

(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
29. Dezember 2010 (29.12.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/149480 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 20/12 (2006.01) F01D 5/06 (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/057906

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juni 2010 (07.06.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 030 042.2 23. Juni 2009 (23.06.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ALBUZAT, Ulrike**
[DE/DE]; Suhler Weg 19, 68309 Mannheim (DE). **FER-
LING, Bruno** [DE/DE]; Robert Kochstraße 23, 67259
Beindersheim (DE). **MÜNCH, Günter** [DE/DE]; Ficht-
eck 29, 67316 Carlsberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMO-
TIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TURBINE ROTOR FOR A TURBOCHARGER, TURBOCHARGER AND METHOD FOR PRODUCING A TURBI-
NE ROTOR

(54) Bezeichnung : TURBINENLÄUFER FÜR EINEN TURBOLADER, TURBOLADER UND VERFAHREN ZUR HER-
STELLUNG EINES TURBINENLÄUFERS

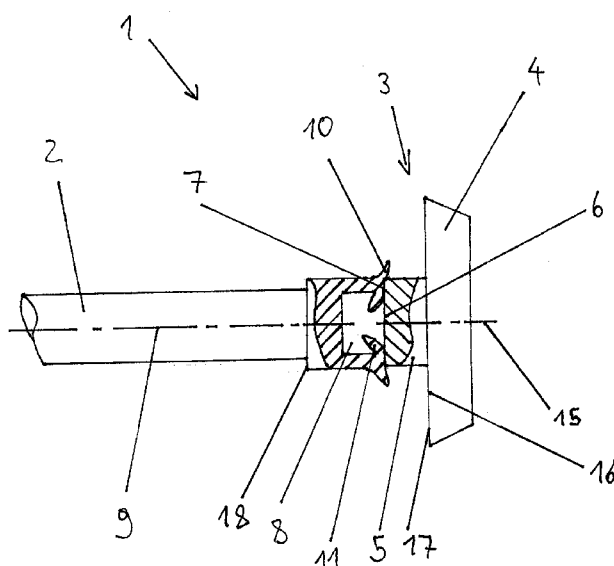


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a turbine rotor for a turbocharger, in particular for a motor vehicle, having a turbine wheel which is formed in one piece and which has a turbine blade arrangement and a solid turbine wheel shoulder with a first end surface without cavities or depressions, and having a rotor shaft which is formed in one piece and which has a second end surface (7) with a depression (8) arranged coaxially with respect to the rotational axis (9), wherein the first end surface of the turbine wheel shoulder is connected to a second end surface of the rotor shaft in a cohesive fashion by means of a friction weld. The present invention also relates to a turbocharger and to a method for producing a turbine rotor according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Turbinenläufer für einen Turbolader, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem einstückig ausgebildeten Turbinenrad, welches eine Turbinenbeschaufelung und einen massiv ausgebildeten Turbinenradabsatz mit einer ersten Stirnfläche, ohne Hohlräume oder Vertiefungen, aufweist, und mit einer einstückig ausgebildeten Läuferwelle, die eine zweite Stirnfläche (7) mit einer coaxial zur Drehachse (9) angeordnete Vertiefung (8) aufweist, wobei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



die erste Stirnfläche des Turbinenradabsatzes mit einer zweiten Stirnfläche der Läuferwelle stoffschlüssig durch eine Reibschweißverbindung verbunden ist. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen Turbolader und ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers.

Beschreibung

Turbinenläufer für einen Turbolader, Turbolader und Verfahren zur Herstellung eines Turbinenläufers

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Turbinenläufer für einen Turbolader. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ferner auf einen Turbolader und auf ein Verfahren zur Herstellung eines Turbinenläufers.

10

Die DE 10 2007 018 618 A1 beschreibt den allgemein bekannten Aufbau eines Turboladers zur Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der im Wesentlichen aus einer Radialturbine mit einem Turbinenrad, welches vom

15 Abgasstrom des Verbrennungsmotors angetrieben wird, und einem im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors angeordneten Radialverdichter mit einem Verdichterrad, das durch eine Läuferwelle drehfest mit dem Turbinenrad verbunden ist, besteht. Das Turbinenrad ist meist durch einen Stoffschluss und das Verdichterrad ist meist durch einen Formschluss mit der Läuferwelle
20 verbunden. Die Baugruppe Läuferwelle und Turbinenrad wird nachfolgend als Turbinenläufer des Abgasturboladers bezeichnet.

25 Durch meist sehr unterschiedliche Anforderungen an solche Turbinenräder einerseits, welche aufgrund der heißen Abgase des Verbrennungsmotors zum Teil sehr hohe Temperaturen und aufgrund der im Betrieb des Turboladers auftretenden, sehr hohen Drehzahlen von bis zu 300.000 U/min hohen Fliehkräften
30 ausgesetzt sind, und an Läuferwellen andererseits, welche als Teil des Lagerungssystems des Turboladers eine hohe Wechselbiegebelastung aufnehmen müssen, sind die jeweiligen Werkstoffe,

aus denen diese Bauteile gefertigt sind, typischerweise sehr unterschiedlich.

Aufgrund der im Betrieb eines Turboladers auftretenden hohen mechanischen Belastungen auf den Turbinenläufer hat sich bei modernen Turboladern im Kraftfahrzeugbereich das Schweißen als Verbindungstechnik zur Verbindung des Turbinenrades und der Läuferwelle als das Verfahren der Wahl durchgesetzt. Aufgrund der eben genannten unterschiedlichen Werkstoffe für das Turbinenrad und die Läuferwelle findet als Schweißverfahren zur Verbindung dieser Bauteile vor allem das Rotationsreibschweißverfahren Anwendung.

