

(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  
14. Oktober 2010 (14.10.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/115837 A1**

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/22 (2006.01) F01D 5/04 (2006.01)  
B22F 5/00 (2006.01) F02C 6/12 (2006.01)

taler Str. 47, 55232 Alzey (DE). **WOHLFROMM, Hans**  
[DE/DE]; Landteilstrasse 4, 68163 Mannheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/054400

(74) Anwalt: **JACOBI, Markus**; Isenbruck Bösl Hörschler  
Wichmann LLP, Eastsite One, Seckenheimer Landstr. 4,  
68163 Mannheim (DE).

(22) Internationales Anmelddatum:

1. April 2010 (01.04.2010)

(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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

09157695.9 9. April 2009 (09.04.2009) EP

(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 (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,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **BASF SE** [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).

(72) Erfinder; und

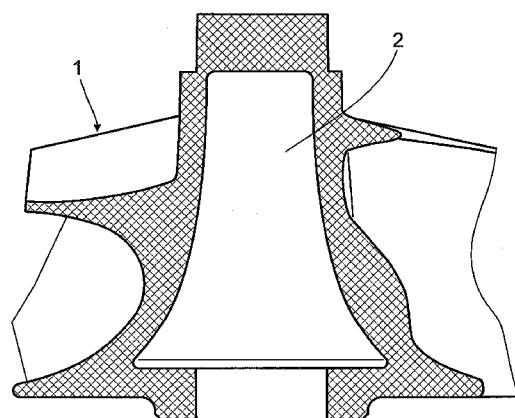
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KERN, Andreas** [DE/  
DE]; Weiherstrasse 12 a, 68259 Mannheim (DE). **BLOE-  
MACHER, Martin** [DE/DE]; Auf der Höhe 56, 67149  
Meckenheim (DE). **MARTISCHIUS, Franz-Dieter** [DE/  
DE]; Neubergstr. 73, 67435 Neustadt (DE). **STEFFEN,  
Markus** [DE/DE]; Zypressenweg 4, 67487 Maikammer  
(DE). **TER MAAT, Johan** [NL/DE]; Dürerstr. 101,  
68163 Mannheim (DE). **THOM, Arnd** [DE/DE]; Roten-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A TURBINE WHEEL FOR AN EXHAUST GAS TURBOCHARGER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES TURBINENRADS FÜR EINEN ABGASTURBOLADER

FIG.1



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a turbine wheel for an exhaust gas turbocharger by means of metal injection molding, comprising the following steps: (a) providing a feedstock containing a metal powder and a binder material, (b) providing a tool, which comprises a negative mold of the turbine wheel to be produced, for metal injection molding of the turbine wheel, (c) introducing a rotationally symmetrical core composed of the binder material into the negative mold of the tool provided in method step (b) and orienting the core so that the core is oriented symmetrically to the rotational axis of the turbine wheel to be produced, (d) producing a green body by means of metal injection molding of the feedstock provided in method step (a) around the core, (e) performing a binder removal step to remove the binder from the green body to obtain a molded body in the form of the turbine wheel, and (f) sintering the molded body.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Turbinenrads für einen Abgasturbolader durch Metallpulverspritzgießen, welches die folgenden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)*

---

Schritte umfasst: (a) Bereitstellen eines Feedstocks enthaltend ein Metallpulver und ein Bindermaterial, (b) Bereitstellen eines Werkzeugs, welches eine Negativform des herzustellenden Turbinenrads umfasst, zum Metallpulverspritzgießen des Turbinenrads, (c) Einbringen eines rotationssymmetrischen Kerns, der aus dem Bindermaterial besteht, in die Negativform des ins Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Werkzeugs und Ausrichten des Kerns, so dass dieser symmetrisch zur Rotationsachse des herzustellenden Turbinenrads ausgerichtet ist, (d) Erzeugen eines Grünkörpers durch Metallpulverspritzgießen des in Verfahrensschritt (a) bereitgestellten Feedstocks um den Kern, (e) Durchführen eines Entbinderungsschrittes zum Entfernen des Binders aus dem Grünkörper, um einen Formkörper in Form des Turbinenrads zu erhalten, und (f) Sintern des Formkörpers.

Verfahren zur Herstellung eines Turbinenrads für einen Abgasturbolader

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gewichtsreduzierten Turbinenrads für einen Abgasturbolader in Verbrennungskraftmaschinen durch Metallpulverspritzguss.

Ein Turbolader für eine Verbrennungskraftmaschine umfasst eine Ab gasturbine, die im  
10 Abgasstrom der Verbrennungskraftmaschine angeordnet ist und über eine Welle mit  
einem Verdichter im Ansaugtrakt der Verbrennungskraftmaschine verbunden ist. Die  
Turbine wird durch den Abgasstrom der Verbrennungskraftmaschine in Rotation ver-  
setzt und treibt das Verdichterrad an. Das Verdichterrad erhöht den Druck im Ansaug-  
trakt des Motors so, dass während des Ansaugtaktes eine größere Menge Luft in den  
15 Zylinder gelangt, als bei einem Saugmotor. Hierdurch steht mehr Sauerstoff für die  
Verbrennung einer entsprechend größeren Kraftstoffmenge zur Verfügung. Das Turbi-  
nenrad der „heißen“, dem Abgasstrom ausgesetzten Seite, mit seiner komplexen Ge-  
ometrie wird üblicherweise aus einem hochtemperaturbeständigen Werkstoff im Fein-  
gussverfahren hergestellt und durch Reibschiweißen mit der Welle verbunden. Auf dem  
20 gegenüberliegenden Wellenende wird das Verdichterrad beispielsweise über eine  
Schraubverbindung montiert. Während des Betriebs des Turboladers werden extrem  
hohe Drehzahlen der Welle mit den beiden Rädern von bis zu etwa 300.000 U/min  
erreicht. Um ein möglichst schnelles Ansprechverhalten des Turboladers zu erreichen,  
sollte das Massenträgheitsmoment der rotierenden Teile möglichst gering sein.

