Fixierschicht kann entfernt werden, nachdem das Ersatz-
5 element und der beschädigte Bereich der Oberfläche des Turbinenbauteils durch Löten miteinander verbunden wurden. Dazu kann die Fixierschicht im Anschluss an den Lötprozess abgeschliffen werden.

10 Das Fixieren hat den Vorteil, dass das Ersatzelement, zum Beispiel der verwendete Coupon, während des Lötens nicht abgleitet oder verrutscht.

Bei dem Turbinenbauteil handelt es sich vorzugsweise um eine
15 Turbinenschaufel. Dabei kann es sich um eine Gasturbinenschaufel oder eine Dampfturbinenschaufel handeln. Weiterhin kann es sich bei der Turbinenschaufel um eine Leitschaufel oder eine Laufschaufel handeln.

20 Die Turbinenschaufel umfasst bevorzugt eine Plattform mit mindestens einer Seitenfläche, wobei der Coupon auf die Seitenfläche aufgelötet wird. Da thermische Schutzbeschichtungen, die typischerweise auf Schaufelblätter von Turbinenschaufeln aufgebracht werden, häufig nicht auf die Seitenflächen
25 der Plattform der Turbinenschaufel aufgebracht werden, sind die Plattformseitenflächen anfällig für Beschädigungen infolge thermischer Belastungen. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass es sich besonders für die Reparatur von Plattformseitenflächen eignet.

30 Die Turbinenschaufel kann grundsätzlich eine Nickelbasis-Superlegierung umfassen oder aus einer solchen bestehen.

Prinzipiell kann die zu reparierende Oberfläche des Turbinen-
35 bauteils bearbeitet und an das aufzulötende Ersatzelement, zum Beispiel an den aufzulötenden Coupon, angepasst werden bevor der vorgefertigte Coupon beziehungsweise das aufzulötende Ersatzelement auf die zu reparierende Oberfläche des

Turbinenbauteils aufgelegt wird. Dies hat den Vorteil, dass Coupons mit bestimmten Abmessungen in großer Stückzahl preisgünstig vorgefertigt werden können. Zudem kann die Oberfläche des Turbinenbauteils standardmäßig angepasst an die Coupongröße bearbeitet werden. Es kann also zum Beispiel ein standardisierter Oberflächenausschnitt von der Oberfläche der Turbinenschaufel abgetragen werden, der der jeweiligen Coupongröße entspricht.

- 10 Alternativ dazu kann das Ersatzelement, zum Beispiel der Coupon, zunächst an die zu reparierende Oberfläche des Turbinenbauteils angepasst werden, bevor er auf die zu reparierende Oberfläche des Turbinenbauteils aufgelegt wird. Dies hat den Vorteil, dass überflüssiger Materialabtrag von der Oberfläche
15 des Turbinenbauteils vermieden wird.

Optional kann das Lot-Grundwerkstoff-Gemisch wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen auf mindestens eine Fügeoberfläche in Form von mindestens zwei Lotschichten aufgebracht werden. Dies hat den Vorteil, dass Materialabtrag von der beschädigten Oberfläche des Turbinenbauteils, der zu einer Ausnehmung führt, deren Tiefe zumindest teilweise die Dicke des aufzulötenden Ersatzbauteils übersteigt, ausgeglichen werden kann.

25

Die vorliegende Erfindung hat insgesamt den Vorteil, dass zum Löten des Ersatzbauteils, zum Beispiel des Coupons, in einem Hochtemperaturlötprozess ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch anstelle einer Lötfolie verwendet werden kann, welches über ein Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen (High Velocity Oxygen Fuel – HVOF) appliziert wird. Dabei kann ein gleichmäßiger Schichtauftrag erzielt werden, wobei es sowohl denkbar ist, beide Fügepartner zu beschichten, als auch, lediglich auf einem Fügepartner Lot-Grundwerkstoff-Pulver aufzubringen.
35

Aus bereits durchgeführten HVOF-Versuchen mit standardmäßig eingesetzten Lot-Grundwerkstoff-Pulvern ist bekannt, dass be-

reits direkt nach dem Beschichten eine dichte und stabile Schicht vorliegt, die anschließend gelötet werden kann. Um das Problem der Coupon-Fixierung zu lösen, ist es möglich, einige Lotschichten zu applizieren, anschließend den Coupon aufzulegen und diesen über einen geringen Lotauftrag an den Seitenflächen zu fixieren. Der Anteil an Lot in dieser Fixierschicht kann sehr gering gehalten werden, so dass nicht mit einem weitläufigen Zerfließen der Fixierung gerechnet werden muss. Die Fixierschicht kann im Anschluss an den Lötprozess wieder entfernt werden, zum Beispiel durch Abschleifen.

