

(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
30. November 2017 (30.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/202998 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 5/10 (2006.01) *F16K 25/00* (2006.01)
B22F 7/06 (2006.01) *B22F 7/02* (2006.01)
C22C 1/05 (2006.01) *F01L 3/02* (2006.01)
C22C 9/00 (2006.01) *F01L 3/08* (2006.01)
F01L 3/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/062681

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Mai 2017 (24.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 109 539.7
24. Mai 2016 (24.05.2016) DE

(71) Anmelder: **BLEISTAHL-PRODUKTIONS GMBH & CO KG.** [DE/DE]; Osterfeldstr. 51, 58300 Wetter (DE).

(72) Erfinder: **KÖHLER, Ekkehard**; Unterm Rathaus 12, 58300 Wetter / Ruhr (DE). **EMDE, Dirk**; Elsternweg 5, 58256 Ennepetal (DE). **HÜNSCHE, Ingwar**; Südstr. 25 B, 58300 Wetter (DE). **HAMMELMANN, Robert**; Kemnader Str. 273, 44797 Bochum (DE). **BLECKING, Christian**; Hauptstr. 121, 58332 Schwelm (DE). **SEYFARTH, Anna**; Karl-Zahn-Str. 2, 44141 Dortmund (DE).

(74) Anwalt: **SCHNEIDERS & BEHRENDT** et al.; Huestr. 23, 44787 Bochum (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(54) Title: VALVE SEAT RING

(54) Bezeichnung: VENTILSITZRING

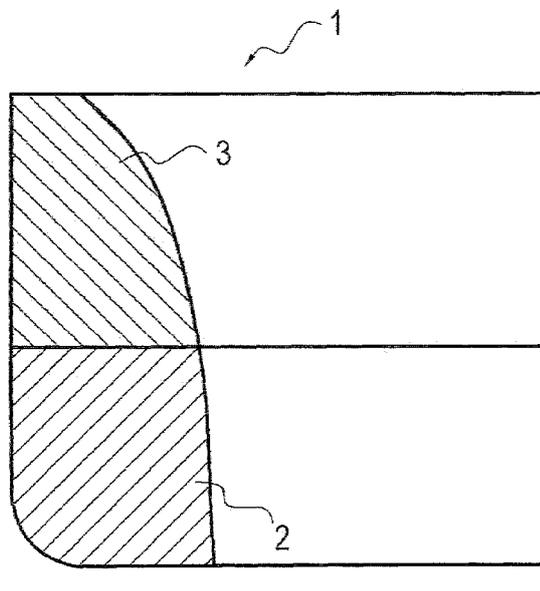


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a highly heat-conductive valve seat ring (1) having a carrier layer (2) and a functional layer (3), the carrier layer (2) has a solidified copper matrix having 0.10 - 20 wt.% of a solidified component, and the functional layer (3) has a solidified copper matrix which also contains 5 - 35 wt.% of more or more hard phases with respect to the copper matrix.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen hochwärmeleitenden Ventilsitzring (1) mit einer Trägerschicht (2) und einer Funktionsschicht (3), wobei die Trägerschicht (2) aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die 0,10 bis 20 Gew.-% einer verfestigenden Komponente enthält, und die Funktionsschicht (3) aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die weiterhin 5 bis 35 Gew.-% bezogen auf die Kupfermatrix, einer oder mehrerer Hartphasen, enthält.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/202998 A1

KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Ventilsitzring

5 Die Erfindung betrifft einen Ventilsitzring mit einer Trägerschicht und einer Funktionsschicht, jeweils mit sehr hoher Wärmeleitfähigkeit. Trägerschicht und Funktionsschicht haben dabei jeweils eine Kupferbasis. Die Erfindung betrifft dabei insbesondere einen pulvermetallurgisch hergestellten Ventilsitzring.

Ventilsitzringe der genannten Art sind beispielsweise aus der japanischen
10 Offenlegungsschrift JP 6145720 A bekannt. Diese Schrift beschreibt einen Kupfer-infiltrierten mehrschichtigen Ventilsitzring mit Co- und Mo-Anteilen für Verbrennungsmotoren.

Prinzipiell haben die vorbekannten Ventilsitzringe den Vorteil, dass sie eine ausgezeichnete Festigkeit aufweisen. Dies ist insbesondere mit der Verwendung
15 von zwei unterschiedlichen Werkstoffschichten zu erklären. Dabei hat der Trägerwerkstoff hinreichende Festigkeitswerte während der Funktionswerkstoff die für die Dichtfunktion wesentlichen Eigenschaften, wie Verschleißfestigkeit, aufweist.