Sowohl die DE 697 18 713 T2 als auch die WO 2008/046556 A2 und die EP 1 002 935 A1 beschreiben Verfahren zum Rotationsreibschweißverbinden einer Läuferwelle mit einem Turbinenrad. Beim Rotationsreibschweißen wird entweder die Läuferwelle oder das Turbinenrad auf eine bestimmte Drehzahl gebracht und dann an das stehende Bauteil angedrückt. Dadurch entsteht Reibungswärme und die Materialien verschweißen miteinander. Durch das Andrücken des sich drehenden Bauteils an das stehende Bauteil wird aber auch Material des weicheren Schweißpartners im teigigen Zustand zur Seite weggedrückt. Zur Außenfläche der Läuferwelle hin stellt dies kein Problem dar, da dem weggedrückten Material genügend Raum zur Verfügung steht. Dieses nach außen gedrückte Material kann in einem, dem Rotationsreibschweißvorgang nachfolgenden Arbeitsschritt leicht mittels eines Spanverfahrens entfernt werden.

In Richtung der Drehachse der Läuferwelle muss dem wegfließenden Material aber ein Hohlraum zur Verfügung gestellt werden, damit es nicht zu einem Materialaufstau und damit zu einer unzureichenden Festigkeit der Schweißverbindung kommt.

Dieser Hohlraum ist, wie zum Beispiel in der JP 580 50 189 A offenbart, in beiden Schweißpartnern vorgesehen, was beim Turbinenrad dazu führt, dass die Festigkeit des Turbinenradrückens durch die vorgesehene Aussparung herabgesetzt werden
5 kann. Dadurch kann es zu einem Materialbruch im Turbinenrad bis hin zur Zerstörung des Turboladers kommen.

Weiterhin muss das Turbinenrad von der Seite der Verdichter-
beschaukelung an die Turbinenradnabe angegossen werden, da
10 der Hohlraum dann mitgegossen werden kann und somit kein zeit- und kostenaufwändiges spanendes Herstellen des Hohlraums erforderlich ist. Dies führt allerdings zu einer strömungsungünstigen Form der Turbinenradnabe, da die Nabe mit einem großen Querschnitt versehen werden muss, damit das
15 Gussmaterial nicht frühzeitig erstarrt.

Die Positionierung des Angusses an der Turbinenradnabe führt sehr häufig - ohne weitere Maßnahmen - zu einer deutlich schlechteren Ausbildung des Werkstoffgefüges im Bereich der
20 Turbinenradnabe und der Turbinenradbeschaukelung.

Die eben genannten Nachteile, welche insgesamt einen nicht optimalen Turbinenläufer zur Folge haben, gilt es selbstverständlich zu vermeiden.
25

Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Turbinenläufer vorzuschlagen.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Turbinenläufer mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und/oder durch einen Turbolader mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 und/oder

durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst.

Demgemäß ist vorgesehen:

5

Ein Turbinenläufer für einen Turbolader, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einer einstückig ausgebildeten Läuferwelle, und mit einem einstückig ausgebildeten Turbinenrad, welches eine Turbinenbeschaufelung und einen massiv ausgebildeten Turbinenradabsatz aufweist, wobei die Turbinenbeschaufelung und der Turbinenradabsatz auf entgegen gesetzten Stirnflächen des Turbinenrades angeordnet sind, und wobei eine erste Stirnfläche des Turbinenradabsatzes mit einer zweiten Stirnfläche der Läuferwelle durch Rotationsreibverschweißen stoffschlüssig verbunden ist. Dabei ist der massive Turbinenradabsatz ohne Hohlräume oder Vertiefungen ausgebildet und die zweite Stirnfläche der Läuferwelle weist eine koaxial zur Drehachse angeordnete Vertiefung auf, die zur Aufnahme von plastifiziertem Material des Turbinenradabsatzes und/oder der Läuferwelle dient.

Ein Turboladere für ein Kraftfahrzeug, mit einem erfindungsgemäßen Turbinenläufer, wobei der Turbolader ein Turbinengehäuse, das Turbinenrad, welches in dem Turbinengehäuse angeordnet ist, ein Verdichtergehäuse, ein in dem Verdichtergehäuse angeordnetes Verdichterrad und die Läuferwelle, welche das Turbinenrad mit dem Verdichterrad drehfest verbindet, aufweist. Hierdurch ist es möglich, den erfindungsgemäßen Turbinenläufer mit den zuvor beschriebenen Vorteilen in einem Turbolader vorzugsweise bei einem Kraftfahrzeug einzusetzen.

Ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers, mit den nacheinander erfolgenden Schritten: Koaxiales Einspannen der Läuferwelle und des Turbinenrades in eine Rotationsreibschweißvorrichtung; Rotieren der Läuferwelle; Aufpressen der zweiten Stirnfläche der Läuferwelle auf die erste Stirnfläche des Turbinenradabsatzes; und Miteinander Rotationsreibverschweißen der mit ihren Stirnflächen aufeinander aufgepressten Läuferwelle und Turbinenradabsatz.