25 Ein Dokument, welches sich mit der Gewichtsreduzierung von Turboladerbauteilen  
befasst ist die japanische Offenlegungsschrift JP 2007-120409. Dieses Dokument of-  
fenant das Entkernen eines Turbinenrads und damit das Einsparen von Material zur  
Gewichtsreduktion. Dabei wird das entkernte Turbinenrad mit Hilfe des Feingussver-  
fahrens hergestellt. Nachteilig ist jedoch, dass das beschriebene Feingussverfahren  
30 aufwändig und teuer ist.

Das Metallpulverspritzgussverfahren (MIM = Metal Powder Injection Moulding), ist als  
ein Verfahren zur Massenherstellung von metallischen Bauteilen bekannt, insbesonde-  
re für die endkonturnahe Herstellung solcher Bauteile. Das MIM-Verfahren erlaubt es,  
kleine bis mittelgroße, komplex geformte Teile in hohen Stückzahlen kostengünstig und  
35 automatisiert herzustellen.

Das MIM-Verfahren umfasst das Plastifizieren von Metallpulvern mit sphärischer bzw. irregulärer Morphologie (Partikelgrößen des Pulvers allgemein kleiner 100 µm) mittels eines Binders zu einem so genannten Feedstock. Die Homogenisierung des Feedstocks erfolgt in einem Kneter, daran anschließend wird der Feedstock in eine

- 5 Spritzgussmaschine eingefüllt. In einer beheizten Zone werden Teile des Bindermaterials (beispielsweise geeignete Wachse) aufgeschmolzen, wodurch eine Schmelze erhalten wird. Eine Schnecke fördert daraufhin die Schmelze in ein teilbares Formwerkzeug. Nach Beendigung der Formfüllung erstarrt die Schmelze wieder und ermöglicht die Entnahme des Bauteils aus der Form. Die Entfernung des Binders erfolgt  
10 durch einen der Sinterung vorgeschalteten Entbinderungsschritt. Je nach Bindermaterial werden dabei die Binder auf unterschiedliche Art und Weise aus dem Bauteil entfernt.

Bei der Entbinderung wird allgemein unterschieden zwischen thermischer Entbinderung (Herausschmelzen oder Zersetzen des Binders über die Gasphase), Lösungsmittelextraktion sowie katalytischer Entbinderung. Im Anschluss an den Entbinderungsschritt erfolgt der Sinterprozess, bei dem über Diffusionsprozesse eine Verdichtung des Bauteils auf über 95, bevorzugt sogar auf über 98 % der theoretischen Dichte erreicht wird.

- 20 Der Einsatz des Metallpulverspritzgusses bei der Herstellung von Abgasturboladerbauteilen scheiterte bislang daran, dass das Verfahren nicht wirtschaftlich genug war, um das übliche Herstellungsverfahren, das Feingussverfahren, zu verdrängen.

- 25 Aufgabe der Erfindung ist es, ein neuartiges wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung eines Turbinenrads für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine zur Verfügung zu stellen, womit auf einfache Art und Weise gewichtsreduzierte Turbinenräder für Abgasturbolader hergestellt werden können.

- 30 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines Turbinenrads für einen Abgasturbolader durch Metallpulverspritzgießen gelöst, welches die folgenden Schritte umfasst:

- 35 a) Bereitstellen eines Feedstocks enthaltend ein Metallpulver und ein Bindermaterial,  
b) Bereitstellen eines Werkzeugs, welches eine Negativform des herzustellenden Turbinenrads umfasst, zum Metallpulverspritzgießen des Turbinenrads,

c) Einbringen eines rotationssymmetrischen Kerns, der ein Bindermaterial umfasst, in die Negativform des in Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Werkzeugs und Ausrichten des Kerns, so dass dieser symmetrisch zur Rotationsachse des herzustellenden Turbinenrads ausgerichtet ist,

5

d) Erzeugen eines Grünkörpers durch Metallpulverspritzgießen des in Verfahrensschritt (a) bereitgestellten Feedstocks um den Kern,

10

e) Durchführen eines Entbinderungsschrittes zum Entfernen des Binders aus dem Grünkörper und gleichzeitiges Entfernen des Kerns, um einen Formkörper in Form des Turbinenrads zu erhalten, und

f) Sintern des Formkörpers.

15 Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können Turbinenräder für Abgasturbolader, mit einer Hohlraum definierenden Innenstruktur einfach und kostengünstig hergestellt werden. Die einen Hohlraum definierende Innenstruktur entsteht dabei durch Entfernen des Kerns in dem in Verfahrensschritt (e) durchgeführten Entbinderungsschritt. Hierdurch wird es wirtschaftlich, eine Vielzahl von Turbinenräder, die bislang als massive Vollbauteile mit Hilfe des Feingussverfahrens ausgebildet sind, als Hohlbauteile in großer Stückzahl herzustellen, wodurch sich an dem Turbolader eine deutliche Gewichtsreduzierung erzielen lässt. Diese Gewichtsreduzierung führt zu einem rascheren Ansprechverhalten, einhergehend mit geringerem Kraftstoffbedarf und einer Erhöhung des Wirkungsgrades der Verbrennungskraftmaschine, sowie einer erheblichen Materialersparnis. Ferner ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren, im Gegensatz zu dem im Stand der Technik bekannten Feingussverfahren, Turbinenräder für Abgasturbolader in besonders feiner Ausgestaltung mit Wandstärken die im Bereich von 0,1 bis 1 mm liegen, herzustellen.

