(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Oktober 2007 (04.10.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/110036 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 13/01 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000453

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. März 2007 (14.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 012 662.9 20. März 2006 (20.03.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HANRIEDER, Herbert** [DE/DE]; Herschenhofen 17, 85411 Hohenkammer (DE). **GINDORF, Alexander** [DE/DE]; Kreuzstr. 1, Arnbach, 85247 Schwabhausen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES GMBH**; Intellectual Property Management, Postfach 50 06 40, 80976 München (DE).

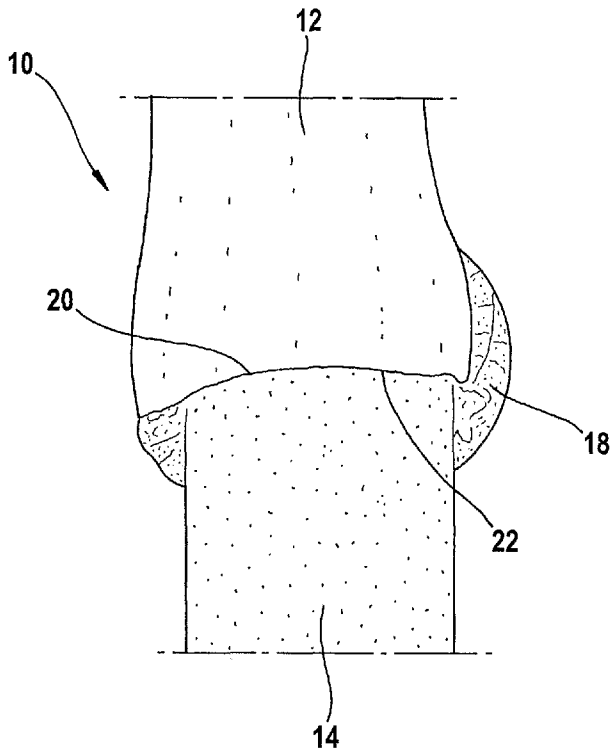
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS FOR CONNECTING METALLIC STRUCTURAL ELEMENTS AND COMPONENTS PRODUCED THEREBY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERBINDEN VON METALLISCHEN BAUELEMENTEN UND DAMIT HERGESTELLTES BAUTEIL



(57) Abstract: The present invention relates to a process for connecting metallic structural elements (12, 14), in particular structural elements of a gas turbine, wherein the connecting of corresponding connecting surfaces (20, 22) of the structural elements (12, 14) is performed by means of inductive high-frequency pressure welding and the structural elements (12, 14) consist of different or similar metallic materials with different permeabilities and/or thermal conductivities. During the inductive high-frequency pressure welding operation, according to the invention at least one process-specific parameter is controlled in such a way that at least the connecting surfaces (20, 22) are respectively heated substantially simultaneously up to at least near the respective melting point of the metallic materials. The invention also relates to a component, in particular a component of a gas turbine, comprising a first structural element (12) and a second structural element (14), wherein the first and second structural elements (12, 14) consist of different or similar metallic materials with different permeabilities and/or thermal conductivities and are welded by means of inductive high-frequency pressure welding. According to the invention, during the inductive high-frequency pressure welding operation at least one process-specific parameter is controlled in such a way that at least connecting surfaces (20, 22) of the structural elements (12, 14) are respectively heated substantially simultaneously up to at least near the respective melting point of the metallic materials.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/110036 A1

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen (12, 14), insbesondere von Bauelementen einer Gasturbine, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen (20, 22) der Bauelemente (12, 14) mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt und die Bauelemente (12, 14) aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten bestehen. Während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens wird erfindungsgemäß mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert wird, dass zumindest die Verbindungsflächen (20, 22) im wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Bauteil, insbesondere Bauteil einer Gasturbine, bestehend aus einem ersten Bauelement (12) und einem zweiten Bauelement (14), wobei das erste und das zweite Bauelement (12, 14) aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten bestehen und mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens verschweißt sind. Erfindungsgemäß wird während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert, dass zumindest Verbindungsflächen (20, 22) der Bauelemente (12, 14) im wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden.

Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen und damit hergestelltes Bauteil

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen, insbesondere von Bauelementen einer Gasturbine, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen der Bauelemente mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin ein mittels des Verfahrens hergestelltes Bauteil.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen mittels induktivem Hochfrequenzpressschweißens bekannt. So beschreibt zum Beispiel die DE 198 58 702 A1 ein Verfahren zum Verbinden von Schaufelteilen einer Gasturbine, wobei ein Schaufelblattabschnitt und wenigstens ein weiteres Schaufelteil bereitgestellt werden. Dabei werden entsprechende Verbindungsflächen dieser Elemente im Wesentlichen fluchtend beabstandet zueinander positioniert und anschließend durch Erregen eines Induktors mit hochfrequentem Strom und durch Zusammenfahren unter Berührung ihrer Verbindungsflächen miteinander verschweißt. Dabei wird der Induktor mit einer konstanten Frequenz, die im Allgemeinen über 0,75 MHz liegt, erregt. Die Frequenz wird zudem in Abhängigkeit von der Geometrie der Verbindungsflächen gewählt. Bei dem induktiven Hochfrequenzpressschweißen ist die Erwärmung der beiden Schweißpartner für die Qualität der Fügestelle von entscheidender Bedeutung. Nachteilig an den bekannten Verfahren ist jedoch, dass damit nur Bauelemente aus identischen oder ähnlichen Werkstoffen, die identische oder ähnliche Permeabilitäten, Wärmeleitfähigkeiten oder ähnliche Schmelzpunkte aufweisen, miteinander verschweißt werden können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen bereitzustellen, bei dem eine sichere und dauerhafte Verbindung von Bauelementen aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Schmelzpunkten, Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten gewährleistet ist.

Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein gattungsgemäßes Bauteil, insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine, bereitzustellen, wo-

bei eine sichere und dauerhafte Verbindung zwischen den einzelnen Bauelementen gewährleistet ist.

Gelöst werden diese Aufgaben durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Bauteil gemäß den Merkmalen des Anspruchs 11.

Zur Klarstellung sei hier ausdrücklich erwähnt, dass die Bezeichnung induktives Hochfrequenzpressschweißen das Verfahren bzw. das Bauteil im vorliegenden Fall nicht auf einen bestimmten Frequenzbereich festlegt. Vielmehr finden Frequenzen im niederen kHz-Bereich bis hin zum hohen MHz-Bereich Anwendung, so dass auch die neue Bezeichnung induktives Pressschweißen (IPS) eingeführt werden könnte.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen beschrieben.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen, insbesondere von Bauelementen einer Gasturbine, verwendet zum Verbinden entsprechender Verbindungsflächen der Bauelemente ein induktives Hochfrequenzpressschweißen. Dabei bestehen die Bauelemente aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Schmelzpunkten, Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten. Während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens wird mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert, dass zumindest die Verbindungsflächen im wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden. Aufgrund der Steuerungsmöglichkeiten bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die zu verschweißenden Bauelemente jeweils im Wesentlichen gleichzeitig eine schmelzflüssige Schicht an den Verbindungsflächen ausbilden, die dann durch einfaches Zusammenpressen miteinander verschweißt werden. Dabei ist es möglich, dass eine Verbindungsfläche des ersten Bauelements aufgeschmolzen wird und die Verbindungsfläche des zweiten Bauelements unterhalb der Schmelztemperatur bleibt. Es ist aber auch möglich, dass beide knapp unterhalb der jeweiligen Schmelztemperatur bleiben oder auch beide bis zu einer Temperatur überhalb des Schmelzpunkts des jeweiligen Werkstoffs erhitzt werden. Wesentlich für eine sichere und dauerhafte Verbindung zwischen den einzelnen Bauelementen ist eine fehlerfreie Verbindungszone nach dem Auspressen der Schmelze und der entsprechenden Werkstoffpaarung. Durch das vollständige Ausdrücken der Schmelze aus einem Fügebereich der beiden Bauelemente wird der so genannte Fügequerschnitt warm verschmiedet und damit fest und belastbar. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass für

