

(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  
27. September 2007 (27.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/107145 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**B23K 13/01** (2006.01)    **B23P 19/00** (2006.01)  
**B23P 6/00** (2006.01)    **B23Q 7/02** (2006.01)  
**B23P 15/00** (2006.01)    **B23Q 16/00** (2006.01)  
**B23P 15/04** (2006.01)    **F01D 5/30** (2006.01)

(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). **MEIER, Reinhold** [DE/DE]; Unterer Marktplatz 36, 84405 Dorfen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000457

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. März 2007 (14.03.2007)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

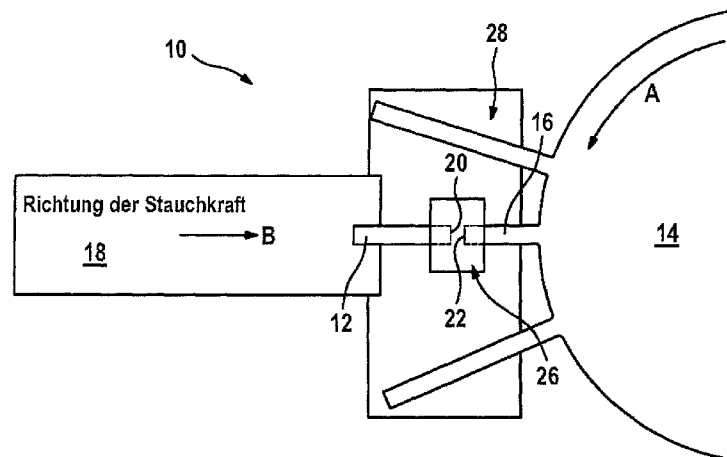
10 2006 012 675.0    20. März 2006 (20.03.2006)    DE

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR JOINING BY WAY OF INDUCTIVE HF PRESSURE WELDING A ROTOR BLADE WITH A ROTOR SUPPORT OF A GAS TURBINE WITH AUTOMATIC SUPPLY OF THE ROTOR BLADE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERBINDEN MITTELS EINES INDUKTIVEN HOCHFREQUENZPRESSSCHWEISSENS VON EINEM SCHAUFELBLATT MIT EINEM ROTORTRÄGER EINER GASTURBINE MIT AUTOMATISCHER ZUFUHR DES SCHAUFELBLATTES



18 direction of compressive force

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device (10) for joining at least one rotor blade (12) or at least one part of such a rotor blade (12) with a rotor support (14) of a gas turbine, especially a blade connection (16) of the rotor carrier (14), corresponding welding surfaces (20, 22) of the rotor blade (12), the rotor blade part, the rotor support (14) or the rotor blade connection (16) of the rotor support (14) being joined by inductive HF pressure welding. The at least one rotor blade (12) or rotor blade part is automatically supplied from at least one rotor blade and/or rotor blade part reservoir. The rotor support (14) is automatically positioned in such a manner that the welding surfaces (20, 22) to be joined are aligned in an exact position in relation to each other for the purpose of joining them.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/107145 A1



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, 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 und eine Vorrichtung (10) zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt (12) oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts (12) mit einem Rotorträger (14) einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz (16) des Rotorträgers (14), wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen (20, 22) des Schaufelblatts (12), des Schaufelblattteils, des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt. Dabei erfolgt die Zufuhr des mindestens einen Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils automatisch aus mindestens einem Schaufelblatt- und/oder Schaufelblattteil-Reservoir und zudem erfolgt eine automatische Positionierung des Rotorträgers (14), derart, dass die zu verbindenden Verbindungsflächen (20, 22) für den Verbindungsvorgang exakt zueinander positioniert werden.

**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERBINDEN MITTELS EINES INDUKTIVEN HOCHFREQUENZPRESSSCHWEISSENS VON EINEM SCHAUFELBLATT MIT EINEM ROTORTRÄGER EINER GASTURBINE MIT AUTOMATISCHER ZUFUHR DES SCHAUFELBLATTES**

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz des Rotorträgers, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen des Schaufelblatts, des Schaufelblattteils, des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz des Rotorträgers, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen des Schaufelblatts, des Schaufelblattteils, des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen 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 gleichzeitige und homogene Erwärmung der beiden Schweißpartner für die Qualität der Fügestelle von entscheidender Bedeutung. Nachteilig an den bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist jedoch, dass damit eine Massenfertigung mit entsprechend hohen Produktionsraten nicht möglich ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein gattungsgemäßes Verfahren zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger einer Gasturbine bereitzustellen, bei dem einerseits eine sichere und dauerhafte Ver-

bindung von Gasturbinenelementen und andererseits hohe Produktionsraten gewährleistet sind.

Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine gattungsgemäße Vorrichtung bereitzustellen, die einerseits eine sichere und dauerhafte Verbindung von Gasturbinenelementen und andererseits hohe Produktionsraten gewährleistet.

Gelöst werden diese Aufgaben durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 12.

Zur Klarstellung sei hier ausdrücklich erwähnt, dass die Bezeichnung induktives Hochfrequenzpressschweißen das Verfahren bzw. die Vorrichtung 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 mindestens einem Schaufelblatt oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz des Rotorträgers, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen des Schaufelblatts, des Schaufelblattteils, des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt, umfasst die automatische Zufuhr des mindestens einen Schaufelblatts oder Schaufelblattteils aus mindestens einem Schaufelblatt- und/oder Schaufelblattteil-Reservoir und eine automatische Positionierung des Rotorträgers, derart, dass die zu verbindenden Verbindungsflächen für den Verbindungsvorgang exakt zueinander positioniert werden. Durch die Bereitstellung von Schaufelblättern oder Schaufelblattteilen in einem entsprechenden Reservoir, zum Beispiel einer Magazinvorrichtung, sind hohe Produktionsraten gewährleistet. Zudem stellt die Verwendung des induktiven Hochfrequenzpressschweißens eine sichere und dauerhafte Verbindung zwischen dem Schaufelblatt oder dem Schaufelblattteil mit dem Rotorträger bzw. dem Schaufelblattansatz des Rotorträgers sicher. Die hohen Produktionsraten werden auch durch die automatische Positionierung des Rotorträgers gewährleistet, da die automatische Positionierung sich positiv auf die Qualität des resultierenden Werkstücks auswirkt. Nur in Ausnahmefällen kann es zur Herstellung fehlerhafter Produkte kommen.

Dabei kann zur automatischen Positionierung des Rotorträgers ein Drehtisch zur Aufnahme des Rotorträgers vorgesehen sein, wobei der Drehtisch um ein definiertes Winkelmaß gedreht wird. Das Winkelmaß richtet sich dabei nach der Anzahl der aufzubringenden Schaufelblätter bzw. der entsprechenden Anzahl der am Rotorträger ausgebildeten Schaufelblattansätze. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Drehtisch auf einer längs verschiebbaren Achse gelagert sein, so dass nicht nur eine Drehbewegung, sondern auch eine Längsbewegung der Positionier Vorrichtung und damit des Rotorträgers möglich ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil einer Einspannvorrichtung zugeführt, wobei mittels der Einspannvorrichtung die Verbindungsfläche des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils gegen die Verbindungsfläche des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers verfahren und gedrückt wird. Durch die Einspannvorrichtung ist einerseits gewährleistet, dass das Schaufelblatt oder das Schaufelblattteil lagerichtig an den Rotorträger verfahren wird. Zudem wird durch die Einspannvorrichtung die notwendige Stauchkraft auf das Schaufelblatt oder das Schaufelblattteil aufgebracht, ohne dass Letztere einer übermäßigen Druckbeanspruchung ausgesetzt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vor und während eines Verfahrens des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils gegen den Rotorträger oder den Schaufelblattansatz des Rotorträgers eine Positions- und Lagekontrolle des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils und/oder des Rotorträgers oder Schaufelblattansatzes des Rotorträgers durchgeführt. Dadurch ergibt sich ein exaktes Positionieren der Fügepartner zum endkonturnahen Fügen der Schaufel auf den Rotorträger. Die Positions- und Lagekontrolle kann dabei mittels einer optischen Messvorrichtung durchgeführt werden. Zudem ist es möglich, dass Positions- und Lagekontrollen durchgeführt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil zumindest teilweise von einer Haltevorrichtung umgeben. Dabei kann das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil in die Haltevorrichtung eingegossen oder mit dieser umspritzt sein. Durch die Haltevorrichtung ist ebenfalls eine deckungsgleiche Positionierung von Schaufelblatt oder Schaufelblattteil und Rotorträger bzw. Schaufelblattansatz des Rotorträgers gewährleistet. Zudem ergibt sich eine starre und steife Führung des Schaufelblatts beim Bewegungs- und Pressvorgang des Verbindens. Insbesondere ergibt sich die Positio-