Die Läuferwelle und das Turbinenrad bilden je ein einteiliges und vorzugsweise sogar ein einstückiges Bauteil. Das Turbinenrad weist eine Turbinenbeschaufelung und einen massiv ausgebildeten Turbinenradabsatz auf. Unter massivem Turbinenradabsatz wird im Folgenden verstanden, dass der Turbinenradabsatz weitgehend ohne Hohlräume oder Vertiefungen und damit als möglichst formstabiles Element ausgebildet ist. Die Turbinenbeschaufelung und der Turbinenradabsatz sind auf entgegen gesetzten Stirnflächen des Turbinenrades angeordnet. Eine erste Stirnfläche des Turbinenradabsatzes ist mit einer zweiten Stirnfläche der Läuferwelle stoffschlüssig verbunden. Die stoffschlüssige Verbindung wird erfindungsgemäß durch Rotationsreibverschweißen erzeugt. Hierbei wird die Läuferwelle in Rotation versetzt und mit einer definierten Kraft koaxial auf den Turbinenradabsatz des stehenden Turbinenrades gepresst.

25

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht vor allem darin, den Turbinenradabsatz massiv, ohne Hohlräume oder Vertiefungen auszubilden und nur in der Stirnfläche der Läuferwelle eine Vertiefung zur Aufnahme von plastifiziertem Material des Turbinenradabsatzes und/oder der Läuferwelle vorzusehen. Hierdurch wird zuverlässig verhindert, dass es zu einem Aufstau von plastifiziertem Material kommt, wodurch die Zuverlässigkeit der stoffschlüssigen Verbindung zwischen dem

30

Turbinenrad und der Läuferwelle verringert werden würde. Dadurch ist es möglich, eine stoffschlüssige Verbindung mit hoher Zuverlässigkeit zwischen der Läuferwelle und dem Turbinenrad zur Verfügung zu stellen.

5 Darüber hinaus ist dies in herstellungstechnischer Sicht besonders kosteneffektiv. Im Gegensatz zu bekannten Lösungen ist es damit nicht erforderlich, eine durch ein Gussverfahren oder ein spanendes Verfahren herzustellende Vertiefung in dem Turbinenradabsatz vorzusehen. Erfindungsgemäß kann somit auch
10 effektiv verhindert werden, dass es zu einem Materialbruch im Turbinenrad aufgrund der Kerbwirkung einer Vertiefung im Turbinenradabsatz kommt. Gleichzeitig wird eine zuverlässige stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Turbinenrad und der Läuferwelle gewährleistet.

15

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen und aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren der Zeichnung.

20

In einer typischen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Turbinenradabsatz als ein sich aus einer der Stirnflächen des Turbinenrades erhebender, zu einer Drehachse des Turbinenrades rotationssymmetrischer Vorsprung ausgebildet.

25 Hierdurch ist es möglich, den Turbinenradabsatz schnell und kostengünstig mittels eines spanenden Verfahrens, wie zum Beispiel Rundschleifen oder Drehen, zu bearbeiten. Hierdurch reduzieren sich die Herstellungskosten des erfindungsgemäßen Turbinenläufers.

30

In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die erste Stirnfläche, die am Turbinenradabsatz vorgesehen ist, mit der zweiten Stirnfläche, die an der Läuferwelle

vorgesehen ist, rotationsreibverschweißt, wobei die Läuferwelle coaxial zu dem Turbinenradabsatz ausgerichtet ist. Dadurch können unterschiedliche Materialien der Läuferwelle und des Turbinenradabsatzes schnell und zuverlässig über einen

5 Stoffschluss verbunden werden. Hierdurch reduzieren sich die Herstellungskosten des Turbinenläufers und die Zuverlässigkeit der stoffschlüssigen Verbindung zwischen dem Turbinenrad und der Läuferwelle wird signifikant erhöht.

10 In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Vertiefung coaxial zu einer Drehachse der Läuferwelle angeordnet, wodurch die Vertiefung einfach und schnell durch Drehen herstellbar ist. Hierdurch reduzieren sich die Herstellkosten und die Herstellzeit des erfindungsgemäßen Turbinenläufers.

15

In einer ebenso bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Läuferwelle aus einem legierten Edelstahl, insbesondere aus einem legierten Edelstahl mit den Hauptlegierungskomponenten Chrom, Molybdän und Vanadium gefertigt.

20 Hierdurch ist es möglich, dass die Läuferwelle als Teil des Lagerungssystems eines Turboladers eine hohe Wechselbiegebelastung aufnehmen kann. Hierdurch erhöht sich die Lebensdauer des Turbinenläufers und damit die Lebensdauer des Turboladers.

25

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Turbinenrad aus einer nickelbasierten Legierung, insbesondere aus einer nickelbasierten Legierung für Hochtemperaturanwendungen gefertigt. Dadurch widersteht das Turbinenrad sehr hohen Abgastemperaturen und den im Betrieb eines Turboladers auftretenden hohen Fliehkräften. Hierdurch wird die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Turbinenläufers in vorteilhafter Weise erhöht.