den Schweiß- bzw. Fügeprozess nur geringe Kräfte aufgebracht werden müssen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich auch Werkstoffkombinationen verbinden, die durch bekannte Schmelzschweißverfahren, durch Rotationsreibschweißen oder auch durch das bisher bekannte induktive Hochfrequenzpressschweißen aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften nicht verbunden werden konnten.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung der durch mindestens einen Induktor induzierten Frequenz. Durch die unterschiedlichen Höhen der Frequenzen, die üblicherweise zwischen 7 kHz und 2,5 MHz liegen, wird gewährleistet, dass die Werkstoffe superplastisch umformbar und dadurch miteinander verbindbar sind. Dabei werden die Frequenzen insbesondere auch in Abhängigkeit von der Geometrie der Verbindungsflächen gewählt. Zudem ist es möglich, dass die Induktion mittels eines Induktors, der unterschiedliche Stärken induziert, erfolgt. Es ist aber auch möglich, zwei oder mehrere Induktoren zu verwenden. Des Weiteren ist es denkbar, dass die Verbindungsflächen der Bauelemente unterschiedlich lange den unterschiedlichen Frequenzen ausgesetzt sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung der Lage der Bauelemente relativ zum Induktor bzw. zu den Induktoren. Es ist aber auch möglich, dass die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung des Abstands der jeweiligen Bauelemente relativ zum Induktor umfasst. So kann zum Beispiel eine Verschiebung des Induktors in Richtung des Bauelements bestehend aus dem metallischen Werkstoff mit der höheren Schmelztemperatur erfolgen.

In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen das erste Bauelement aus Stahl und das zweite Bauelement aus einer TiAl-Legierung. Es ist aber auch möglich, dass das erste und zweite Bauelement aus ähnlichen metallischen Werkstoffen bestehen und durch unterschiedliche Herstellungsverfahren hergestellt sind. Dies betrifft zum Beispiel geschmiedete Bauelemente, durch Gussverfahren hergestellte Bauelemente, Bauelemente bestehend aus Einkristallen sowie gerichtet erstarrte Bauelemente.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil, insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine, besteht aus einem ersten Bauelement und aus einem zweiten Bauelement, wobei das erste und das zweite Bauelement aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten bestehen. Die Bauelemente sind dabei mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens zusammengefügt. Erfindungsgemäß wird während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert, dass zumindest die Verbindungs- bzw. Fügeflächen der Bauelemente im Wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden. Dadurch ist es möglich ein Bauteil herzustellen, bei dem sichere und dauerhafte Verbindungen der einzelnen Bauelemente zueinander gewährleistet sind. Es entsteht eine fehlerfreie Verbindungszone nach dem Auspressen der Schmelze und der Diffusion der unterschiedlichen Werkstoffpaarung.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bauteils kann das erste Bauelement aus Stahl und das zweite Bauelement aus einer Titanaluminium-Legierung bestehen. Es ist aber auch möglich, dass das erste und das zweite Bauelement aus ähnlichen metallischen Werkstoffen bestehen und durch unterschiedliche Herstellungsverfahren hergestellt sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das erste Bauelement eine Schaufel eines Rotors in einer Gasturbine und das zweite Bauelement ein Ring oder eine Scheibe des Rotors. Bei diesen Bauteilen handelt es sich um so genannte BLINGs („Bladed Ring") oder BLISKs („Bladed Disk") von Gasturbinentriebwerken.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt die Figur einen Schliff durch ein erfindungsgemäß verbundenes und hergestelltes Bauteil 10.

Das Bauteil 10 besteht dabei aus einem ersten Bauelement 12 und einem zweiten Bauelement 14, die mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens miteinander verschweißt worden sind. Während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens wurde dabei mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert, dass zumindest die Verbindungsflächen 20, 22 der Bauelemente 12, 14 im Wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt wurden. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das erste Bauelement 12 aus Stahl und das zweite Bauelement aus ei-

ner Titanaluminium-Legierung. Zum Verbinden des ersten und zweiten Bauelements 12, 14 wurden diese im Wesentlichen fluchtend und beabstandet zueinander positioniert. Durch Erregen eines Induktors (nicht dargestellt) mit hochfrequentem Strom und durch Zusammenfahren unter Berührung der Verbindungsflächen 20, 24 wurden diese miteinander verschweißt. Das im Wesentliche gleichzeitige Erwärmen der Verbindungsflächen 20, 22 jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erfolgte bei einer Frequenz von ungefähr 1,0 MHz. Der Koppelabstand, d. h. der relative Abstand zwischen dem Induktor und den Bauelementen 12, 14, betrug 1,5 mm. Um das im Wesentlichen gleichzeitige Aufschmelzen der Werkstoffe Stahl und der Titanaluminium-Legierung zu erzielen, wurde der Induktor in Richtung des höher schmelzenden Materials, nämlich der Titanaluminium-Legierung, verschoben. Die Verschiebung betrug dabei 2 mm. Schließlich wurden das erste und das zweite Bauelement 12, 14 mit einer Kraft von 250 N über einen Stauchweg von 1 mm und einer Schweißzeit von 1,5 s miteinander verbunden.