Die vorbekannten Ventilsitzringe der genannten Art haben jedoch den Nachteil,
20 dass sie den steigenden Ansprüchen von Verbrennungsmotoren aufgrund ihrer schlechten Wärmeleitfähigkeit nicht mehr gerecht werden. Die Wärmeleitfähigkeit konventioneller Trägerwerkstoffe liegt üblicher Weise unter 45 W/mK. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit hilft, die Ventiltemperatur abzusenken und trägt zu einem umweltfreundlichen Lauf bei.

Zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von Ventilsitzringen ist es bekannt, die pulvermetallurgisch hergestellten Ringe mit Kupfer zu infiltrieren. Der Kupfergehalt erhöht die Wärmeleitfähigkeit, jedoch ist die Aufnahmefähigkeit der Poren des Werkstoffs für Kupfer eingeschränkt.

- 5 Aus der DE 10 2012 013 226 A1 sind Ventilsitzringe bekannt, die hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit deutlich verbessert sind. Die Ringe weisen im Trägerwerkstoff einen erhöhten Kupfergehalt auf, der über in die Trägermatrix einlegiertes Kupfer, eingesintertes Kupferpulver und infiltriertes Kupfer eingebracht wird. Der Kupfergehalt kann bis zu 40 Gew.-% der Trägermatrix ausmachen. Mit diesem
- 10 Werkstoff ist eine Wärmeleitfähigkeit von bis zu 80 W/mK zu erzielen. In der Funktionsschicht kann durch den erhöhten Kupfergehalt eine Wärmeleitfähigkeit von maximal etwa 50 W/mK erzielt werden.

- Eine weitere Steigerung der Wärmeleitfähigkeit ist mit den herkömmlichen Werkstoffen und Methoden nicht mehr zu erzielen. Insbesondere für den
- 15 Trägerwerkstoff muss zu höher wärmeleitfähigen Materialien übergegangen werden.

- Ein weiteres Problem der herkömmlichen Ventilsitzringe ist die Ableitung der Wärme in den Zylinderkopf. Hierzu ist eine Optimierung des Wärmeflusses erforderlich, der zum einen von der Kontaktfläche des Ventilsitzringes mit dem
- 20 Zylinderkopf, insbesondere des Trägermaterials mit dem Zylinderkopf, abhängig ist, zum anderen aber auch von der Struktur des Materials. Eine hohe Porosität wie auch Störungen im Materialgefüge wirken einem guten Wärmefluss entgegen.

- Grundsätzlich hat sich aber der zweischichtige Aufbau von Ventilsitzringen mit einer Trägermatrix und einer Funktionsschicht bewährt. Insbesondere gestattet
- 25 dieser eine gute Abführung der Wärme über eine Trägermatrix mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Mit den herkömmlichen Werkstoffen, wie sie für Funktionsschichten eingesetzt werden, sind allerdings die Möglichkeiten zur Verbesserung ausgereizt.

- Das Problem, das dabei auftritt, ist die Abführung der Wärme aus der
- 30 Funktionsschicht in den Zylinderkopf. Die Funktionsschicht selbst hat nur eine

begrenzte Kontaktfläche mit dem Zylinderkopf, sodass hier ein Wärmestau entstehen kann. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Wärme über die Trägerschicht in den Zylinderkopf abzuführen, d.h. die Kontaktfläche zwischen Funktionsschicht und Trägerschicht einerseits und zwischen Trägerschicht und Zylinderkopf andererseits für den Wärmetransfer auszunutzen. Hier ist es sinnvoll, die Materialien hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit aufeinander abzustimmen.

Die Funktionsschicht enthält in der Regel eine Hartphase, die die Wärmeleitfähigkeit deutlich herabsetzt. In der Regel werden Wärmeleitfähigkeiten erreicht, die 50 W/mK nicht übersteigen.

Für die einzelnen Schichten eines solchen Ventilsitzringes bietet sich grundsätzlich Kupfer als Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit an. Reines Kupfer ist aufgrund seiner geringen Festigkeit und Duktilität allerdings selbst nicht geeignet.