30

In einer ebenso bevorzugten Ausgestaltung ist das Turbinenrad ein im Metallguss hergestelltes Turbinenrad, welches einen Anguss aufweist, der auf der ersten Stirnfläche angeordnet ist. Durch das Angiessen des Turbinenrades über den Turbinenradabsatz ergibt sich im Bereich der Turbinenbeschaufelung und der Turbinennabe ein verbessertes Werkstoffgefüge und die Turbinennabe kann strömungsgünstiger gestaltet werden. Hierdurch wird zum Einen die Versagungswahrscheinlichkeit der Turbinenbeschaufelung aufgrund einer schlechten Werkstoffgefügeausbildung reduziert. Zum Anderen wird durch eine strömungsgünstigere Turbinennabe der Wirkungsgrad eines Turboladers mit einem erfindungsgemäßen Turbinenläufer verbessert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung wird ein beim Rotationsreibverschweißen erzeugter ringförmiger Schweißwulst, welcher an einer Mantelfläche der Läuferwelle und an einer Mantelfläche des Turbinenradabsatzes vorhanden ist, nachträglich entfernt. Hierdurch ist es möglich, den Übergang zwischen der Läuferwelle und dem Turbinenradabsatz in die gewünschte Form, beispielsweise in die Form eines Lagersitzes zur Lagerung der Läuferwelle zu bringen.

Der Schweißwulst kann dabei durch ein spanendes Verfahren, insbesondere durch ein Rundschleifverfahren entfernt werden. Hierdurch ist es möglich, durch Verwendung einer entsprechenden Formscheibe den Übergang zwischen der Läuferwelle und dem Turbinenradsatz schnell und kostengünstig in die endgültige Form zu bringen. Hierdurch werden die Herstellungskosten und die Herstellungszeit für den erfindungsgemäßen Turbinenläufer reduziert.

Die oben genannten Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich in beliebiger Weise - sofern sinnvoll - miteinander kombinieren.

- 5 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers; und
10

Fig. 2a-c eine schematische Ansicht eines Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers.

- 15 In den Figuren der Zeichnung sind - sofern nichts anderes ausgeführt ist - gleiche Bauteile, Elemente und Merkmale mit denselben Bezugszeichen versehen worden.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers. Der hier mit
20 Bezugszeichen 1 bezeichnete erfindungsgemäße Turbinenläufer weist eine bevorzugt einstückig ausgebildete Läuferwelle 2 mit einer Drehachse 9 und ein bevorzugt einstückig ausgebildetes Turbinenrad 3 mit einer Drehachse 15 auf. Unter einstückig ist im Folgenden zu verstehen, dass die entsprechenden
25 Bauteile aus nur einem Element bestehen und durchgängig aus demselben Werkstoff gefertigt sind. Das Turbinenrad 3 weist eine Turbinenbeschaufelung 4 und einen Turbinenradabsatz 5 auf. Die Turbinenbeschaufelung 4 und der Turbinenradabsatz 5
30 sind auf entgegengesetzten Stirnflächen 16, 17 des Turbinenrades 3 angeordnet. Der Turbinenradabsatz 5 ist als ein sich aus der Stirnfläche 17 des Turbinenrades 3 erhebender, zu der Drehachse 15 rotationssymmetrischer Vorsprung ausgebildet.

Alternativ dazu kann der Turbinenradabsatz 5 in der Aufsicht auf die Stirnfläche 17 auch eine rechteckige oder beispielsweise vieleckige oder jede andere beliebige Form aufweisen. Der Turbinenradabsatz 5 weist weiterhin eine erste Stirnfläche 6 auf. Der Turbinenradabsatz 5 ist massiv ausgebildet, d. h. er weist keine Hohlräume oder Vertiefungen auf.

Die Läuferwelle 2 weist eine Drehachse 9 und eine zweite Stirnfläche 7 auf. Die zweite Stirnfläche 7 weist eine Vertiefung 8 auf, welche bevorzugt koaxial zu der Drehachse 9 angeordnet ist. Die Vertiefung 8 ist bevorzugt als zur Drehachse 9 koaxial ausgebildete zylinderförmige Vertiefung 8 vorgesehen. Alternativ dazu kann die Vertiefung 8 in der Aufsicht auf die zweite Stirnfläche 7 auch als rechteckförmige oder vieleckförmige Vertiefung 8 ausgebildet sein. Die Läuferwelle 2 weist bevorzugt einen Läuferwellenabsatz 18 auf, in welchem die Vertiefung 8 vorgesehen ist.

Die erste Stirnfläche 6 des Turbinenradabsatzes 5 ist mit der zweiten Stirnfläche 7 der Läuferwelle 2 stoffschlüssig durch Rotationsreibverschweißen verbunden, wobei die Läuferwelle 2 koaxial zu dem Turbinenradabsatz 5 ausgerichtet ist. Die Vertiefung 8 dient der Aufnahme eines inneren Schweißwulstes 11, welcher beim Rotationsreibverschweißen entsteht. Ein äußerer Schweißwulst 10 ist an einer Mantelfläche der Läuferwelle 2 und an einer Mantelfläche des Turbinenradabsatzes 5 vorhanden.

Das Turbinenrad 3 ist bevorzugt aus einer nickelbasierten Legierung, insbesondere aus einer nickelbasierten Legierung für Hochtemperaturanwendungen gefertigt. Bevorzugt ist das Turbinenrad 3 ein im Metallguss hergestelltes Turbinenrad 3. Das Rohteil des Turbinenrades 3 weist einen Anguss auf, welcher

auf der ersten Stirnfläche 6 angeordnet ist. Hierdurch ist es möglich eine in der Fig. 1 nicht dargestellte Turbinenradnabe sehr strömungsgünstig zu gestalten. Weiterhin ergibt sich durch das Angiessen des Rohteils des Turbinenrades 3 über den
5 Turbinenradabsatz 5 eine besonders gute Gefügeausbildung im Bereich der Turbinenbeschaufelung 4 und der Turbinennabe. Die Läuferwelle 2 ist aus einem legierten Edelstahl, insbesondere aus einem legierten Edelstahl mit den Hauptlegierungskomponenten Chrom, Molybdän und Vanadium gefertigt. Hierdurch er-
10 gibt sich eine hervorragende Biegeweichselfestigkeit der Läuferwelle 2.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers 1.