Des Weiteren erkennt man aus der Figur, dass zwischen den Fügeflächen 20, 22 des ersten und zweiten Bauelements 12, 14 eine Interdiffusionszone entsteht, die aber zu keiner stofflichen Verbindung der an sich nicht mischbaren Werkstoffe führt. An den Rändern der Verbindungsflächen 20, 22 entstehen Materialansammlungen 18, die durch das beim Fügen herausgepresste Material Titanaluminium-Legierung entstehen.

* * *

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden von metallischen Bauelementen (12, 14), insbesondere von Bauelementen einer Gasturbine, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen (20, 22) der Bauelemente (12, 14) mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt und die Bauelemente (12, 14) aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten bestehen und während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert wird, dass zumindest die Verbindungsflächen (20, 22) im wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung der durch mindestens einen Induktor induzierten Frequenz umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz in Abhängigkeit der Beschaffenheit und Geometrie der Verbindungsflächen (20, 22) gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Induktor oder die Induktoren mit Frequenzen zwischen 7 kHz und 2,5 MHz erregt wird bzw. werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung der Lage der Bauelemente relativ zum Induktor umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung von mindestens einem Verfahrensparameter während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens die Variierung des Abstands der jeweiligen Bauelemente relativ zum Induktor umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschiebung des Induktors in Richtung des Bauelements (12) bestehend aus dem metallischen Werkstoff mit der höheren Schmelztemperatur erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauelement (12) aus Stahl und das zweite Bauelement aus einer TiAl-Legierung besteht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Bauelement (12, 14) aus ähnlichen metallischen Werkstoffen bestehen und durch unterschiedliche Herstellungsverfahren hergestellt sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauelement (12) eine Schaufel eines Rotors in einer Gasturbine ist und das zweite Bauelement (14) ein Ring oder eine Scheibe des Rotors ist.

11. Bauteil, insbesondere Bauteil einer Gasturbine, bestehend aus einem ersten Bauelement (12) und einem zweiten Bauelement (14), wobei das erste und das zweite Bauelement (12, 14) aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen mit unterschiedlichen Permeabilitäten und/oder Wärmeleitfähigkeiten bestehen und mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens verschweißt sind, dadurch gekennzeichnet, dass während des Vorgangs des induktiven Hochfrequenzpressschweißens mindestens ein verfahrensspezifischer Parameter derart gesteuert wird, dass zumindest Verbindungsflächen (20, 22) der Bauelemente (12, 14) im wesentlichen gleichzeitig jeweils bis mindestens nahe dem jeweiligen Schmelzpunkt der metallischen Werkstoffe erwärmt werden.

12. Bauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauelement (12) aus Stahl und das zweite Bauelement aus einer TiAl-Legierung besteht.

13. Bauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Bauelement (12, 14) aus ähnlichen metallischen Werkstoffen bestehen und durch unterschiedliche Herstellungsverfahren hergestellt sind.

14. Bauteil nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauelement (12) eine Schaufel eines Rotors in einer Gasturbine ist und das zweite Bauelement (14) ein Ring oder eine Scheibe des Rotors ist.