Die erfindungsgemäße Kombination der Coupon-Reparatur mit einer HVOF-Lotapplikation bietet insbesondere die Möglichkeit einer in-situ-Fixierung im HVOF-Prozess und stellt eine attraktive Möglichkeit für eine Lötreparatur dar. Dabei kann der Vorteil einer Coupon-Reparatur, nämlich die Möglichkeit einer hochfesten, strukturellen Reparatur großflächiger und tiefer Schädigungen, mit dem Vorteil einer automatisierbaren near-net-shape-Applikation mittels HVOF verbunden werden. Dadurch kann langfristig eine deutliche Zeit- und Kostenersparnis generiert werden.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Alle bisher und im Folgenden beschriebenen Merkmale sind dabei sowohl einzeln als auch in einer beliebigen Kombination miteinander vorteilhaft. Die im Folgenden beschriebenen Ausführungsvarianten stellen lediglich Beispiele dar, welche den Gegenstand der Erfindung jedoch nicht beschränken.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Gasturbine.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Leitschaufel einer Gasturbine in einer perspektivischen Ansicht.

5 Fig. 3 zeigt schematisch die erste Plattform der in der Figur 2 gezeigten Leitschaufel.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Coupon für eine Plattformseitenfläche.

10 Fig. 5 zeigt schematisch eine Schnittansicht einer zu reparierenden Plattformseitenfläche mit einem aufzulötenden Coupon.

Die Figur 1 zeigt schematisch eine Gasturbine. Eine Gasturbine weist im Inneren einen um eine Rotationsachse drehgelagerten Rotor mit einer Welle 107 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 109, ein Verdichter 101, eine Brenneranordnung 15, eine Turbine 105 und das Abgasgehäuse 190.

20

Die Brenneranordnung 15 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal. Dort bilden mehrere hintereinander geschaltete Turbinenstufen die Turbine 105. Jede Turbinenstufe ist aus Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums gesehen folgt im Heißgaskanal einer Leitschaufelreihe 117 eine aus Laufschaufeln 115 gebildete Reihe. Die Leitschaufeln 117 sind dabei an einem Innengehäuse eines Stators befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 115 einer Reihe beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe am Rotor angebracht sind. An dem Rotor angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine.

30

Während des Betriebes der Gasturbine wird vom Verdichter 101 durch das Ansauggehäuse 109 Luft angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 101 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brenneranordnungen 15 geführt und dort mit einem Brennstoff vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums in der Brennkammer

35

verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium entlang des Heißgaskanals an den Leitschaufeln 117 und den Laufschaufeln 115 vorbei. An den Laufschaufeln 115 entspannt sich das Arbeitsmedium impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 115 den Rotor antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die Figur 2 zeigt schematisch eine Leitschaufel 117 einer Gasturbine in einer perspektivischen Ansicht. Die Leitschaufel 117 umfasst ein Schaufelblatt 1, eine erste Plattform 2, einen ersten Schaufelfuß 6, eine zweite Plattform 3 und einen zweiten Schaufelfuß 7. Die erste Plattform 2 ist zwischen dem Schaufelblatt 1 und dem ersten Schaufelfuß 6 angeordnet. Die zweite Plattform 3 ist zwischen dem Schaufelblatt 1 und dem zweiten Schaufelfuß 7 angeordnet. Das Schaufelblatt 1 umfasst eine Anströmkante 4 und eine Abströmkante 5. Die Plattformen 2 und 3 umfassen jeweils Seitenflächen. Eine Seitenfläche der ersten Plattform ist mit der Bezugsziffer 10 gekennzeichnet.