15

Fig. 2a zeigt zunächst das Turbinenrad 3 mit der Drehachse 15, dem Turbinenradabsatz 5 und der ersten Stirnfläche 6. Weiterhin zeigt Fig. 2a die Läuferwelle 2 mit der Drehachse 9, der zweiten Stirnfläche 7 und der Vertiefung 8.

20

Nachfolgend werden die Verfahrensschritte eines möglichen Verfahrens zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Turbinenläufers 1 beschrieben:

25 Zunächst werden die Läuferwelle 2 und das Turbinenrad 3 koaxial in eine Rotationsreibschweißvorrichtung eingespannt. Die Rotationsreibschweißvorrichtung ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Das Turbinenrad 3 wird dabei bevorzugt drehfest eingespannt. Die Läuferwelle 2 wird, wie in Fig. 2a gezeigt,
30 in Rotation 12 versetzt. Alternativ dazu kann auch die Läuferwelle 2 drehfest eingespannt sein und das Turbinenrad 3 in Rotation versetzt werden oder beide Fügepartner werden in Rotation versetzt.

Wie in Fig. 2b dargestellt, wird die in Rotation 12 versetzte Läuferwelle 2 auf das Turbinenrad 3 axial in Richtung der Drehachse 9 zu bewegt. Hierbei nähern sich die erste Stirn-
5 fläche 6 und die zweite Stirnfläche 7 an.

Sobald ein Kontakt zwischen der ersten Stirnfläche 6 und der zweiten Stirnfläche 7 besteht wird, wie in Fig. 2c dargestellt, die rotierende 12 Läuferwelle 2 mit einer definierten
10 Kraft 14 auf den Turbinenradabsatz 5 des Turbinenrades 3 auf-
gepresst. Die Größe der Kraft 14 und die Umfangsgeschwindigkeit der Rotation 12 ist im Wesentlichen abhängig von der Materialpaarung der zu verschweißenden Fügepartner und den
Durchmessern der Läuferwelle 2 bzw. des Läuferwellenabsatzes
15 18 und des Turbinenradabsatzes 5. Durch das Aufpressen und
Rotieren 12 entsteht Reibungswärme und die Materialien der
mit ihren Stirnflächen 6, 7, aufeinandergepressten Läuferwelle 2 und Turbinenradabsatz 5 werden miteinander rotations-
reibverschweißt. Durch das Aufpressen der rotierenden 12 Läu-
20 ferwelle 2 auf das stehende Turbinenrad 3 wird aber auch Material der Fügepartner im teigigen Zustand zur Seite, d.h.
aus dem Bereich der Schweißnaht heraus, weggedrückt. Der dadurch erzeugte ringförmige äußere Schweißwulst 10, welcher an einer Mantelfläche der Läuferwelle 2 und an einer Mantelflä-
25 che des Turbinenradabsatzes 5 vorhanden ist, wird nachträglich entfernt. Dieses Entfernen des Schweißwulstes 10 ist in der Fig. 2 nicht dargestellt. Bevorzugt wird der Schweißwulst 10 durch ein spanendes Verfahren, insbesondere durch ein
Rundschleifverfahren mit Formscheiben entfernt. Durch die An-
30 wendung einer entsprechenden Formscheibe kann der Übergang
zwischen der Läuferwelle 2 und dem Turbinenradabsatz 5
schnell und kostengünstig in eine gewünschte endgültige Form
gebracht werden. Bei dem Rundschleifen kann auch der an der

Läuferwelle 2 vorgesehene Läuferwellenabsatz 18 auf den gewünschten Durchmesser der Läuferwelle 2 heruntergeschliffen werden. In Richtung der Drehachse 9 der Läuferwelle 2 fließendes teigiges Material wird von dem Hohlraum 8 aufgenommen.

5 Dadurch kann es nicht zu einem Materialaufstau im Bereich der Schweißnaht und damit zu einer unzureichenden Festigkeit der rotationsreibverschweißten Verbindung der Fügepartner kommen.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vollständig beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Insbesondere können Merkmale der einzelnen, oben aufgeführten Ausführungsbeispiele - sofern dies technisch sinnvoll ist - beliebig miteinander kombiniert werden.

15

In einer bevorzugten Modifikation der vorliegenden Erfindung ist die Turbinenbeschaufelung nicht als integraler Bestandteil des Turbinenrades ausgebildet, sondern von diesem trennbar. Hierdurch ist es vorteilhafterweise möglich, die Turbinenbeschaufelung bei Beschädigungen auszutauschen oder für die Turbinenbeschaufelung einen anderen Werkstoff, wie beispielsweise einen keramischen Werkstoff als den Basiswerkstoff des Turbinenrades einzusetzen. Hierdurch erweitert sich der Einsatzbereich des erfindungsgemäßen Turbinenläufers.