30 Der Begriff „Feedstock“ bedeutet im Sinne der Erfindung allgemein eine Zusammensetzung, die ein sinterbares Metall- oder Keramikpulver, sowie ein Bindermaterial enthält und sich zum Einsatz im Rahmen des Metallpulverspritzgießens eignet. Derartige Zusammensetzungen sind dem Fachmann bekannt. Der Begriff „Metallpulver“ steht im Sinne der Erfindung für ein pulverförmiges Metall oder eine pulverförmige Metalllegierung oder deren Mischungen. Als Metalle, die in Pulverform in dem Feedstock enthalten sein können, seien beispielhaft Eisen, Kobalt, Nickel, Chrom, Titan, Molybdän, Niob und Aluminium genannt; Legierungen sind beispielsweise Nickelbasislegierungen oder Titanbasislegierungen. Bevorzugt handelt es sich bei den Legierungen um Nickelbasislegierungen, die beispielsweise unter dem Markennamen Inconel® 713 erhältlich sind,

diese enthalten 74 Gew.-% Nickel, 12,5 Gew.-% Chrom, 4,2 Gew.-% Molybdän, 2 Gew.-% Niob, 6 Gew.-% Aluminium, 0,8 Gew.-% Titan und 0,12 Gew.-% Kohlenstoff. Ebenfalls bevorzugt handelt es sich bei der Nickelbasislegierung um eine Legierung, die unter dem Markennamen Inconel® 718 erhältlich ist. Diese Basislegierung enthält

5 50 bis 55 Gew.-% Nickel, 17 bis 21 Gew.-% Chrom, < 24 Gew.-% Eisen, 2,8 bis 3,3 Gew.-% Molybdän, 4,8 bis 5,5 Gew.-% Niob, 0,2 bis 0,8 Gew.-% Aluminium, 0,7 bis 1,1 Gew.-% Titan und weniger als 0,08 Gew.-% Kohlenstoff. Ebenfalls bevorzugt handelt es sich bei der Nickelbasislegierung um NIMONIC® 90. NIMONIC 90 enthält weniger als 0,13 Gew.-% Kohlenstoff, 2 bis 3 Gew.-% Titan, 1 bis 2 Gew.-% Aluminium, weniger als 1,5 Gew.-% Eisen, 15 bis 21 Gew.-% Kobalt, 18 bis 21 Gew.-% Chrom wobei der Rest Nickel ist. Weiterhin bevorzugt handelt es sich bei der Nickelbasislegierung um HASTELLOY® X. Bei HASTELLOY® X handelt es sich um eine Legierung, die 0,05 bis 0,15 Gew.-% Kohlenstoff, weniger als 0,5 Gew.-% Aluminium, 0,5 bis 2,5 Gew.-% Kobalt, 8 bis 10 Gew.-% Molybdän, 17 bis 20 Gew.-% Eisen, 20 bis 23 Gew.-% Chrom und als Rest Nickel enthält. Ferner geeignet ist eine Legierung, die ca. 15 Gew.-% Chrom, ca. 10 Gew.-% Eisen, 5 Gew.-% Molybdän, 2 Gew.-% Titan, Niob und Nickel enthält. Der Anteil des Metallpulvers in dem Feedstock kann über weite Bereiche variieren und beträgt üblicherweise 40 bis 70 Vol.-%, bevorzugt 45 bis 60 Vol.-%, bezogen auf den Feedstock.

20

Als „Bindermaterial“ bzw. „Binder“ im Sinne der vorliegenden Erfindung geeignet, sind prinzipiell alle aus dem Stand der Technik bekannten Systeme, die sich zum Einsatz bei Metallpulverspritzgießen eignen. Der Anteil des Bindermaterials in dem Feedstock kann über weite Bereiche variieren und beträgt üblicherweise 10 bis 60 Vol.-%, bevorzugt 30 bis 50 Vol.-%, bezogen auf den Feedstock. Als Bindermaterial eignen sich allgemein thermoplastische Harze, wie Polystyrol, Polypropylen, Polyethylen und Ethylen-Vinylacetat-Copolymere. Derartige Bindermaterialien können aus dem Grünkörper beispielsweise durch Erhitzen auf Temperaturen von 300 bis 500°C über einen Zeitraum von 3 bis 8 Stunden entfernt werden. Dabei wird das Bindermaterial thermisch gespalten. Weiterhin geeignet sind Bindermaterialien, die aus dem Grünkörper durch Extraktion mit einem Lösungsmittel entfernt werden. Ebenfalls geeignet sind Bindermaterialien auf Basis von Polyoxymethylen, die durch Behandeln des Grünkörpers in einer gasförmigen, säurehaltigen Atmosphäre entfernt werden. Als Säuren werden bei diesen Verfahren üblicherweise Protonensäuren eingesetzt, also Säuren, die bei Reaktion mit Wasser in ein Proton (hydratisiert) und ein Anion gespalten werden.

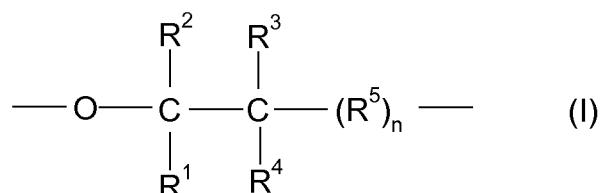
Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält der Feedstock

- A) 40 bis 90 Vol.-% eines sinterbaren pulverförmigen Metalls oder einer pulverförmigen Metalllegierung oder deren Mischungen,
- B) 10 bis 60 Vol.-% einer Mischung aus
- 5 B1) 80 bis 98, insbesondere 85 bis 98 Gew.-%, bezogen auf B) eines Polyoxy-methylenhomoo- oder -copolymerisats und
- B2) 2 bis 20, insbesondere 2 bis 15 Gew.-% eines Polyolefins oder einer Mischung von Polyolefinen.