Die Figur 3 zeigt schematisch den in der Figur 1 mit der Bezugsziffer 8 gekennzeichneten Ausschnitt. In der Figur 3 ist die Seitenfläche 10 der ersten Plattform 2 zu reparieren. Zu diesem Zweck wurde die Seitenfläche 10 dahingehend bearbeitet, dass ein in der Figur 4 schematisch gezeigtes vorgefertigtes Ersatzelement in Form eines Coupons 11 für eine Plattformseitenfläche auf die Seitenfläche 10 aufgelötet werden kann.

Die Figur 5 zeigt schematisch eine Schnittansicht einer zu reparierenden Plattformseitenfläche 10 mit einem aufzulötenen Coupon 11. Figur 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Grundkörper 9 der ersten Plattform.

Von einem beschädigten Bereich der Oberfläche der Turbinenschaufel wurde zunächst beschädigtes Material abgetragen bzw. herausgetrennt, zum Beispiel durch Erodieren oder Fräsen. Dabei entsteht eine Ausnehmung, deren Oberfläche mit der Bezugsziffer 14 gekennzeichnet ist.

Ein vorgefertigtes Ersatzelement in Form eines Coupons 11 wird zum Aufbringen auf den beschädigten Bereich der Oberfläche 14, beispielsweise zum Einbringen in den herausgetrennten Oberflächenbereich bzw. Ausschnitt oder Ausnehmung, bereitgestellt. Ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch 12 wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen auf mindestens eine Fügeoberfläche, also auf die Unterseite 15 des Coupons 11 und/oder die Oberfläche 14 des den beschädigten Bereich aufgebracht.

Optional kann das Lot-Grundwerkstoff-Gemisch 12 wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen auf die Fügeoberfläche 14 in Form von mindestens zwei Lotschichten aufgebracht werden. Dies hat den Vorteil, dass die Tiefe der Ausnehmung, die die Dicke des Coupons 11 übersteigt, aufgefüllt und ausgeglichen werden kann.

Anschließend wird der Coupon 11 wird auf den beschädigten Bereich der Oberfläche aufgelegt. Optional kann der Coupon dadurch fixiert und so ein Verrutschen vermieden werden, dass Lot 13 an den Seitenflächen des Coupons 11 aufgetragen wird. Der Anteil an Lot in dieser Fixierschicht 13 kann sehr gering gehalten werden, so dass nicht mit einem weitläufigen Zerfließen der Fixierung gerechnet werden muss. Die Fixierschicht kann im Anschluss an den Lötprozess wieder entfernt werden, zum Beispiel durch Abschleifen.

Nach dem Auflegen und gegebenenfalls Fixieren des Coupons 11 werden der Coupon 11 und der beschädigte Bereich 14 der Oberfläche durch Löten miteinander verbunden.

Das beschriebene Verfahren hat den Vorteil, dass anstelle einer Lötfolie zum Löten des Coupons in einem Hochtemperaturlötprozess ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch verwendet wird, welches über ein Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen (High Velocity Oxygen Fuel - HVOF) appliziert wird. Dabei kann ein gleichmäßiger Schicht-

auftrag erzielt werden, wobei es sowohl denkbar ist, beide Fügepartner zu beschichten, als auch, lediglich auf einem Fügepartner Lot-Grundwerkstoffpulver aufzubringen. Aus bereits durchgeführten HVOF-Versuchen mit standardmäßig eingesetzten Lot-Grundwerkstoffpulvern ist bekannt, dass bereits direkt nach dem Beschichten eine dichte und stabile Schicht vorliegt, die anschließend gelötet werden kann.

Prinzipiell kann ein Coupon 11 verwendet werden, der aus dem gleichen Material besteht wie die zu reparierende Oberfläche 14 der Turbinenschaufel 117. Zum Beispiel kann der Grundkörper 9 der Turbinenschaufel 117 und/oder der Coupon 11 eine Nickelbasis-Superlegierung umfassen oder aus einer solchen bestehen.