niergenauigkeit bei Schaufelblättern mit zumindest teilweise dreidimensional geformten Freiflächen. Durch die Positioniergenauigkeit wird insbesondere der Nachbearbeitungsaufwand im Schweißbereich reduziert. Die Haltevorrichtung kann dabei aus einem auflösenden Material, insbesondere Polystyrol, bestehen. Durch die Verwendung eines derartigen Materials wird die Produktionsrate weiter erhöht, da kein zusätzlicher Arbeitsschritt zur Entfernung der Haltevorrichtung notwendig ist. Die Auflösung der Haltevorrichtung kann je nach Materialwahl zum Beispiel durch eine entsprechende Temperaturzugabe erfolgen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Induktor in oder an der Haltevorrichtung befestigt. Dadurch ist eine genaue und ausgerichtete Position des Induktors relativ zu den Verbindungsflächen der zu verbindenden Elemente gewährleistet. Zusätzliche Arbeitsschritte, die die Positionierung des Induktors beinhalten, sind nicht notwendig, so dass dies neben der Erhöhung der Qualität der Fügestelle auch zu einer weiteren Erhöhung der Produktionsraten beiträgt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist an dem der Verbindungsfläche gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils ein sockelartiges Element zum Halten und zur Führung des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils während und nach dem Vorgang des induktiven Hochfrequenzpressschweißens ausgebildet. Durch die Ausgestaltung eines derartigen sockelartigen Elements können alle Bearbeitungsvorgänge am Schaufelblatt vorteilhafterweise unterstützt werden. So dient das sockelartige Element zum Beispiel zum Festhalten des Schaufelblatts während dem Fräsen der Schmelzüberhänge nach der Verbindung des Schaufelblatts mit dem Schaufelblattansatz des Rotorträgers.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz des Rotorträgers, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen des Schaufelblatts, des Schaufelblattteils, des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt, weist mindestens eine Zuführvorrichtung zur automatischen Zufuhr des mindestens einen Schaufelblatts oder Schaufelblattteils aus mindestens einem Schaufelblatt- und/oder Schaufelblattteil-Reservoir und eine Positioniervorrichtung zur automatischen Positionierung des Rotorträgers auf, wobei mittels der Positioniervorrichtung

die zu verbindenden Verbindungsflächen für den Verbindungsvorgang exakt zueinander positioniert sind. Durch die Bereitstellung von Schaufelblättern oder Teilen von Schaufelblättern in einem entsprechenden Reservoir und die Zufühhvorrichtung wird ein automatisierter Produktionsablauf gewährleistet. Durch die exakte Positionierung des Rotorträgers relativ zu dem Schaufelblatt bzw. dem Teil des Schaufelblatts ergeben sich zudem hohe Produktionsraten, da dadurch auch dieser Vorgang insgesamt automatisiert ablaufen kann. Dabei kann die Positioniervorrichtung ein Drehtisch zur Aufnahme des Rotorträgers sein, wobei der Drehtisch um ein definiertes Winkelmaß drehbar ist. Das Winkelmaß richtet sich dabei nach der Anzahl der Schaufelblattansätze auf dem Rotorträger. Zudem kann der Drehtisch auf einer längs verschiebbaren Achse gelagert sein, so dass neben einer Drehung des Rotorträgers auch eine Längsverschiebung möglich ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Vorrichtung mindestens eine Einspannvorrichtung auf, wobei das Schaufelblatt oder das Schaufelblattteil der Einspannvorrichtung zugeführt wird und mittels der Einspannvorrichtung die Verbindungsfläche des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils gegen die Verbindungsfläche des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers verfahrbar und drückbar ist. Durch die Einspannvorrichtung wird vorteilhafterweise die benötigte Stauchkraft auf das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil aufgebracht, ohne dass es zu einer übermäßigen Beanspruchung dieser Teile kommt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Vorrichtung mindestens eine Positions- und Lagekontrollleinrichtung zur Positions- und Lagekontrolle des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils und/oder des Rotorträgers oder des Schaufelblattansatzes des Rotorträgers vor und während eines Verfahrens des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils gegen den Rotorträger oder den Schaufelblattansatz des Rotorträgers auf. Damit ist ein exaktes Verbinden des Schaufelblatts oder des Schaufelblattteils mit dem Rotorträger oder dem Schaufelblattansatz gewährleistet. Zudem ist es möglich, dass Positions- und Lagekontrollen durchgeführt werden. Die Positions- und Lagekontrollleinrichtung kann dabei eine optische Messvorrichtung sein. Die integrierte Positionsmessung der beteiligten Bauelemente in Verbindung mit einer Steuerung entsprechender Antriebsvorrichtungen erlaubt das exakte Positionieren der Fügepartner zum endkonturnahen Fügen der Schaufeln auf den Rotorträger. Hierbei können zum Beispiel ein getriebefreier Linearmotor und ein Absolutwertdrehgeber verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil zumindest teilweise von einer Haltevorrichtung umgeben. Das Schaufelblatt oder Schaufelblattteil kann dabei in die Haltevorrichtung eingegossen oder mit dieser umspritzt sein. Eine derartige Haltevorrichtung gewährleistet eine genaue und deckungsgleiche Positionierung von Schaufelblatt oder Schaufelblattteil mit dem entsprechenden Schaufelblattansatz des Rotorträgers. Zudem ist eine starre und steife Führung des Schaufelblatts beim Bewegungs- und Pressvorgang des Verbindens gewährleistet. Gemäß einer Ausführungsform besteht die Haltevorrichtung dabei aus einem auflösbaren Material, insbesondere Polystyrol. Die Verwendung eines derartigen Materials gewährleistet vorteilhafterweise, dass kein zusätzlicher Bearbeitungsschritt zum Entfernen der Haltevorrichtung von dem Schaufelblatt oder Schaufelblattteil notwendig ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein Induktor in oder an der Haltevorrichtung befestigt. Dadurch ergibt sich eine genaue und ausgerichtete Position des Induktors zum Schweißbereich, d. h. insbesondere zu den Verbindungsflächen der miteinander zu verschweißenden Bauelemente der Gasturbine.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist an dem der Verbindungsfläche gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils ein sockelartiges Element zum Halten und zur Führung des Schaufelblatts oder Schaufelblattteils während und nach dem Vorgang des induktiven Hochfrequenzpressschweißens ausgebildet. Durch eine derartige Ausgestaltung eines sockelartigen Elements können alle Bearbeitungsvorgänge am Schaufelblatt unterstützt werden. Insbesondere dient dieser Sockel zum Festhalten während dem Fräsen der Schmelzüberhänge nach dem entsprechenden Verbinden der genannten Bauelemente.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil wird nach einem im Vorhergehenden beschriebenen Verfahren hergestellt. Bei diesen Bauteilen handelt es sich um so genannte BLINGs („Bladed Ring“) oder BLISKs („Bladed Disc“) von Gasturbinen-triebwerken.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zweier zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele. Dabei zeigt