Die Polyoxymethylenhomoo- oder -copolymerisate sind dem Fachmann an sich bekannt

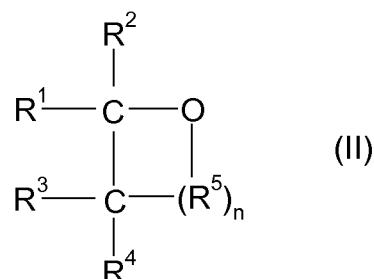
10 und in der Literatur beschrieben. Die Homopolymere werden im Allgemeinen durch Polymerisation von Formaldehyd oder Trioxan hergestellt, vorzugsweise in Gegenwart von geeigneten Katalysatoren. Bevorzugte Polyoxymethylenpolymere enthalten neben den wiederkehrenden Einheiten  $-\text{OCH}_2-$  noch bis zu 50, vorzugsweise 0,1 bis 20 und besonders bevorzugt 0,3 bis 10 Mol-% an wiederkehrenden Einheiten

15



wobei  $\text{R}^1$  bis  $\text{R}^4$  unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom, eine  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_4$ -Alkylgruppe oder eine halogensubstituierte Alkylgruppe mit 1 bis 4 C-Atomen und  $\text{R}^5$  20 eine  $-\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}_2\text{O}-$ , eine durch  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_4$ -Alkyl- oder  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_4$ -Haloalkyl substituierte Methylengruppe oder eine entsprechende Oxymethylengruppe darstellen und  $n$  einen Wert im Bereich von 0 bis 3 hat. Vorteilhafterweise können diese Gruppen durch Ringöffnung von cyclischen Ethern in die Copolymeren eingeführt werden. Bevorzugte cyclische Ether sind solche der Formel (II)

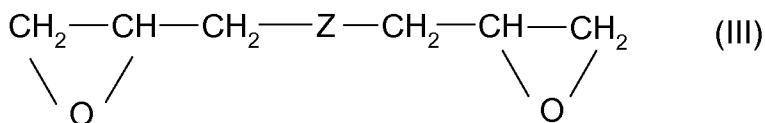
25



wobei  $\text{R}^1$  bis  $\text{R}^5$  und  $n$  die oben genannte Bedeutung haben. Nur beispielsweise seien Ethylenoxid, 1,2-Propylenoxid, 1,2-Butylenoxid, 1,3-Butylenoxid, 1,3-Dioxan, 1,3-

Dioxolan und Dioxepan als cyclische Ether genannt sowie lineare Oligo- oder Polyformale wie Polydioxolan oder Polydioxepan als Copolymeren genannt.

Als Komponente B1) ebenfalls geeignet sind Oxymethylenterpolymerisate, die beispielsweise durch Umsetzung von Trioxan, einem der vorstehend beschriebenen cyclischen Ether und einem dritten Monomeren, vorzugsweise einer bifunktionellen Verbindung der Formel (III)



10

wobei Z eine chemische Bindung, -O- oder -ORO- (R = C<sub>1</sub>- bis C<sub>8</sub>-Alkylen oder C<sub>3</sub>- bis C<sub>8</sub>-Cycloalkylen) ist, hergestellt werden.

Bevorzugte Monomere dieser Art sind Ethylenglycid, Diglycidylether und Diether aus Glycidylen und Formaldehyd, Dioxan oder Trioxan im Molverhältnis 2 : 1 sowie Diether aus 2 mol Glycidylverbindung und 1 mol eines aliphatischen Diols mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen, wie die Diglycidylether von Ethylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,3-Butandiol, Cylobutan-1,3-diol, 1,2-Propandiol und Cylohexan-1,4-diol um nur einige beispielhaft zu nennen.

20

Verfahren zur Herstellung der vorstehend beschriebenen Homo- und Copolymerisate sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur beschrieben, so dass sich hier nähere Angaben erübrigen. Die bevorzugten Polyoxymethylenhomo- bzw. Copolymerisate haben Schmelzpunkte von mindestens 150°C und Molekulargewichte (Gewichtsmittelwert) im Bereich von 5000 bis 150000, bevorzugt von 7000 bis 60000.

25

Komponente B2) besteht aus Polyolefinen, oder deren Mischungen. Als Polyolefine seien solche mit 2 bis 8 C-Atomen, insbesondere 2 bis 4 C-Atomen genannt, sowie deren Copolymerisate. Besonders bevorzugt seien Polyethylen und Polypropylen sowie deren Copolymeren genannt, wie sie dem Fachmann bekannt und kommerziell erhältlich sind, beispielsweise unter dem Handelsnamen Lupolen® bzw. Novolen® von der BASF SE.

30

Als Komponente C) können die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzten Bindermaterialien 0 bis 6, vorzugsweise 1 bis 5 Vol.-% eines Dispergierhilfsmittels enthalten. Beispielsweise seien hier nur oligomeres Polyethylenoxid mit einem mittleren Molekulargewicht von 200 bis 600, Stearinsäure, Stearinsäureamid,

Hydroxistearinsäure, Fettalkohole, Fettalkoholsulfonate und Blockcopolymere aus Ethylen- und Propylenoxid genannt.

Zusätzlich können die Bindermaterialien auch übliche Zusatzstoffe und Verarbeitungs-

5 hilfsmittel, die die rheologischen Eigenschaften der Mischungen bei der Verformung günstig beeinflussen, enthalten.

Die Herstellung des Feedstocks erfolgt üblicherweise durch Schmelzen der Kompo-

nente B), vorzugsweise in einem Zweischnellenextruder, bei Temperaturen von vor-

10 zugsweise 150 bis 220°C, insbesondere 170 bis 200°C. Das Metallpulver A) wird anschließend bei Temperaturen im gleichen Bereich, in der erforderlichen Menge zu dem Schmelzstrom des Bindermaterials (Komponente B)) dosiert.