20

Die aufgeführten Materialien, Zahlenangaben und Dimensionen sind beispielhaft zu verstehen und dienen lediglich der Erläuterung der Ausführungsformen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung.

25

Der angegebene Turbinenläufer und der angegebene Turbolader sind besonders vorteilhaft im Kraftfahrzeugbereich und hier vorzugsweise bei Personenkraftfahrzeugen, beispielsweise bei

30

Diesel- oder Ottomotoren, einsetzbar, lassen sich bei Bedarf allerdings auch bei beliebig anderen Turboladeranwendungen einsetzen.

Patentansprüche

1. Turbinenläufer (1) für einen Turbolader, insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
- 5 - mit einem einstückig ausgebildeten Turbinenrad (3), welches eine Turbinenbeschaufelung (4) und einen Turbinenradabsatz (5) mit einer ersten Stirnfläche aufweist, wobei die Turbinenbeschaufelung (4) und der Turbinenradabsatz (5) auf entgegensetzten Stirnflächen (16, 17)
- 10 des Turbinenrades (3) angeordnet sind, und
- mit einer einstückig ausgebildeten Läuferwelle (2), welche eine Drehachse (9) und eine zweite Stirnfläche (7) aufweist,
- wobei die erste Stirnfläche (6) des Turbinenradabsatzes
- 15 (5) mit der zweiten Stirnfläche (7) der Läuferwelle (2) durch rotationsreibverschweißen stoffschlüssig verbunden ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass der Turbinenradabsatz (5) massiv, ohne Hohlräume oder Vertiefungen ausgebildet ist
- 20 und die zweite Stirnfläche (7) eine koaxial zur Drehachse (9) angeordnete Vertiefung (8) aufweist, die zur Aufnahme von plastifiziertem Material des Turbinenradabsatzes (5) und/oder der Läuferwelle (2) dient.
- 25 2. Turbinenläufer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Turbinenradabsatz (5) als ein sich aus einer der Stirnflächen (16, 17) des Turbinenrades (3) erhebender, zu einer Drehachse (15) des Turbinenrades (3) rotationssymmetrischer Vorsprung ausgebildet ist.
- 30 3. Turbinenläufer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Läuferwelle (2) koaxial zu dem Turbinenradabsatz (5) ausgerichtet ist.

4. Turbinenläufer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Läuferwelle (2) aus ei-
nem legierten Edelstahl, insbesondere aus einem legier-
ten Edelstahl mit den Hauptlegierungskomponenten Chrom,
Molybdän und Vanadium, gefertigt ist.
5. Turbinenläufer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenrad (3) aus ei-
ner nickelbasierten Legierung, insbesondere aus einer
nickelbasierten Legierung für Hochtemperaturanwendungen,
gefertigt ist.
6. Turbinenläufer nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Turbinenrad (3) ein im
Metallguss hergestelltes Turbinenrad (3) ist, welches
einen Anguss aufweist, der auf der ersten Stirnfläche
(6) angeordnet ist.
7. Turbolader für ein Kraftfahrzeug, mit einem Turbinenläu-
fer (1) mit Merkmalen gemäß zumindest einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
wobei das Turbinenrad (3), in einem Turbinengehäuse an-
geordnet ist und
ein Verdichterrad in einem Verdichtergehäuse angeordnet
ist und
die Läuferwelle (2) das Turbinenrad (3) mit dem Verdich-
terrada drehfest verbindet.

8. Verfahren zur Herstellung eines Turbinenläufers (1) mit Merkmalen gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6 mit den nacheinander erfolgenden Schritten:

- Koaxiales Einspannen eines Turbinenrades, das einen massiv ausgebildeten Turbinenradabsatz mit einer ersten Stirnfläche und ohne Hohlräume oder Vertiefungen (5) aufweist, in eine Rotationsreibschweißvorrichtung
- Koaxiales Einspannen einer Läuferwelle (2), die eine zweite Stirnfläche (7) mit einer koaxial zur Drehachse (9) angeordnete Vertiefung (8) aufweist, in die Rotationsreibschweißvorrichtung;
- Rotieren der Läuferwelle (2);
- Aufpressen der zweiten Stirnfläche (7) der Läuferwelle (2) auf die erste Stirnfläche (6) des Turbinenradabsatzes (5); und
- Miteinander Rotationsreibverschweißen der mit ihren Stirnflächen (6, 7) aufeinander aufgepressten Läuferwelle (2) und Turbinenradabsatz (5).