Figur 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform; und

Figur 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt 12 mit einem Rotorträger 14 einer Gasturbine, nämlich einem Schaufelblattansatz 16 des Rotorträgers 14, wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen 20, 22 des Schaufelblatts 12 und des Schaufelblattansatzes 16 mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt. Die Vorrichtung 10 besteht dabei aus einem Generator 28 zur Erzeugung der notwendigen Schweißenergie und einem Induktor 26. Durch Erregen des Induktors 26 mit hochfrequentem Strom werden Verbindungsflächen 20, 22 der Schaufel 12 und des Schaufelblattansatzes 16 erwärmt. Die Erwärmung erfolgt dabei bis mindestens nahe dem Schmelzpunkt der Materialien, aus denen die Schaufel 12 und der Schaufelblattansatz 16 hergestellt sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Schaufelblattansatz 16 am Umfang einer Scheibe ausgebildet. Die Scheibe stellt dabei einen so genannten BLISK-Rotor dar.

Des Weiteren erkennt man, dass eine Einspannvorrichtung 18 das Schaufelblatt 12 in Pfeilrichtung B gegen den Schaufelblattansatz 16 drückt. Das Verfahren des Schaufelblatts 12 an den Schaufelblattansatz 16 erfolgt dabei bei genügend großer Erwärmung der Verbindungsflächen 20, 22. Diese ist dann gegeben, wenn die Verbindungsflächen 20, 22 nahezu aufgeschmolzen sind und einen teigigen Zustand erreichen.

Der Rotorträger 14 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf einem Drehtisch (nicht dargestellt) gelagert. Der Drehtisch und damit der Rotorträger 14 kann in Pfeilrichtung A um ein definiertes Winkelmaß gedreht werden. Dadurch ergibt sich eine exakte Positionierung des Schaufelblattansatzes 16 zum Schaufelblatt 12 bzw. eine exakte Positionierung der entsprechenden Verbindungsflächen 20, 22 zueinander. Zudem wird durch die senkrechte Anordnung des Schaufelblatts 12 in der Vorrichtung 10 die Zugänglichkeit der Schweißstelle mit rückseitig angeordneter Induktionsspule für kleine und große Querschnitte gegeben. Üblicherweise liegt der Schweißbereich in einer Schutzgasatmosphäre, die entweder lokal erzeugt wird oder den gesamten Schweißbereich umfassen kann.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zum Verbinden eines Schaufelblatts 12 mit einem Schaufelblattansatz 16 des Rotorträgers 14. Man erkennt in diesem Ausführungsbeispiel, dass das Schau-