Eine Kupferlegierung, die die nötige Härte und Festigkeit aufweist, enthält größere Mengen an Beryllium, ein hochgradig toxisches Metall, das von speziellen Anwendungen, etwa im Rennsport, abgesehen, nach Möglichkeit nicht eingesetzt werden soll. Weiterhin ist Aluminiumoxid als verfestigender Zuschlag bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Ventilsitzring der vorgenannten Art zu schaffen, der über die Werkstoffe eine höhere Wärmeleitfähigkeit bereitstellt. Gleichzeitig soll dieses Material einen hohen Wärmefluss aufweisen. Im Übrigen soll der Ventilsitzring üblichen Anforderungen an Dichtigkeit, Maßhaltigkeit und Festigkeit gerecht werden.

Diese Aufgabe wird mit einem pulvermetallurgisch hergestellten Ventilsitzring der eingangsgenannten Art gelöst, bei dem die Trägerschicht aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die 0,10 bis 20 Gew.-% einer verfestigenden Komponente enthält, und die Funktionsschicht ebenfalls aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die weiterhin 5 bis 35 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 25 Gew.-% einer Hartphase enthält.

Grundsätzlich gilt, dass die Trägerschicht eine Wärmeleitfähigkeit hat, die über der Wärmeleitfähigkeit des für den Zylinderkopf verwandten Materials aufweist, insbesondere mehr als 120 W/mK bei 500°C. Die Funktionsschicht sollte eine Wärmeleitfähigkeit haben, die möglichst nahe an die Wärmeleitfähigkeit des Zylinderkopfmateri-
5 als Zylinderkopfmateri-als heranreicht, also oberhalb von 50 W/mK vorzugsweise oberhalb von 70 W/mK bei 500°C liegt. Dies kann erfindungsgemäß aber auch mit anderen Materialien erreicht werden.

Die verfestigenden Komponenten der Trägerschicht und der Funktionsschicht können gleich oder verschieden sein.

10 Bei den erfindungsgemäßen Ventilsitzringen handelt es sich um sogenannte double-layer-Ventilsitzringe, bei denen eine Trägerschicht als Basis mit einer Funktionsschicht überlagert ist. Die Trägerschicht besteht erfindungsgemäß aus einer verfestigten Kupfermatrix mit 0,10 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise 0,25 bis 15 Gew.-% einer oder mehrerer verfestigenden Komponenten. Als verfestigende
15 Komponenten kommen insbesondere Oxide und intermetallische Phasen in Frage.

Als verfestigende Oxide kommen beispielsweise Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Yttriumoxid in Frage. Des Weiteren können die Oxide von Seltenerdmetallen und Titandioxid genannt werden.

20 Bevorzugte verfestigende Komponenten sind Aluminiumoxid, Al_2O_3 , Yttriumoxid, Y_2O_3 und Titanoxid TiO_2 , die dem Kupfer in einer Menge von vorzugsweise 0,1 bis 2,5 Gew.-% zugesetzt werden können. Ein solch geringer Zusatz reicht bereits aus, um die Warmfestigkeit des Kupfers heraufzusetzen. Gleichzeitig wird die Wärmeleitfähigkeit nur geringfügig herabgesetzt.

25 Intermetallische Phasen sind insbesondere solche auf Basis von Cu, Cr, Nb, Ni, Zr und Si. Beispielhaft genannt werden können Cr_2Nb , Cu_5Zr , Cr_2Zr , Ni_2Si , Ni_3Si , $\text{Ni}_{31}\text{Si}_{12}$ und CuZr . Solche intermetallischen Phasen bilden sich während der Abkühlung durch Ausscheidung aus der übersättigten Matrix in fein dispergierter Form.

Bevorzugt sind intermetallische Phasen aus Chrom und Niob, beispielsweise Cr_2Nb , das beispielsweise in einer Menge von 2 bis 15 Gew.-% verwandt werden kann. Chrom und Zirkon mit 0,5 bis 5 Gew.-% gehen in die gleiche Richtung.

5 Eine weitere geeignete Komponente sind Nickel-Silicium-Phasen, etwa Ni_2Si , Ni_3Si oder $\text{Ni}_{31}\text{Si}_{12}$, beispielsweise in einer Menge von 0,5 bis 5 Gew.-%.

Schließlich ist die Verwendung von Kupfer-Zirkon-Phasen, etwa Cu_5Zr oder CuZr in Mengen bis 5 Gew.-% ebenfalls geeignet, die Verfestigung herbeizuführen. In jedem Fall kann auch Silber zugemischt werden, das den Vorteil hat, positiv zur Wärmeleitfähigkeit beizutragen. Der Silberzusatz kann bis zu 10 Gew.-% betragen.