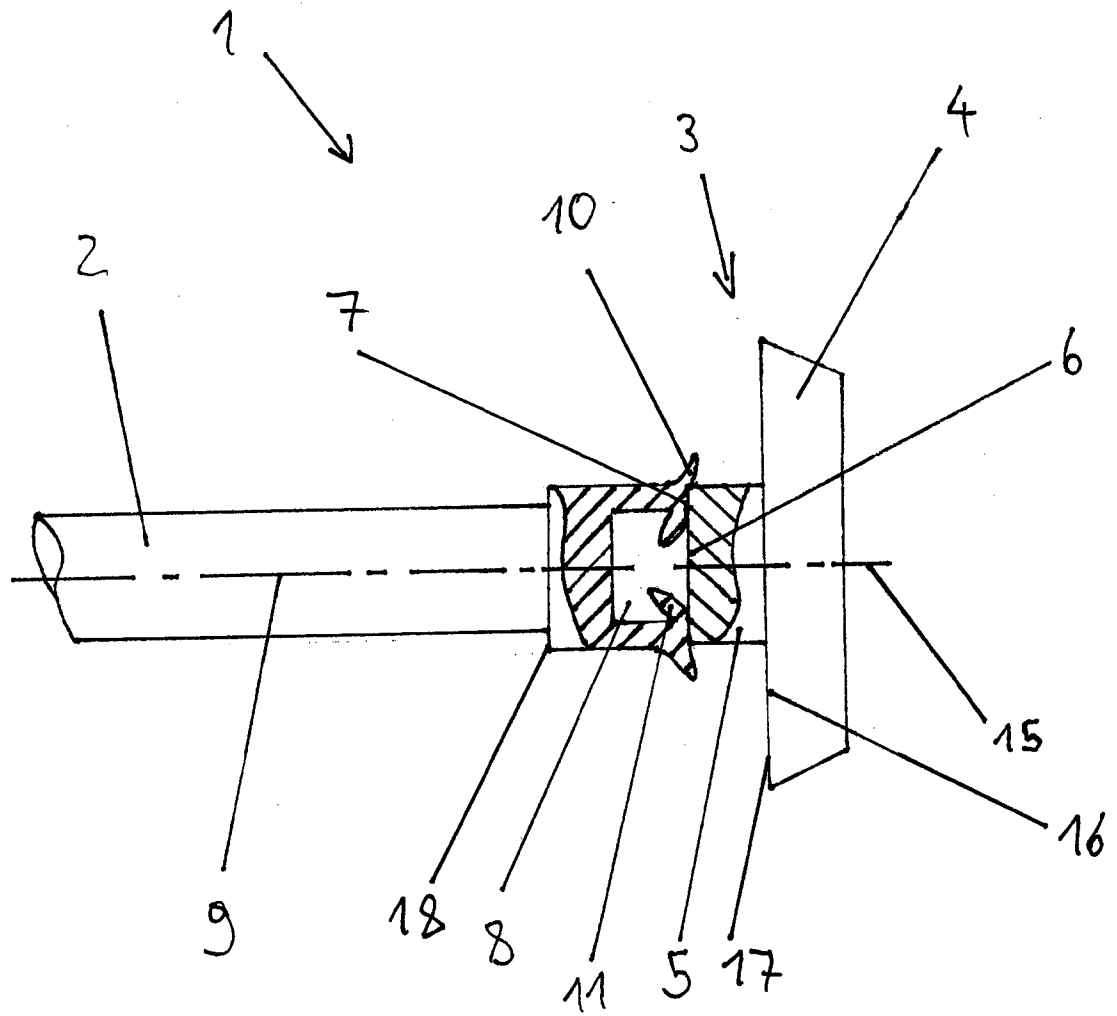


Fig. 1

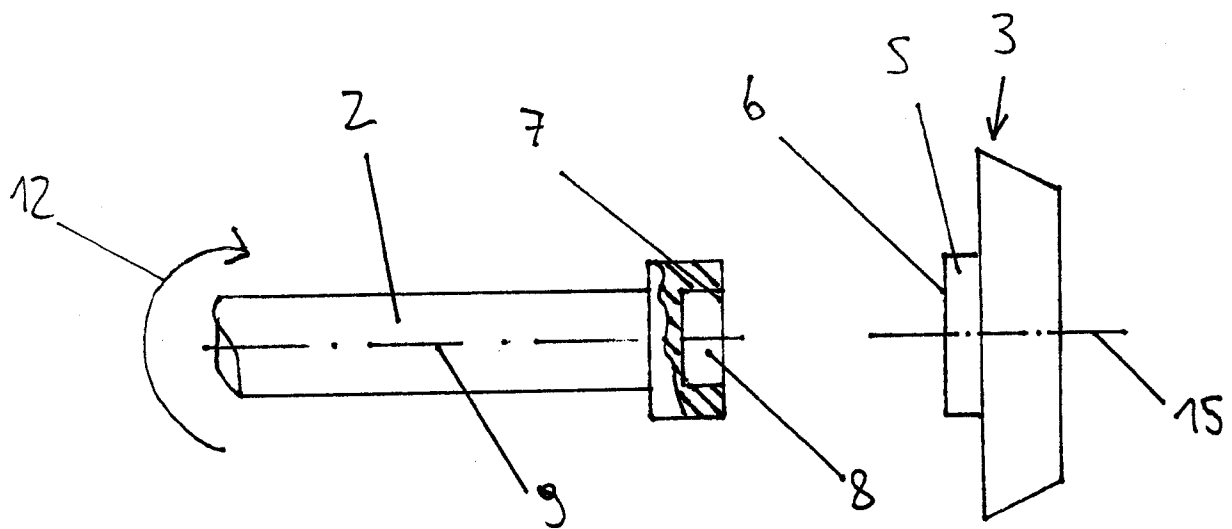


Fig. 2a

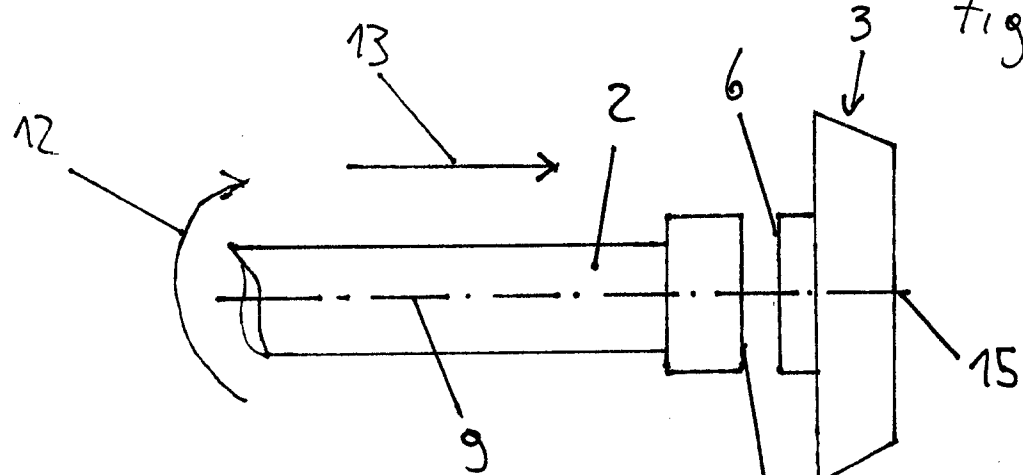


Fig. 2b

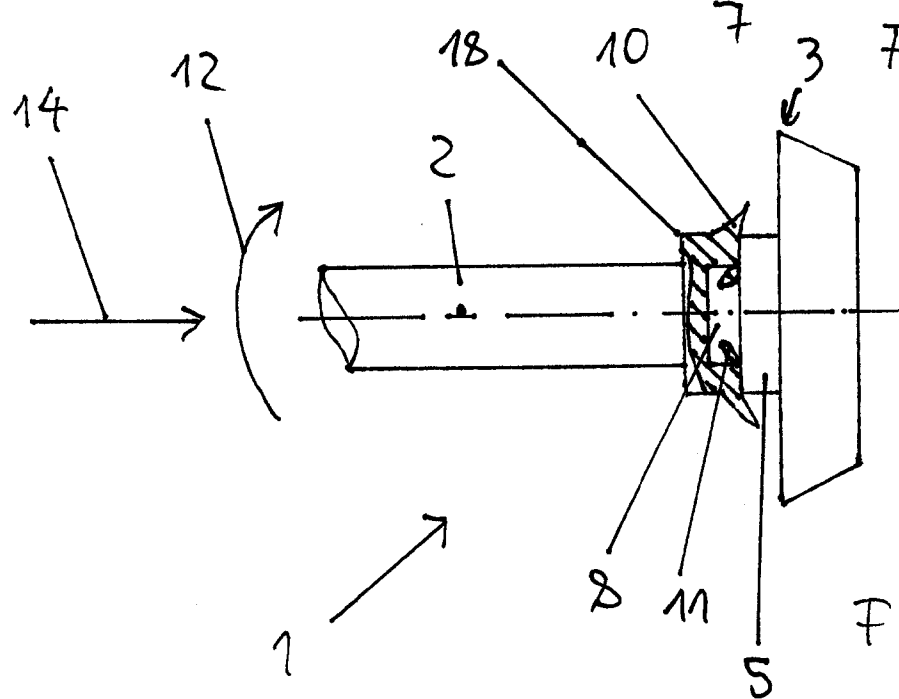


Fig. 2c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/057906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23K20/12 F01D5/02 F01D5/06
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 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 421 201 A (OBERLE THEODORE L ET AL) 14 January 1969 (1969-01-14) column 3, lines 1-37; figure 1 -----	1-8
A	FR 2 864 157 A1 (INGERSOLL RAND ENERGY SYSTEMS [US]) 24 June 2005 (2005-06-24) page 11, line 11 - page 13, line 26; figures 4-7 -----	1-8
A	JP 2 157403 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; MHI SAGAMI HIGHTEC KK) 18 June 1990 (1990-06-18) * abstract -----	1-8
A	JP 61 046384 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6 March 1986 (1986-03-06) * abstract -----	1-8

☐ 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

16 August 2010

Date of mailing of the international search report

07/09/2010

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

Vedoato, Luca

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2010/057906

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3421201	A	14-01-1969	GB 1114458 A	22-05-1968