In Verfahrensschritt (b) des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Werkzeug bereit-

15 gestellt, das eine Negativform des herzustellenden Turbinenrads umfasst. Erfindungsgemäß ist dieses zum Metallpulverspritzgießen des Turbinenrads geeignet. Derartige Werkzeuge sind dem Fachmann bekannt und brauchen an dieser Stelle nicht näher erläutert zu werden. Allgemein handelt es sich bei dem Werkzeug um ein Werkzeug, welches es erlaubt Kerne zu ziehen.

20

Nach dem Bereitstellen des Werkzeugs, das die Negativform des herzustellenden Turbinenrads umfasst, wird in Verfahrensschritt (c) des erfindungsgemäßen Verfahrens ein rotationssymmetrischer Kern in die Negativform des Werkzeugs eingebracht. Bei dem rotationssymmetrischen Kern handelt es sich um ein Hilfsmittel, womit eine Hohl-

25 raumstruktur in das Turbinenrad eingebracht wird. Dieser Kern wird erfindungsgemäß in der Negativform so ausgerichtet, dass er sich symmetrisch zur Rotationsachse des herzustellenden Turbinenrads befindet. „Symmetrisch zur Rotationsachse“ bedeutet dabei, dass der Kern derart in der Negativform angeordnet wird, dass dieser aufgrund seiner Ausrichtung keine Unwucht in dem hergestellten Turbinenrad verursachen kann.

30 Der Kern umfasst das vorstehend definierte Bindermaterial oder besteht aus einem wie vorstehend definierten Bindermaterial, wodurch dieser nach Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens während der Herstellung des Turbinenrads vollständig aus dem Turbinenrad entfernt wird und eine Hohlraumstruktur hinterlässt, die symmetrisch zur Rotationsachse angeordnet ist. Gemäß einer allgemeinen Ausführungsform der

35 Erfahrung wird der Kern an einer geeigneten Aufnahmeverrichtung in dem Werkzeug angebracht und in Position gehalten. Bei der Aufnahmeverrichtung kann es sich beispielsweise um einen Stift bzw. eine Stange handeln, auf den bzw. die der Kern aufgesteckt wird. Der Binder bzw. Bestandteile des Binders, aus dem der Kern besteht, kann

daraufhin während des Entbinderungsschrittes aus dem Hohlraum, den die Aufnahmeverrichtung in dem Grünkörper hinterlässt, diffundieren.

In Verfahrensschritt (d) des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der in Verfahrensschritt a) bereitgestellt Feedstock um den Kern herum in die Negativform eingespritzt und somit ein Grünkörper erzeugt. Für die Durchführung des Spritzgussverfahrens in Verfahrensschritt (d) können übliche Schnecken- oder Kollenspritzgussmaschinen eingesetzt werden. Die Verformung des Feedstocks erfolgt im Allgemeinen bei Temperaturen von 60 bis 200°C und Spritzdrücken von 300 bis 2000 bar, in Werkzeugen, die eine Temperatur von 60 bis 150°C aufweisen. Dabei wird ein Grünkörper mit der Struktur des herzustellenden Turbinenrades erzeugt, der den Kern aus dem Bindermaterial enthält.

Zur Entfernung des Binders bzw. Bindermaterials aus dem Feedstock und zur Entfernung des Kerns aus dem Grünkörper wird der Entbinderungsschritt, Verfahrensschritt (e) durchgeführt, um einen Formkörper in Form des Turbinenrads zu erhalten. Der Entbinderungsschritt wird in Abhängigkeit des gewählten Bindermaterials durchgeführt. Den Fortgang des Entbinderungsschrittes kann der Fachmann beispielsweise durch Bestimmung der Gewichtsänderung des Grünkörpers überwachen. Wird das bevorzugte Bindermaterial, das die Komponenten A), B) und gegebenenfalls C) enthält, verwendet, so erfolgt der Entbinderungsschritt allgemein bei Temperaturen im Bereich von 20 bis 180°C über einen Zeitraum von 0,1 bis 24 Stunden, vorzugsweise 0,5 bis 12 Stunden in einer gasförmigen säurehaltigen Atmosphäre. Geeignete Säuren für die Behandlung sind anorganische, bei Raumtemperatur bereits gasförmige, zumindest aber bei der Behandlungstemperatur verdampfbare Säuren. Beispielhaft seien die Halogenwasserstoffsäuren und  $\text{HNO}_3$  genannt. Geeignete organische Säuren sind solche, die bei Normaldruck eine Siedetemperatur von weniger 130°C haben, zum Beispiel Ameisensäure, Essigsäure oder Trifluoressigsäure oder deren Mischungen. Weiterhin geeignet als Säure sind  $\text{BF}_3$  oder dessen Adukte an organische Ether. Ganz allgemein hängt die erforderliche Behandlungsdauer von der Behandlungstemperatur und der Konzentration der Säure in der Behandlungsatmosphäre ab. Wird ein Trägergas verwendet, so wird dies im Allgemeinen vorher durch die Säure geleitet und mit dieser beladen. Das beladene Trägergas wird dann auf die Behandlungstemperatur gebracht, die zweckmäßigerweise höher als die Beladungstemperatur ist, um eine Kondensation der Säure zu vermeiden. Bevorzugt wird die Säure über eine Dosiereinrichtung dem Trägergas zugemischt und die Mischung soweit erwärmt, dass die Säure nicht mehr kondensieren kann.