10

Für die Funktionsschicht wird eine verfestigte Kupfermatrix wie vorstehend beschrieben verwandt, die aber mit 5 bis 35 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 25 Gew.-% zusätzlich einer Hartphase ausgestattet ist. Eine solche Hartphase wird etwa als Legierungspulver dem Kupferpulver zugemischt, wobei das Legierungspulver intermetallische Phasen ausbilden kann. Der Prozentanteil der Hartphase bezieht sich dabei auf das Gewicht der verfestigten Kupfermatrix der Funktionsschicht.

15

Die Hartphase kann insbesondere eine auf Eisen-, Nickel- oder Cobaltbasis sein. Infrage kommen auch Carbide, oxidische Keramik oder nitridische Keramik. Wesentlich ist, dass die Hartphase in der verfestigten Kupfermatrix eingebracht ist und die notwendige Verschleißfestigkeit bereitstellt.

20

Als Hartphase kann beispielsweise eine bekannte Hartphase auf Eisenbasis mit Cobalt, Kohlenstoff, Molybdän, Vanadium und Wolfram verwandt werden. Alternativ kann eine Cobalt-Hartphase mit Molybdän, Silicium und Chrom, gegebenenfalls auch Nickel eingesetzt werden.

25

Als karbidische Materialien kommen insbesondere Wolframkarbid, Siliciumkarbid, Titankarbid und Chromkarbid infrage. Als oxidische Keramik kommen

beispielsweise Aluminiumoxid und als nitridische Keramik Titanitrid, Chromnitrid und kubisches Bornitrid in Frage.

Die Funktionsschicht kann die üblichen Festschmierstoffe enthalten, beispielsweise MnS, MoS₂, WS₂ CaF₂ oder hexagonales Bornitrid, üblicherweise
5 in Mengen von 0,1 bis 5 Gew.-%, bezogen auf die verfestigte Kupfermatrix.

Eine Übersicht über zum Einsatz kommende Materialien findet sich in Tabelle 1 (Trägerwerkstoffe) und Tabelle 2 (Hartphasen für den Funktionswerkstoff).

Bevorzugtes Material zur Verfestigung der Kupfermatrix ist Al₂O₃, das bereits in geringen Mengen zu der gewünschten Verfestigung führt.

10 Als Hartphase sind solche auf Eisen-, Nickel- oder Cobaltbasis bevorzugt, insbesondere vom Tribaloy-Typ, etwa T400 und T800.

Der erfindungsgemäße Ventilsitzring ist in jedem Fall zweischichtig aufgebaut. Dabei kann die Trennlinie zwischen den Schichten mehr oder weniger waagrecht verlaufen, d.h. die beiden Schichten ruhen aufeinander und
15 verbinden sich in der Kontaktzone unter Druck und Temperatur. Bevorzugt ist allerdings ein schräger Verlauf der Trennschicht mit einem Winkel von bis zu 65°, insbesondere von 35° bis 65°, wobei die Trägerschicht sich nach außen hin erweitert und eine große Kontaktfläche zum Zylinderkopf wie auch zur Funktionsschicht schafft. Insbesondere bevorzugt sind Winkel von 40° bis 55°.

20 Die Trägerschicht der erfindungsgemäßen Ventilsitzringe hat eine Wärmeleitfähigkeit von ≥ 120 W/mK bei 500°C und vorzugsweise von ≥ 220 W/mK bei 500°C. Erzielbar sind Wärmeleitfähigkeiten von über 300 W/mK bei 500°C, was dem drei- bis vierfachen der bisher erzielbaren Wärmeleitfähigkeiten entspricht.

25 In der Funktionsschicht können Wärmeleitfähigkeiten von mehr als 70 bis 250 W/mK bei 500°C erzielt werden, was ebenfalls weit über den bisher erzielbaren Werten liegt.

Die erfindungsgemäßen Ventilsitzringe können sowohl in der Träger- als auch in der Funktionsschicht infiltriert sein, um die Wärmeleitfähigkeit zu erhöhen. Die Funktionsschicht kann zudem weitere Zusätze enthalten, die die Funktion unterstützen, beispielsweise Schmierstoffe wie Molybdänsulfid oder metallische
5 Zusätze wie Molybdän oder Niob. Solche Zusätze können in einer Größenordnung von bis zu 15 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Funktionsschicht, zugegen sein. Molybdän und Niob, die in Form von Pulver dem zu sinternden Grünling zugesetzt werden, oxidieren oberflächlich und sind geeignet, die Reibung zu vermindern.