FR 2864157	A1	24-06-2005	GB 2410065 A	20-07-2005
			US 2005132695 A1	23-06-2005
JP 2157403	A	18-06-1990	NONE	
JP 61046384	A	06-03-1986	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/057906

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B23K20/12 F01D5/02 F01D5/06
 ADD.

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 421 201 A (OBERLE THEODORE L ET AL) 14. Januar 1969 (1969-01-14) Spalte 3, Zeilen 1-37; Abbildung 1	1-8
A	FR 2 864 157 A1 (INGERSOLL RAND ENERGY SYSTEMS [US]) 24. Juni 2005 (2005-06-24) Seite 11, Zeile 11 - Seite 13, Zeile 26; Abbildungen 4-7	1-8
A	JP 2 157403 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; MHI SAGAMI HIGHTEC KK) 18. Juni 1990 (1990-06-18) * Zusammenfassung	1-8
A	JP 61 046384 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6. März 1986 (1986-03-06) * Zusammenfassung	1-8

☐ 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

16. August 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/09/2010

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

Vedoato, Luca

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/057906

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3421201	A	14-01-1969	GB	1114458 A	22-05-1968
FR 2864157	A1	24-06-2005	GB	2410065 A	20-07-2005
			US	2005132695 A1	23-06-2005
JP 2157403	A	18-06-1990	KEINE		
JP 61046384	A	06-03-1986	KEINE		