felblatt 12 von einer Haltevorrichtung 24 umgeben ist. Das Schaufelblatt 12 kann dabei in die Haltevorrichtung 24 eingegossen oder mit dieser umspritzt sein. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Haltevorrichtung 24 aus Polystyrol. Des Weiteren erkennt man, dass ein Induktor 26 an der Haltevorrichtung 24 befestigt ist. Damit ergibt sich eine exakte Positionierung des Induktors im Bereich der Verbindungsflächen 20, 22 beim Verbinden der Schaufel 12 mit dem Schaufelblattansatz 16.

Des Weiteren erkennt man, dass an dem der Verbindungsfläche 20 gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts 12 ein sockelartiges Element 30 zum Halten und zur Führung des Schaufelblatts 12 während und nach dem Vorgang des induktiven Hochfrequenzpressschweißens ausgebildet ist.

Die Vorrichtungen 10 gemäß den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen umfassen zudem jeweils eine Zuführvorrichtung zur automatischen Zufuhr der Schaufelblätter 12 aus einem Schaufelblatt-Reservoir.

Das Schaufelblatt 12, die Schaufelblattteile oder der Rotorträger 14 können dabei aus unterschiedlichen oder ähnlichen metallischen Werkstoffen bestehen. Es ist aber auch möglich, dass die genannten Bauelemente 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.

Durch das Ausführungsbeispiel wird deutlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren wie auch die Vorrichtung 10 sowohl für die Herstellung wie auch die Reparatur von Bauteilen einer Gasturbine geeignet ist.

\* \* \*

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt (12) oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger (14) einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz (16) des Rotorträgers (14), wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen (20, 22) des Schaufelblatts (12), des Schaufelblattteils, des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des mindestens einen Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils automatisch aus mindestens einem Schaufelblatt- und/oder Schaufelblattteil-Reservoir erfolgt und zudem eine automatische Positionierung des Rotorträgers (14) erfolgt, derart, dass die zu verbindenden Verbindungsflächen (20, 22) für den Verbindungsvorgang exakt zueinander positioniert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur automatischen Positionierung des Rotorträgers (14) ein Drehtisch zur Aufnahme des Rotorträgers (14) vorgesehen ist und der Drehtisch um ein definiertes Winkelmaß gedreht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehtisch auf einer längs verschiebbaren Achse gelagert ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (12) oder Schaufelblattteil einer Einspannvorrichtung (18) zugeführt wird, wobei mittels der Einspannvorrichtung (18) die Verbindungsfläche (20) des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils gegen die Verbindungsfläche (22) des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) verfahren und gedrückt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor und während eines Verfahrens des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils gegen den Rotorträger (14) oder den Schaufelblattansatz (16) des Rotorträgers (14) eine Positions- und Lagekontrolle des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils und/oder des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Positions- und Lagekontrolle mittels einer optischen Messvorrichtung durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (12) oder Schaufelblattteil zumindest teilweise von einer Haltevorrichtung (24) umgeben ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (12) oder Schaufelblattteil in die Haltevorrichtung (24) eingegossen oder mit dieser umspritzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (24) aus einem auflösbaren Material, insbesondere Polystyrol, besteht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Induktor (26) in oder an der Haltevorrichtung (24) befestigt ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem der Verbindungsfläche (20) gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils ein sockelartiges Element (30) zum Halten und zur Führung des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils während und nach dem Vorgang des induktiven Hochfrequenzpressschweißens ausgebildet ist.