* * *

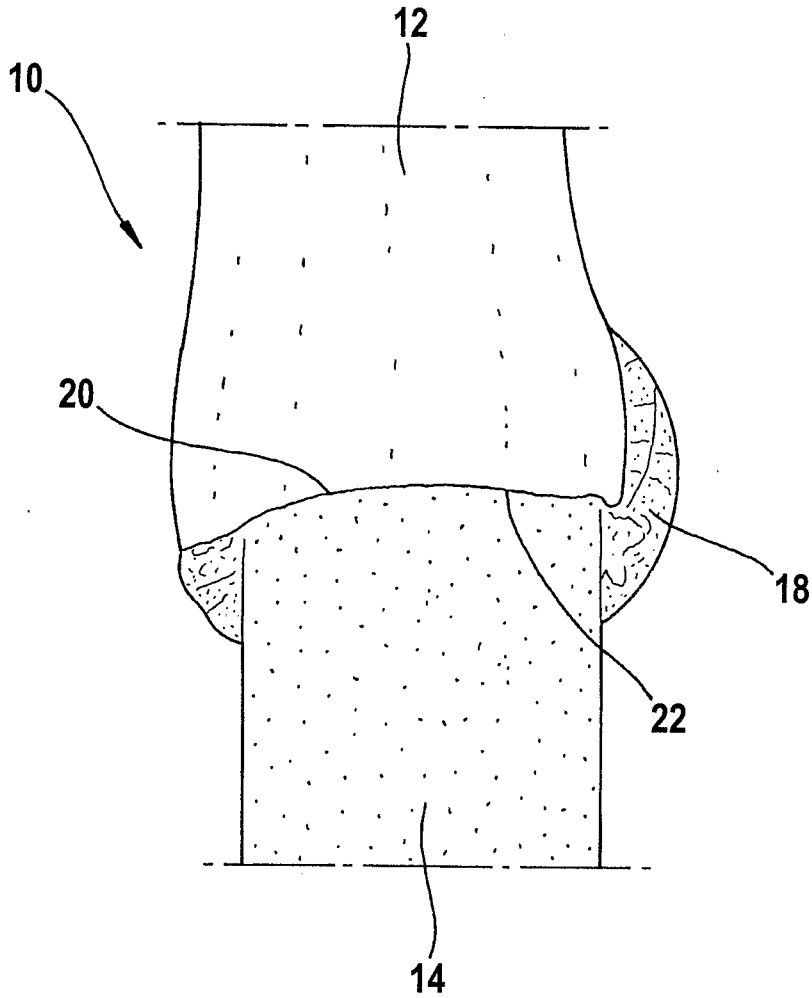


Fig.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K13/01

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 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 practical, 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	DE 198 58 702 A1 (MOTOREN TURBINEN UNION [DE] MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 29 June 2000 (2000-06-29) cited in the application	1,5,6, 10,11,14
Y	column 1, line 13 - line 21 column 4, line 29 - line 37 column 5, line 22 - line 29 figures 1-5	8,9,12, 13
A		2-4,7
Y	EP 0 837 221 A2 (DAIDO STEEL CO LTD [JP] DAIDO STEEL COMPANY LTD [JP]) 22 April 1998 (1998-04-22) the whole document	8,12
Y	US 4 186 473 A (CROSS KENNETH R [US] ET AL) 5 February 1980 (1980-02-05) the whole document	9,13

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
27 July 2007	06/08/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Prelovac, Jovanka

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2007/000453

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19858702	A1	29-06-2000	AT	239575 T	15-05-2003
			WO	0037210 A1	29-06-2000
			EP	1140417 A1	10-10-2001
			ES	2197705 T3	01-01-2004
			JP	2002532262 T	02-10-2002
			US	6616408 B1	09-09-2003
EP 0837221	A2	22-04-1998	AT	249571 T	15-09-2003
			DE	69724730 D1	16-10-2003
			DE	69724730 T2	01-04-2004
			US	6007301 A	28-12-1999
US 4186473	A	05-02-1980	GB	2028180 A	05-03-1980

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000453

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K13/01

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23K 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	DE 198 58 702 A1 (MOTOREN TURBINEN UNION [DE] MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 29. Juni 2000 (2000-06-29) in der Anmeldung erwähnt	1,5,6, 10,11,14
Y	Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 21 Spalte 4, Zeile 29 - Zeile 37 Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 29 Abbildungen 1-5	8,9,12, 13
A	-----	2-4,7
Y	EP 0 837 221 A2 (DAIDO STEEL CO LTD [JP] DAIDO STEEL COMPANY LTD [JP]) 22. April 1998 (1998-04-22) das ganze Dokument	8,12

Y	US 4 186 473 A (CROSS KENNETH R [US] ET AL) 5. Februar 1980 (1980-02-05) das ganze Dokument	9,13

☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juli 2007	06/08/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Prelovac, Jovanka

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000453

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19858702 A1	29-06-2000	AT 239575 T	15-05-2003
		WO 0037210 A1	29-06-2000
		EP 1140417 A1	10-10-2001
		ES 2197705 T3	01-01-2004
		JP 2002532262 T	02-10-2002
		US 6616408 B1	09-09-2003
EP 0837221 A2	22-04-1998	AT 249571 T	15-09-2003
		DE 69724730 D1	16-10-2003
		DE 69724730 T2	01-04-2004
		US 6007301 A	28-12-1999
US 4186473 A	05-02-1980	GB 2028180 A	05-03-1980