Der Entbinderungsschritt kann beispielsweise auch in zwei Stufen vorgenommen werden. Die Behandlung in der ersten Stufe wird solange durchgeführt, bis der Polyoxy-methylenanteil B1) des Binders zu mindestens 80 Gew.-%, bevorzugt zu mindestens 90 Gew.-%, entfernt ist. Dies lässt sich leicht an der Gewichtsabnahme des Grünkörpers erkennen. Anschließend wird der so erhaltene Formkörper 0,1 bis 12, vorzugsweise 0,3 bis 6 Stunden auf 250 bis 500°C, vorzugsweise 350 bis 450°C erhitzt, um den noch vorhandenen Rest des Binders nahezu vollständig zu entfernen.

Der in dem Entbinderungsschritt von dem Bindermaterial befreite Formkörper kann in üblicher Weise durch Sintern in einen metallischen Formkörper überführt werden. Während des Sinterns werden Formkörper zu den Bauteilen mit den endgültigen, geometrischen Eigenschaften verdichtet bzw. geschrumpft. Während des Sinterns verkleinert sich demnach der Formkörper, wobei die Dimensionen in allen drei Raumrichtungen gleichmäßig schwinden müssen. Der lineare Schwund beträgt allgemein abhängig vom Bindergehalt zwischen 10 % und 20 %. Das Sintern kann unter verschiedenen Schutzgasen oder unter Vakuum durchgeführt werden. Verfahrensschritt (f) wird allgemein bei Temperaturen im Bereich von 250 bis 1.500°C durchgeführt. Die Sinterzeit liegt allgemein im Bereich von 1 bis 12 Stunden, bevorzugt im Bereich von 2 bis 5 Stunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird in Verfahrensschritt (f) beim Sintern eine Halteeinrichtung verwendet, die den Formkörper während des Sinterns stützt, um einen Verzug am Bauteil zumindest weitgehend zu verhindern. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist diese Halteeinrichtung in Form eines Dorns am Bauteil befestigt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden beim Sintern ein oder mehrere Halteeinrichtungen verwendet, deren Materialzusammensetzung sowie Wandstärke an die Materialzusammensetzung sowie Wandstärke des herzstellenden Turbinenrads angepasst sind. Hierdurch wird gewährleistet, dass der zu sinternde Formkörper sowie die entsprechende Halteeinrichtung in gleichem Maße beim Sintern verdichtet werden bzw. schrumpfen. Um beim Sintern eine Reaktion bzw. Diffusion zwischen Bauteil und Halteeinrichtung und damit ein Zusammensintern von Bauteil und Halteeinrichtung zu vermeiden, ist eine Oberfläche der jeweiligen Halteeinrichtung zumindest abschnittsweise beschichtet. Die Oberfläche ist zumindest in den Abschnitten beschichtet, in denen die Halteeinrichtung mit dem zum sinternden Formkörper in Kontakt steht. Die Halteeinrichtung kann auch allseitig beschichtet sein. Die dabei verwendete Beschichtung hängt selbstverständlich vom Material bzw. Materialzusammensetzung der zu sinternden Formkörper ab. Die Verwendung einer keramischen Beschichtung oder eine Beschichtung aus Titannitrit für die Halteeinrichtung ist bevorzugt.

## 10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht der in Verfahrensschritt (c) eingebrachte Kern aus dem gleichen Bindermaterial, welches in dem Feedstock enthalten ist. Hierdurch wird vorteilhafterweise gewährleistet, dass das Entfernen des Kern und des in dem Feedstock enthaltenen Bindermaterials in einem identischen Verfahrensschritt durchgeführt werden kann.

Die Größe und/oder Geometrie des in Verfahrensschritt (c) eingebrachten rotations-symmetrischen Kerns kann über weitere Bereiche hinweg variiert werden. Allgemein wird die Größe des Kerns so gewählt, dass dieser ein Volumen hat, welches in etwa 5 bis 60 % des Volumens des Turbinenrads, bevorzugt 45 bis 55 % des Volumens des Turbinenrads aufweist. Durch das Einarbeiten des Kerns und die daraus resultierende Hohlraumstruktur wird ein Turbinenrad erhalten, welches einfach herstellbar und gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenräder deutlich gewichts-reduziert ist. Ferner gestattet es das erfindungsgemäße Verfahren Turbinenräder mit 15 einem verlorenen Kern herzustellen,

Durch das Einbringen des Kerns in den zentralen Bereich des Turbinenrads, der beträchtliche Dicken und Massenanhäufungen aufweist, können üblicherweise auftretende Lunker und Fehlstellen vermieden werden. Die Geometrie des Kerns kann von dem 20 Fachmann in Abhängigkeit der Geometrie des Turbinenrades gewählt werden. Allgemein geeignet sind Kerne, die eine Kegelgeometrie, Kugelgeometrie (sphärische Geometrie), elliptische Geometrie, zylindrische Geometrie oder ganz allgemein eine rotationssymmetrische Geometrie aufweisen. Als Kern kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auch ein Kern gewählt werden, dessen Geometrie in 25 etwa der Geometrie des Turbinenrads nachempfunden ist, womit besonders gewichts-optimierte Turbinenräder erhalten werden können, deren Wandstärken so gewählt sind, damit sie den auf sie einwirkenden Kräften während des Betriebs standhalten.

Nach der Herstellung des erfindungsgemäßen Turbinenrades wird dieses üblicherweise durch Reibschielen bzw. direktes Anspritzen mit einer Welle verbunden und anschließend ausgewuchtet.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das in Verfahrensschritt (f) erhaltene Turbinenrad in einem weiteren Verfahrensschritt (g) mittels Metallspritzgussverfahrens 35 mit einer Welle verbunden.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgend dargestellten Abbildungen und Beispiele verdeutlicht.

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht des Turbinenrads 1 für einen Abgasturbolader für Verbrennungskraftmaschinen.