12. Vorrichtung zum Verbinden von mindestens einem Schaufelblatt (12) oder von mindestens einem Teil eines Schaufelblatts mit einem Rotorträger (14) einer Gasturbine, insbesondere einem Schaufelblattansatz (16) des Rotorträgers (14), wobei das Verbinden entsprechender Verbindungsflächen (20, 22) des Schaufelblatts (12), des Schaufelblattteils, des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) mittels eines induktiven Hochfrequenzpressschweißens erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) mindestens eine Zuführvorrichtung zur automatischen Zufuhr des mindestens einen Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils aus mindestens einem Schaufelblatt- und/oder Schaufelblattteil-Reservoir und eine Positioniervorrichtung zur automatischen Positionierung des Rotorträgers (14) aufweist, wobei mittels der Positioniervorrichtung die zu verbindenden Verbindungsflächen (20, 22) für den Verbindungsvorgang exakt zueinander positioniert sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniervorrichtung ein Drehtisch zur Aufnahme des Rotorträgers (14) ist und um ein definiertes Winkelmaß drehbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehtisch auf einer längs verschiebbaren Achse gelagert ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) mindestens eine Einspannvorrichtung (18) aufweist, wobei das Schaufelblatt (12) oder das Schaufelblattteil der Einspannvorrichtung (18) zugeführt wird und mittels der Einspannvorrichtung (18) die Verbindungsfläche (20) des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils gegen die Verbindungsfläche (22) des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) verfahrbar und drückbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) mindestens eine Positions- und Lagekontrollleinrichtung zur Positions- und Lagekontrolle des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils und/oder des Rotorträgers (14) oder des Schaufelblattansatzes (16) des Rotorträgers (14) vor und während eines Verfahrens des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils gegen den Rotorträger (14) oder den Schaufelblattansatz (16) des Rotorträgers (14) aufweist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Positions- und Lagekontrollleinrichtung eine optischen Messvorrichtung ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (12) oder Schaufelblattteil zumindest teilweise von einer Haltevorrichtung (24) umgeben ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (12) oder Schaufelblattteil in die Haltevorrichtung (24) eingegossen oder mit dieser umspritzt ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (24) aus einem auflösbaren Material, insbesondere Polystyrol, besteht.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Induktor (26) in oder an der Haltevorrichtung (24) befestigt ist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem der Verbindungsfläche (20) gegenüberliegenden Ende des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils ein sockelartiges Element (30) zum Halten und zur Führung des Schaufelblatts (12) oder Schaufelblattteils während und nach dem Vorgang des induktiven Hochfrequenzpressschweißens ausgebildet ist.