Prinzipiell kann die zu reparierende Oberfläche der Turbinenschaufel bearbeitet und an den aufzulötenden Coupon angepasst werden bevor der vorgefertigte Coupon beziehungsweise das aufzulötende Bauteil auf die zu reparierende Oberfläche der Turbinenschaufel aufgelegt wird. Dies hat den Vorteil, dass Coupons mit bestimmten Abmessungen in großer Stückzahl preisgünstig vorgefertigt werden können. Zudem kann die Oberfläche der Turbinenschaufel standardmäßig angepasst an die Coupongröße bearbeitet werden. Es kann also zum Beispiel ein standardisierter Oberflächenausschnitt von der Oberfläche der Turbinenschaufel abgetragen werden, der der jeweiligen Coupongröße entspricht.

Alternativ dazu kann der Coupon zunächst an die zu reparierende Oberfläche der Turbinenschaufel angepasst werden bevor er auf die zu reparierende Oberfläche der Turbinenschaufel aufgelegt wird. Dies hat den Vorteil, dass überflüssiger Materialabtrag von der Oberfläche der Turbinenschaufel vermieden wird.

Das beschriebene Verfahren ist analog auch für andere Bauteile, insbesondere Gasturbinenbauteile, zum Beispiel auch für Laufschaufeln, anwendbar.

Patentansprüche

1. Lötverfahren zum Reparieren einer Oberfläche (10) eines Turbinenbauteils (115, 117), welches die folgenden Schritte umfasst:

- von einem beschädigten Bereich der Oberfläche (14) des Turbinenbauteils wird Material abgetragen,
- ein vorgefertigtes Ersatzelement (11) wird zum Aufbringen auf den beschädigten Bereich der Oberfläche (14) bereitgestellt,
- ein pulverförmiges Lot-Grundwerkstoff-Gemisch (12) wird mittels Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen auf mindestens eine Fügeoberfläche (14, 15) aufgebracht,
- das Ersatzelement (11) wird auf den beschädigten Bereich der Oberfläche (14) aufgelegt, und
- das Ersatzelement (11) und der beschädigte Bereich (14) der Oberfläche werden durch Löten miteinander verbunden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ersatzelement (11) auf dem beschädigten Bereich der Oberfläche (14) zunächst fixiert wird, bevor das Ersatzelement (11) und der beschädigte Bereich der Oberfläche (14) durch Löten miteinander verbunden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Ersatzelement (11) auf dem beschädigten Bereich der Oberfläche (14) durch Auftragen von Lot (13) an Seitenflächen des Ersatzelements (11) fixiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei durch Auftragen von Lot (13) an den Seitenflächen des Ersatzelements (11) eine Fixierschicht erzeugt wird und die Fixierschicht entfernt wird nachdem das Ersatzelement (11) und der beschädigte Bereich der Oberfläche durch Löten miteinander verbunden wurden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei es sich bei dem Turbinenbauteil um eine Turbinenschau-
fel (115, 117) handelt.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5,
wobei es sich bei der Turbinenschaukel um eine Leitschaukel
(117) oder eine Laufschaufel (115) handelt.

10

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei es sich bei dem Turbinenbauteil um ein Bauteil einer
Gasturbine oder einer Dampfturbine handelt.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei das Turbinenbauteil (115, 117) einen Grundwerkstoff um-
fasst und das Ersatzelement (11) den gleichen Grundwerkstoff
umfasst.

20

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei die Turbinenschaukel (115, 117) und/oder das Ersatzele-
ment (11) eine Nickelbasis-Superlegierung umfasst.

25

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei es sich bei der Fügeoberfläche um den beschädigten Be-
reich der Oberfläche (14) des Turbinenbauteils und/oder eine
Oberfläche (15) des Ersatzelements (11) handelt.

30

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei das Ersatzelement (11) und der beschädigte Bereich (14)
der Oberfläche werden durch Laser-Löten miteinander verbunden
werden.

35

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
wobei die zu reparierende Oberfläche (10) bearbeitet und an
das aufzulötende Ersatzelement (11) angepasst wird bevor das
vorgefertigte Ersatzelement (11) auf die zu reparierende
5 Oberfläche (10) des Turbinenbauteils (115, 117) aufgelegt
wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
10 wobei das aufzulötende Ersatzelement (11) zunächst an die zu
reparierende Oberfläche (10) des Turbinenbauteils (115, 117)
angepasst wird bevor es auf die zu reparierende Oberfläche
(10) des Turbinenbauteils aufgelegt wird.