10 Für die Infiltration kommen beispielsweise Kupferlegierungen in Frage, aber auch Silber und Silberlegierungen.

Die erfindungsgemäßen Ventilsitzringe werden insbesondere pulvermetallurgisch hergestellt. Die erfindungsgemäßen Ventilsitzringe können nach einem Verfahren hergestellt werden, das in mehreren Schritten das Verdichten und Sintern der
15 entsprechenden Pulver beinhaltet:

- Mischen der Pulver,
- Einführen des Pulvers der Trägerschicht in eine Matrize,
- gegebenenfalls Vorverdichten des Pulvers der Trägerschicht,
- Einführen des Pulvers der Funktionsschicht in die Matrize,
- 20 - Verdichten der Pulver in der Matrize,
- Sintern der Pulver und
- Thermische und/oder mechanische Nachbehandlung der gesinterten Ringe.

Zur Kompaktierung des Pulvers kann uniaxiales Pressen zum Einsatz kommen,
25 alternativ ist aber beispielsweise auch kaltisostatisches Pressen (CIP) möglich.

Dem Sintern kann auch ein heißisostatischer Prozess (HIP) nachgeschaltet sein bzw diesen Schritt ersetzen. Die Sinterschritte erfolgen bei einer Temperatur von beispielsweise $\geq 850^{\circ}\text{C}$.

Es kann zweckmäßig sein, die Pulver nach dem ersten Sintern nachzuverdichten und gegebenenfalls erneut zu sintern.

Sofern nicht anders angegeben sind alle Gewichtsangaben auf das Gewicht der jeweiligen Schicht bezogen.

- 5 Die Erfindung wird durch die beiliegenden Abbildungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Ventilsitzring 1 im Querschnitt mit einer unteren Trägerschicht 2 und einer darauf angeordneten Funktionsschicht 3. Die Trennlinie zwischen den beiden Schichten verläuft im Wesentlichen waagrecht.

- 10 Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Ventilsitzring 1 mit schrägverlaufender Trennlinie zwischen der Trägerschicht 2 und der Funktionsschicht 3. Dabei erweitert sich die Trägerschicht 2 zum Außenrand hin und vergrößert damit die Kontaktfläche mit dem umgebenden Zylinderkopf. Auf diese Art und Weise wird ein verbesserter Wärmefluss in den gekühlten Zylinderkopf erreicht. Zwischen den Schichten befindet sich ein
- 15 Übergangsbereich 4, in dem die Trennlinie zwischen der Trägerschicht 2 und der Funktionsschicht 3 verläuft.

Fig. 3 zeigt die Wärmeleitfähigkeiten verschiedener erfindungsgemäßer Materialien bei verschiedenen Temperaturen. Bei den Materialien handelt es sich um

- 20
1. ein Trägermaterial aus einem oxidverstärkten Kupfer;
 2. ein Funktionsmaterial mit 20% Hartphase;
 3. ein Funktionsmaterial mit 30% Hartphase und
 4. ein Funktionsmaterial mit 40% Hartphase.

Bei allen Funktionsmaterialien ist die Trägermatrix die gleiche wie im Trägermaterial.

Patentansprüche

1. Ventilsitzring (1) mit einer Trägerschicht (2) und einer Funktionsschicht (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Trägerschicht (2) aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die 0,10 bis 20 Gew.-% einer verfestigenden Komponente enthält, und die Funktionsschicht (3) aus einer verfestigten Kupfermatrix besteht, die weiterhin 5 bis 35 Gew.-%, bezogen auf die Kupfermatrix, einer oder mehrerer Hartphasen enthält.
2. Ventilsitzring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
10 verfestigende Komponente der Kupfermatrix ein Oxid ist, insbesondere Al_2O_3 oder Y_2O_3 .
3. Ventilsitzring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die verfestigende Komponente der Kupfermatrix eine intermetallische Phase ist, insbesondere enthaltend Cu, Cr, Zr, Nb, Ni und/oder Si.
- 15 4. Ventilsitzring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die verfestigende Komponente Al_2O_3 oder Cr_2Nb ist.
5. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartphase der Funktionsschicht eine Hartphase auf Eisenbasis, Cobaltbasis, Nickelbasis, ein Carbid, Oxid und/oder Nitrid ist.
- 20 6. Ventilsitzring nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartphase eine Hartphase auf Eisen-, Nickel- oder Cobaltbasis ist.
7. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsschicht 0,1 bis 5 Gew.-% eines Festschmierstoffs enthält.
- 25 8. Ventilsitzring nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Festschmierstoff MnS , MoS_2 , WS_2 , CaF_2 oder hexagonales BN ist.

9. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennlinie zwischen Trägerschicht (2) und Funktionsschicht (3) in einem Winkel von 0° bis 65° verläuft, wobei sich die Trägerschicht (2) nach außen erweitert.

5 10. Ventilsitzring nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennlinie in einem Winkel von 35° bis 65° verläuft.

11. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einer Wärmeleitfähigkeit der Trägerschicht (2) von ≥ 120 W/mK bei 500°C .

10 12. Ventilsitzring nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitfähigkeit der Trägerschicht (2) ≥ 220 W/mK bei 500°C beträgt.

13. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleitfähigkeit der Funktionsschicht (3) ≥ 70 W/mK bei 500°C ist.

15 14. Ventilsitzring nach einem der vorstehenden Ansprüche hergestellt auf pulvermetallurgische Weise.

15. Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzrings nach einen der vorstehenden Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Mischen der Pulver,
- Einfüllen des Pulvers der Trägerschicht (2) in eine Matrize,
- 20 - gegebenenfalls Vorverdichten des Pulvers der Trägerschicht (2),
- Einfüllen des Pulvers der Funktionsschicht (3) in die Matrize,
- Verdichten der Pulver in der Matrize,
- Sintern oder HIPpen der Pulver und
- Thermische oder mechanische Nachbehandlung des gesinterten
- 25 Rings.

16. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulver nach dem ersten Sintern nachverdichtet und/oder nachgesintert werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterschritte bei einer Temperatur $\geq 850^{\circ}\text{C}$ erfolgen.
- 5 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichtung mittels CIP erfolgt.
19. Ventilsitzring nach einem der Ansprüche 1 bis 14 mit einer Beschichtung.