- 5 Das in Figur 1 dargestellte Turbinenrad 1 für einen Abgasturbolader für Verbrennungskraftmaschinen weist eine Hohlraumstruktur 2 auf, die mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens geschaffen wurde. Die Hohlraumstruktur befindet sich im Zentrum des Turbinenrades und weist eine Symmetrie zur Rotationsachse des Turbinenrads 1 auf.

10 Beispiel

Als Feedstock wurde ein spritzgussfähiges Granulat zur Herstellung von gesinterten Formteilen aus einer hitzebeständigen Nickelsuperlegierung (DIN 2 4632), welches von der BASF SE unter dem Markennamen Catamold® N90 vertrieben wird, verwendet.

15

Die Verarbeitung des Feedstocks fand auf einer Thermoplastspritzgussmaschine der Fa. Engel ES80/10 statt.

Die Einstellungen an der Maschine waren wie folgt:

20

Zylindertemperatur	Zone 1 160°C	Zone 2 170°C	Zone 3 180°C	Düse 190°C
Werkzeugoberflächentemperatur			128°C	
Schneckendrehzahl			50 min <sup>-1</sup>	
Einspritzgeschwindigkeit			10 cm <sup>3</sup> /s	
Spritzdruck max			2000 bar	
Haltezeit			3 s	
Staudruck			0 bar	
Kühlzeit im Werkzeug			30 s	

Vor Durchführung des Spritzgussverfahrens wurde ein Kern bestehend aus dem Bin-

dermaterial mit einem Volumen von etwa 6 cm<sup>3</sup> in die Negativform des Werkzeugs ein-

25 gebracht.

Die Entbinderung wurde bei 110°C in HNO<sub>3</sub>-Atmosphäre durchgeführt. Hierzu wurde ein 50 l Entbinderungsofen von Heraeus VT 6060 MU2 mit einer Säuredosierung von 30 ml/h und einem Spülgasdurchlass (Stickstoff) von 500 l/h verwendet. Der Entbinde-

## 12

rungsprozess war abgeschlossen, nach dem der Entbinderungsverlust von 7,7 %, bezogen auf das Ausgangsgewicht des Grünkörpers erreicht wurde.

Das Sintern wurde unter einer Atmosphäre aus 100 % Argon durchgeführt. Das ver-

5 wendete Argon war sauber und trocken (99,98 %, Taupunkt < -80°C). Der Sinterzyklus war wie folgt

Raumtemperatur – 5 K/min – 60°C, 1 h Halten,

600°C – 5 K/min – 1325°C, 3 h Halten,

10 Ofenabkühlung.

Um eine möglichst hohe Dichte des Turbinenrads zu erreichen wurde das Bauteil für eine Zeitdauer von 4 Stunden bei einem Druck von 1000 bar bei einer Temperatur von 1185 °C gehalten.

15

Um die Festigkeitseigenschaften weiter zu optimieren wurde anschließend eine Zwei-schrittwärmbehandlung durchgeführt. In Schritt 1 wurde das Turbinenrad im Vakuum bei 1080°C über einen Zeitraum von 8 h unter 900 mbar Argon geglüht. In Schritt 2 wurde das Werkstück im Vakuum bei 705°C für 16 h bei 900 mbar Argon vergütet.

20

Erhalten wurde ein Turbinenrad mit einem Volumen von 7,5 cm<sup>3</sup>, welches ein Drittel leichter war als ein massiv gefertigtes Turbinenrad.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Turbinenrads (1) für einen Abgasturbolader durch Metallpulverspritzgießen, umfassend die folgenden Schritte:

5

a) Bereitstellen eines Feedstocks enthaltend ein Metallpulver und ein Bindermaterial,

10

b) Bereitstellen eines Werkzeugs, welches eine Negativform des herzustellenden Turbinenrads (1) umfasst, zum Metallpulverspritzgießen des Turbinenrads (1),

15

c) Einbringen eines rotationssymmetrischen Kerns, der ein Bindermaterial umfasst, in die Negativform des in Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Werkzeugs und Ausrichten des Kerns, so dass dieser symmetrisch zur Rotationsachse des herzustellenden Turbinenrads (1) ausgerichtet ist,

20

d) Erzeugen eines Grünkörpers durch Metallpulverspritzgießen des in Verfahrensschritt (a) hergestellten Feedstocks um den Kern,

e) Durchführen eines Entbinderungsschritts zum Entfernen des Binders und gleichzeitiges Entfernen des Kerns um einen Formkörper in Form des Turbinenrads (1) zu erhalten, und

25

f) Sintern des Formkörpers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Verfahrensschritt (c) ein Kern eingebracht wird, der aus dem Bindermaterial besteht, das in dem in Verfahrensschritt (a) bereitgestellten Feedstock enthalten ist.

30

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei in Verfahrensschritt (a) ein Feedstock enthaltend:

35

(A) 40 bis 90 Vol.-% eines sinterbaren pulverförmigen Metalls oder einer pulverförmigen Metallegierung oder deren Mischungen,

(B) 10 bis 60 Vol.-% einer Mischung aus

(B1) 80 bis 98 Gew.-% eines Polyethylenshomo- oder Copolymerisats und

(B2) 2 bis 20 Gew.-% eines Polyolefins oder einer Mischung von Polyolefinen als Bindermaterial, und