23. Bauteil hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil ein BLING oder BLISK ist.

\* \* \*

Fig. 1

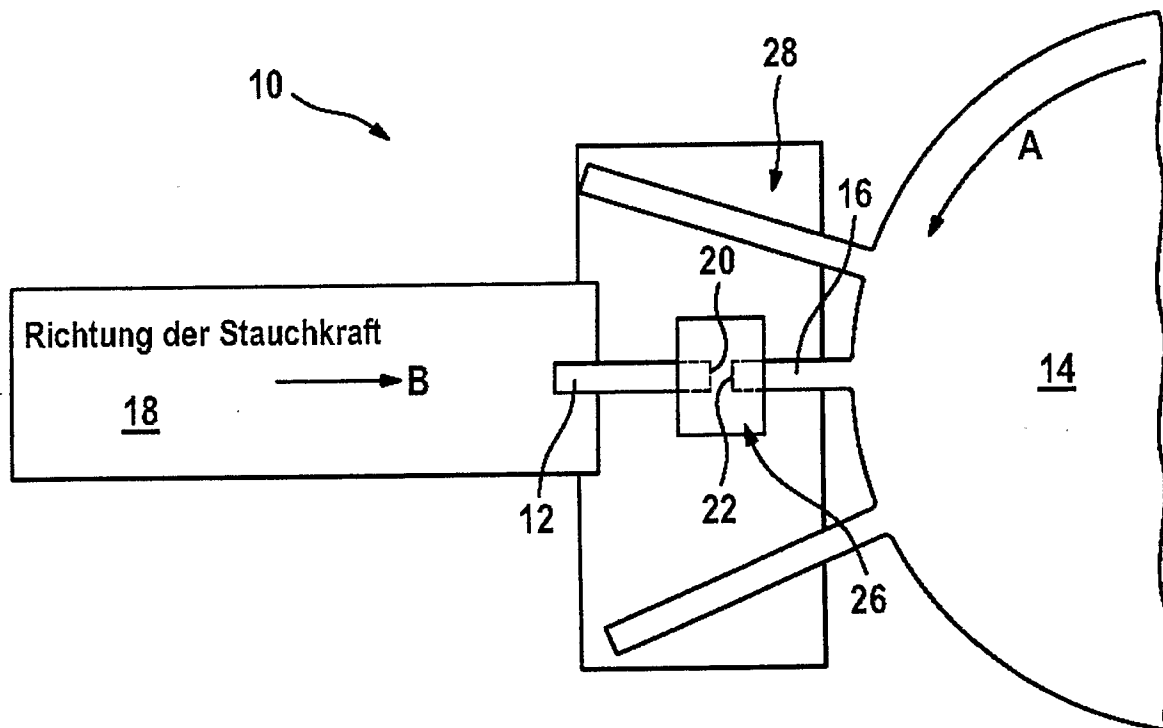
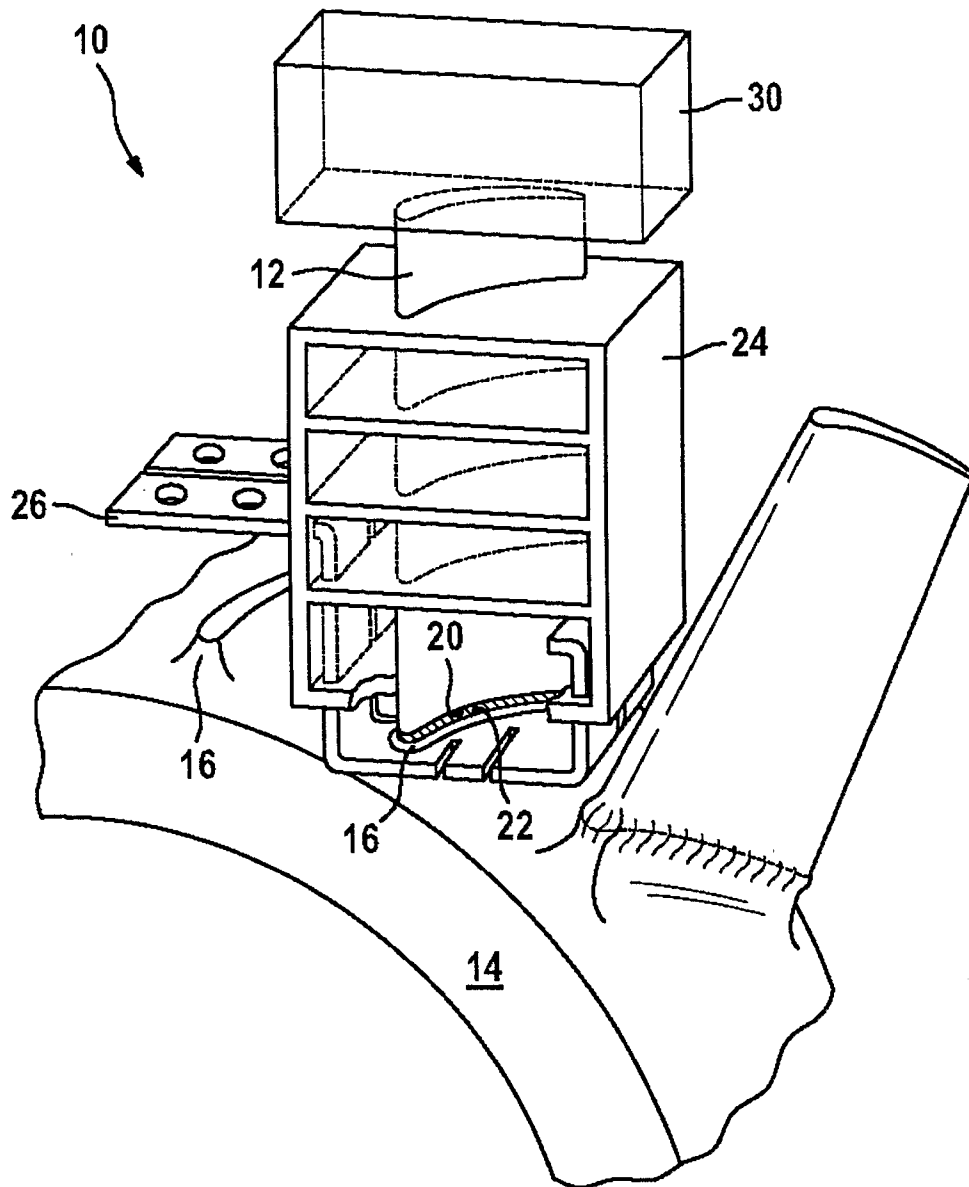


Fig. 2



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/DE2007/000457

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. B23K13/01 B23P6/00 B23P15/00 B23P15/04 B23P19/00  
 B23Q7/02 B23Q16/00 F01D5/30

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 B23Q F01D F04D B25J

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,P	WO 2006/084439 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; E. BAYER ET AL) 17 August 2006 (2006-08-17) claims; figures -----	23
X	WO 03/068457 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; R. MEIER REINHOLD) 21 August 2003 (2003-08-21)	23
Y	page 3, paragraph 2 - page 4, paragraph 3	1-9, 12-20
A	page 8, paragraph 2 - page 12, paragraph 4; figures	10,11, 21,22
Y	US 3 522 645 A (T.C. KENNICOTT) 4 August 1970 (1970-08-04) column 2, line 64 - column 3, line 43 column 5, lines 24-66; figures ----- -/--	1-9, 12-20