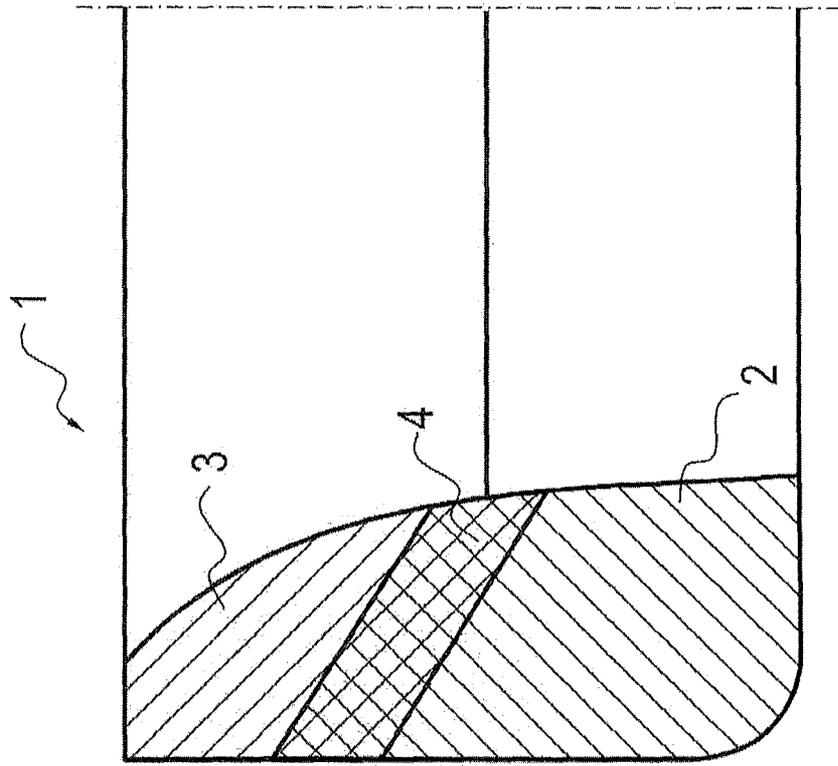


Fig. 2

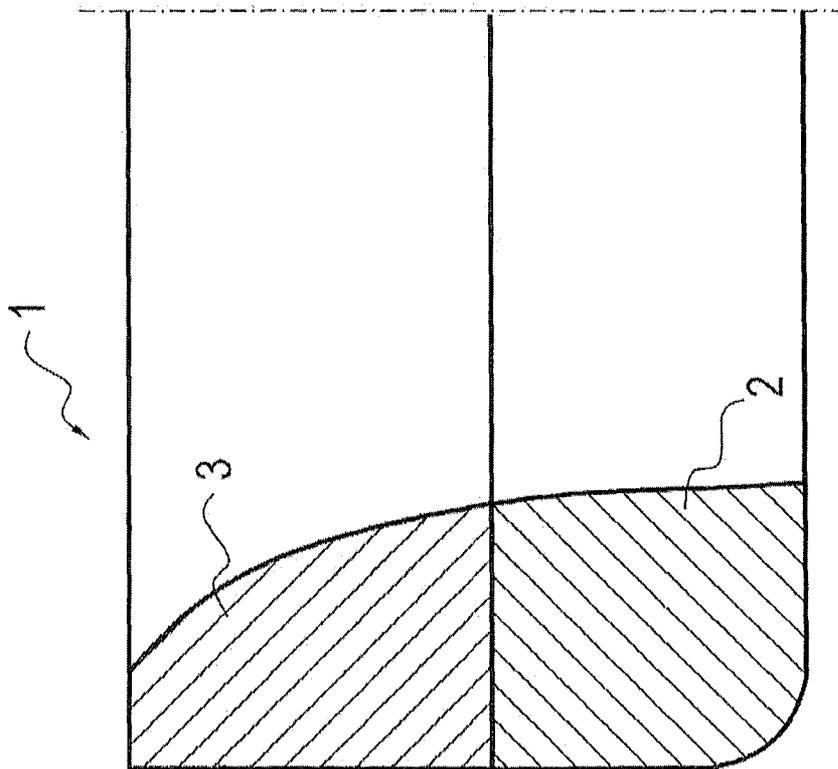


Fig. 1

Fig. 3

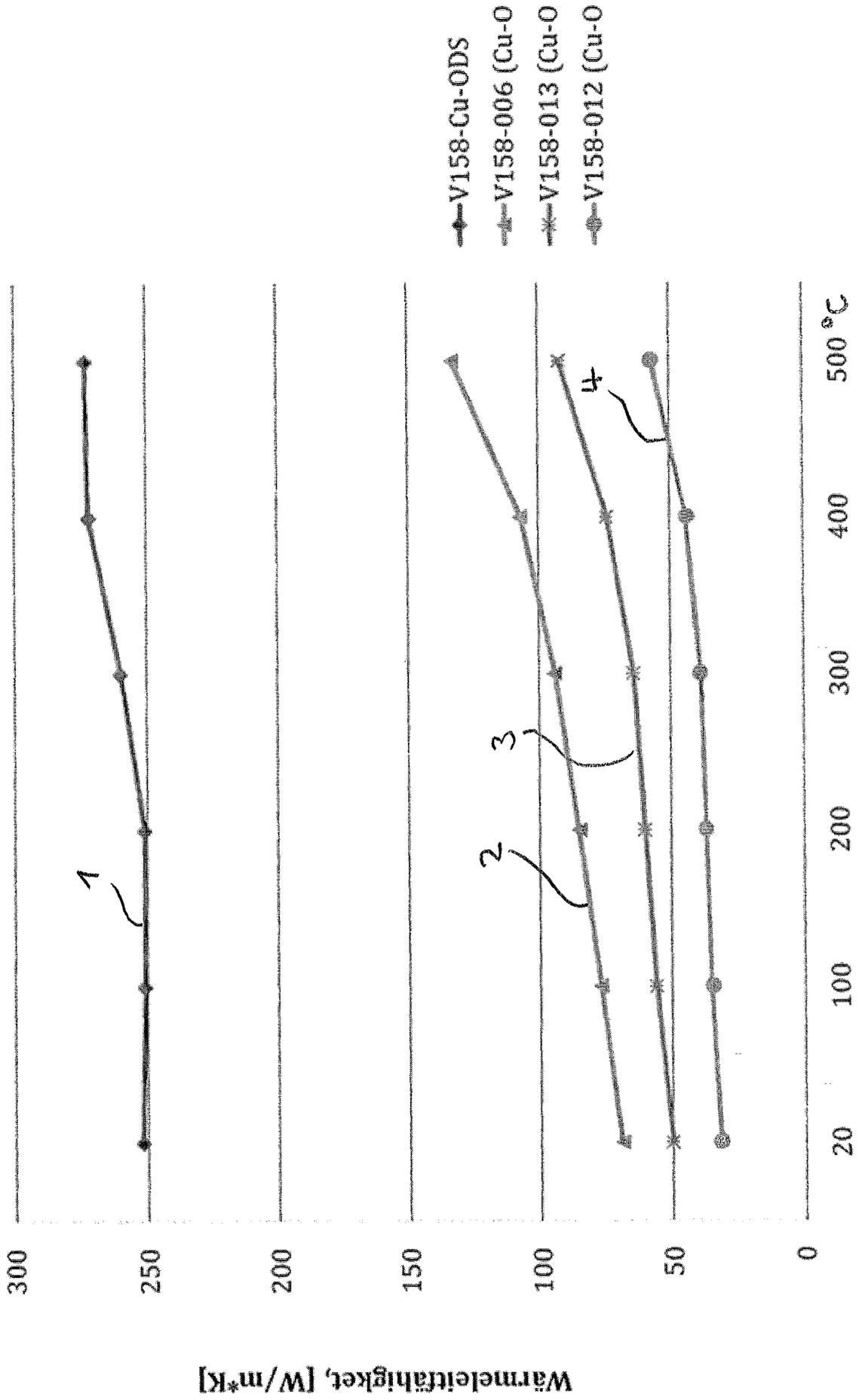


Tabelle 1: Basismaterial für die Trägerschicht

Bezeichnung	Festigkeit durch	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]			Chemische Zusammensetzung [Gew.-%]								
		20°C	400°C		Cu	Al ₂ O ₃	Cr	Zr	Nb	Ag	Ni	Si	
Cu + Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	322 - 344	280 - 320	Basis	Basis	0,1 - 1,1							
Cu + Cr ₂ Nb	Cr ₂ Nb	280 - 345	290 - 350	Basis	Basis		1,5 - 6,5	3,6 - 5,5	bis 4,9				
Cu + CrZr	Cu ₅ Zr/Cr ₂ Zr/Cr	280 - 380	300 - 370	Basis	Basis		bis 0,8	0,08 - 0,5	bis 3				3/4
Cu + NiSi	Ni ₂ Si/Ni ₃ Si/Ni ₃₁ Si ₁₂	180	225	Basis	Basis		0,5			2,4		0,7	

Tabelle 2: Hartphase für die Funktionsschicht

a) Legierungspulver, das intermetallische Phasen ausbildet

Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung [Gew.-%]							
	Fe	Co	C	Mo	V	Si	Cr	Ni
HS 6-5-4	Basis	max. 1,0	1,15 - 1,40	4,25 - 5,25	3,75 - 4,75			
FeMo29Cr9,5Si2,6	Basis		max. 0,03	28,0 - 30,0		2,20 - 3,20	8,50 - 10,50	