15
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
wobei das Lot-Grundwerkstoff-Gemisch (12) mittels Hochge-
schwindigkeit-Flammspritzen auf mindestens eine Fügeoberflä-
che (14, 15) in Form von mindestens zwei Lotschichten aufge-
20 bracht wird.

25

FIG 1

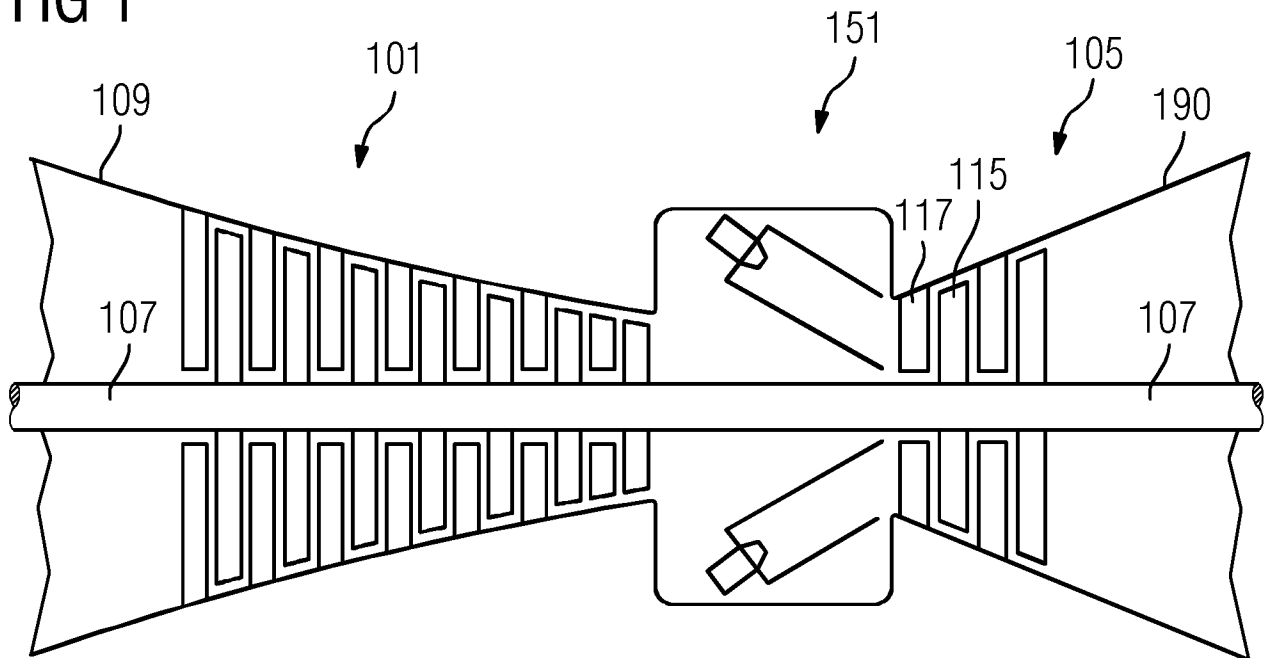


FIG 2

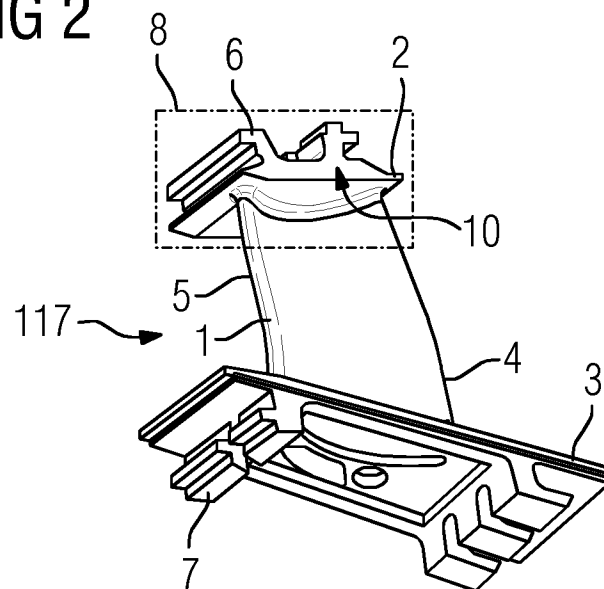
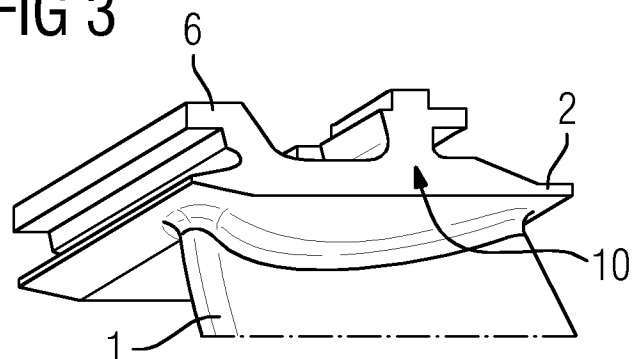


FIG 3



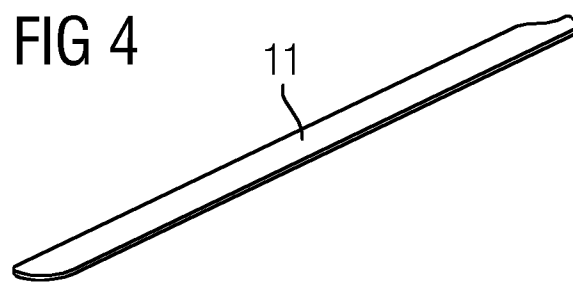
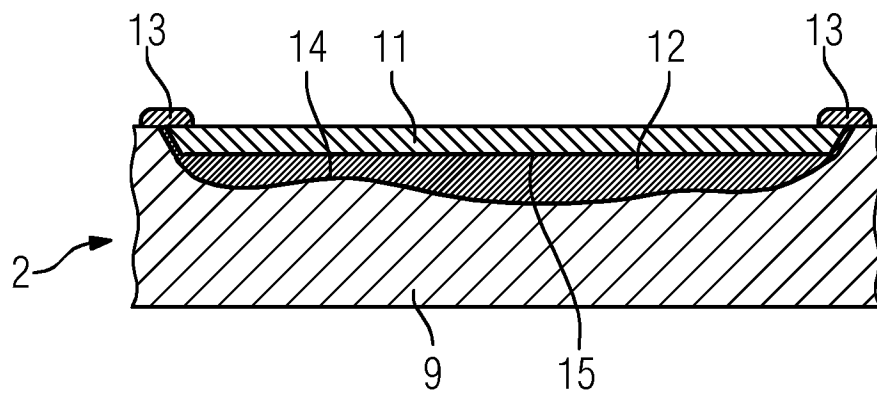


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K1/00 B23P6/00 F01D5/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K B23P F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 078 579 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15 July 2009 (2009-07-15)	1,5-14
Y	paragraph [0012] - paragraph [0031]; figures 1,2	2-4
Y	----- EP 2 108 477 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 14 October 2009 (2009-10-14) claims; figures -----	2-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 July 2015

Date of mailing of the international search report

14/07/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Caubet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055062

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2078579	A1	15-07-2009	NONE

EP 2108477	A1	14-10-2009	AT 502720 T 15-04-2011
			EP 2108477 A1 14-10-2009
			HR P20110454 T1 31-07-2011
			US 2009255117 A1 15-10-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B23K1/00 B23P6/00 F01D5/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B23K B23P F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 078 579 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Juli 2009 (2009-07-15)	1,5-14
Y	Absatz [0012] - Absatz [0031]; Abbildungen 1,2	2-4
Y	EP 2 108 477 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 14. Oktober 2009 (2009-10-14) Ansprüche; Abbildungen	2-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Juli 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/07/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Caubet, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/055062

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2078579	A1	15-07-2009	KEINE

EP 2108477	A1	14-10-2009	AT 502720 T 15-04-2011
		EP 2108477 A1	14-10-2009
		HR P20110454 T1	31-07-2011
		US 2009255117 A1	15-10-2009