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	*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
*E* earlier document but published on or after the international filing date	*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
*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)	*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.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  10 July 2007	Date of mailing of the international search report  19/07/2007
---	--

Name and mailing address of the ISA/ 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	Authorized officer  Jeggy, Thierry
---	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2007/000457

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/232207 A1 (R.A. ALFORD ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) paragraphs [0002], [0050], [0053], [0171]; figures 1,21 -----	5,6,15, 16
X	WO 00/03834 A (MOTOREN TURBINEN UNION ; R. MEIER ET AL) 27 January 2000 (2000-01-27) abstract; figures -----	23
X	DE 103 43 760 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH) 14 April 2005 (2005-04-14) abstract; figures -----	23
A	DE 44 09 686 A1 (BOS BERLIN OBERSPREE SONDERMASCHINENBAU GMBH) 21 September 1995 (1995-09-21) column 4, lines 11-59; figures -----	1-9, 12-20

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/000457

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006084439 A	17-08-2006	DE 102005006047 A1	07-09-2006
WO 03068457 A	21-08-2003	CA 2475330 A1 DE 10206447 A1 EP 1474270 A1 US 2005205644 A1	21-08-2003 28-08-2003 10-11-2004 22-09-2005
US 3522645 A	04-08-1970	NONE	
US 2004232207 A1	25-11-2004	AU 2003253355 A1 CA 2494347 A1 CN 1671502 A WO 2004012895 A1	23-02-2004 12-02-2004 21-09-2005 12-02-2004
WO 0003834 A	27-01-2000	DE 19831736 A1 EP 1112141 A1 ES 2209537 T3 JP 2003517379 T US 6438838 B1	17-02-2000 04-07-2001 16-06-2004 27-05-2003 27-08-2002
DE 10343760 A1	14-04-2005	NONE	
DE 4409686 A1	21-09-1995	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2007/000457

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B23K13/01 B23P6/00 B23P15/00 B23P15/04 B23P19/00  
B23Q7/02 B23Q16/00 F01D5/30

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
B23K B23P B23Q F01D F04D B25J

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,P	WO 2006/084439 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; E. BAYER ET AL) 17. August 2006 (2006-08-17) Ansprüche; Abbildungen -----	23
X	WO 03/068457 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; R. MEIER REINHOLD) 21. August 2003 (2003-08-21)	23
Y	Seite 3, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 3	1-9, 12-20
A	Seite 8, Absatz 2 - Seite 12, Absatz 4; Abbildungen -----	10,11, 21,22
Y	US 3 522 645 A (T.C. KENNICOTT) 4. August 1970 (1970-08-04) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 43 Spalte 5, Zeilen 24-66; Abbildungen ----- -/--	1-9, 12-20

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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juli 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/07/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
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

Bevollmächtigter Bediensteter

Jeggy, Thierry

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2004/232207 A1 (R.A. ALFORD ET AL) 25. November 2004 (2004-11-25) Absätze [0002], [0050], [0053], [0171]; Abbildungen 1,21 -----	5,6,15, 16
X	WO 00/03834 A (MOTOREN TURBINEN UNION ; R. MEIER ET AL) 27. Januar 2000 (2000-01-27) Zusammenfassung; Abbildungen -----	23
X	DE 103 43 760 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH) 14. April 2005 (2005-04-14) Zusammenfassung; Abbildungen -----	23
A	DE 44 09 686 A1 (BOS BERLIN OBERSPREE SONDERMASCHINENBAU GMBH) 21. September 1995 (1995-09-21) Spalte 4, Zeilen 11-59; Abbildungen -----	1-9, 12-20

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/000457

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006084439 A	17-08-2006	DE 102005006047 A1	07-09-2006
WO 03068457 A	21-08-2003	CA 2475330 A1	21-08-2003
		DE 10206447 A1	28-08-2003
		EP 1474270 A1	10-11-2004
		US 2005205644 A1	22-09-2005
US 3522645 A	04-08-1970	KEINE	
US 2004232207 A1	25-11-2004	AU 2003253355 A1	23-02-2004
		CA 2494347 A1	12-02-2004
		CN 1671502 A	21-09-2005
		WO 2004012895 A1	12-02-2004
WO 0003834 A	27-01-2000	DE 19831736 A1	17-02-2000
		EP 1112141 A1	04-07-2001
		ES 2209537 T3	16-06-2004
		JP 2003517379 T	27-05-2003
		US 6438838 B1	27-08-2002
DE 10343760 A1	14-04-2005	KEINE	
DE 4409686 A1	21-09-1995	KEINE	