## 14

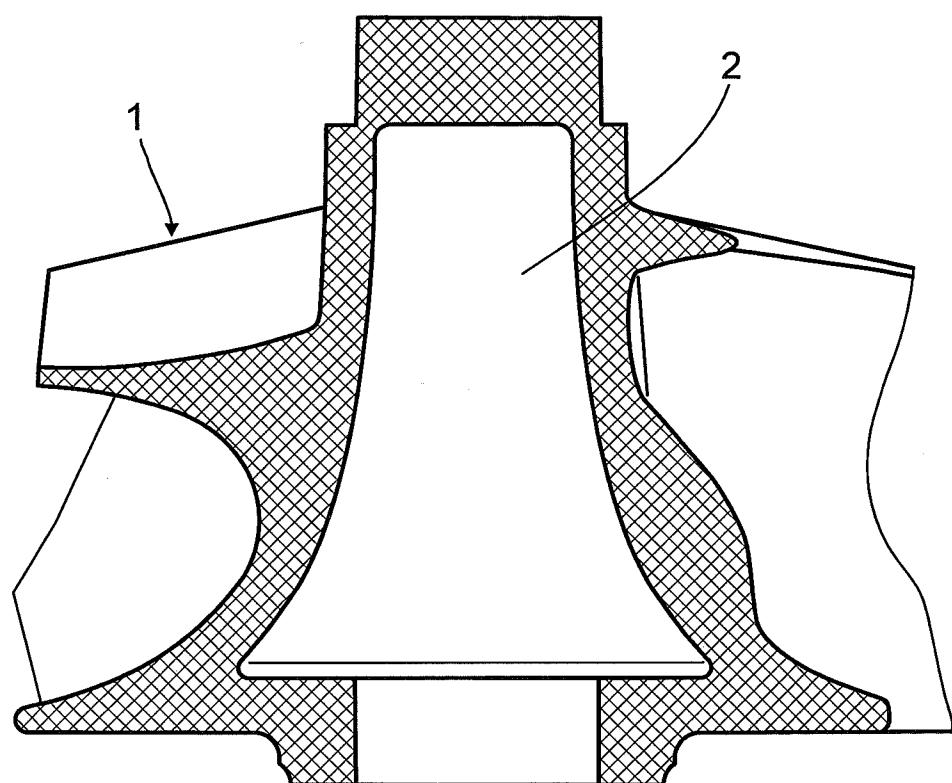
(C) 0 bis 5 Vol.-% eines Dispergierhilfsmittels,

bereitgestellt wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in Verfahrensschritt (a) ein Feedstock bereitgestellt wird, der als Metallpulver eine Nickelbasislegierung oder eine Titanbasislegierung enthält.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in Verfahrensschritt (f) der Formkörper in mindestens einer Halteeinrichtung gelagert wird.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in Verfahrensschritt (c) ein Kern eingebracht wird, dessen Volumen 5 bis 60 % des Volumens des Turbinenrads beträgt.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei Verfahrensschritt (e) bei einer Temperatur im Bereich von 20 bis 180°C durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei Verfahrensschritt (f) bei einer Temperatur im Bereich von 250 bis 1500°C durchgeführt wird.
9. Turbinenrad für einen Abgasturbolader mit einer Hohlraumstruktur, die symmetrisch zur Rotationsachse des Turbinenrads ist und ein Volumen von 5 bis 60 % des Volumens des Turbinenrads aufweist.

**FIG. 1**

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/054400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	INV. B22F3/22	B22F5/00	F01D5/04	F02C6/12
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)  
F02C F01D B22F

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	CH 360 247 A (BIRMINGHAM SMALL ARMS CO LTD [GB]) 15 February 1962 (1962-02-15) sentences 1-50	9
Y	DE 198 27 618 A1 (FEIX GERT [DE]) 23 December 1999 (1999-12-23) column 1, lines 6-9 column 1, lines 54-65	1-8
Y	DE 198 27 618 A1 (FEIX GERT [DE]) 23 December 1999 (1999-12-23) column 1, lines 6-9 column 1, lines 54-65	1-8
A	WO 2008/006776 A1 (BASF AG [DE]; WOHLFROMM HANS [DE]; ASSMANN JENS [DE]; MAAT JOHAN HERMA) 17 January 2008 (2008-01-17) the whole document	1-9

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
8 July 2010	16/07/2010

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  
  
Forestier, Gilles

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/054400

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
CH 360247	A	15-02-1962		NONE
DE 19827618	A1	23-12-1999		NONE
WO 2008006776	A1	17-01-2008	CN 101489704 A EP 2043802 A1 JP 2009542880 T KR 20090035689 A US 2009288739 A1	22-07-2009 08-04-2009 03-12-2009 10-04-2009 26-11-2009

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/054400

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES	INV. B22F3/22	B22F5/00	F01D5/04	F02C6/12
ADD.				

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
F02C F01D B22F

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	CH 360 247 A (BIRMINGHAM SMALL ARMS CO LTD [GB]) 15. Februar 1962 (1962-02-15) Sätze 1-50 -----	9
Y	DE 198 27 618 A1 (FEIX GERT [DE]) 23. Dezember 1999 (1999-12-23) Spalte 1, Zeilen 6-9 Spalte 1, Zeilen 54-65 -----	1-8
Y	DE 198 27 618 A1 (FEIX GERT [DE]) 23. Dezember 1999 (1999-12-23) Spalte 1, Zeilen 6-9 Spalte 1, Zeilen 54-65 -----	1-8
A	WO 2008/006776 A1 (BASF AG [DE]; WOHLFROMM HANS [DE]; ASSMANN JENS [DE]; MAAT JOHAN HERMA) 17. Januar 2008 (2008-01-17) das ganze Dokument -----	1-9

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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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
8. Juli 2010	16/07/2010
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  Forestier, Gilles

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/054400

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 360247	A 15-02-1962	KEINE	
DE 19827618	A1 23-12-1999	KEINE	
WO 2008006776	A1 17-01-2008	CN 101489704 A EP 2043802 A1 JP 2009542880 T KR 20090035689 A US 2009288739 A1	22-07-2009 08-04-2009 03-12-2009 10-04-2009 26-11-2009