28Mo-9Cr-2,6Si-0,04C		Basis	max. 0,15	27,0 - 29,0		2,50 - 3,50	7,0 - 9,0	max. 3
28Mo-17Cr-3,4Si-0,04C		Basis	max. 0,15	27,0 - 29,0		3,4	17,5	max. 3
23Mo-17Cr-16Ni-2,7Si-0,04C		Basis		23		2,7	18	18

4/4

b) karbidische Keramik

Bezeichnung	Bezeichnung
WC	Wolframkarbid
SiC	Siliziumkarbid
TiC	Titankarbid
CrC	Chromkarbid

c) oxidische Keramik

Bezeichnung	Bezeichnung
Al ₂ O ₃	Aluminiumoxid
Y ₂ O ₃	Yttriumoxid

d) nitridische Keramik

Bezeichnung	Bezeichnung
CBN	Kubisches Bornitrid
TiN	Titannitrid
CrN	Chromnitrid

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/062681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B22F5/10
 ADD. B22F7/06 C22C1/05 C22C9/00 F01L3/04 F16K25/00
 B22F7/02 F01L3/02 F01L3/08
 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)
 B22F C22C F01L F16K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H10 274012 A (NISSAN MOTOR) 13 October 1998 (1998-10-13) paragraphs [0004], [0006], [0009], [0072]; claims 1-9; figures 2-4,; example 1; table 1 -----	1,3,5,6, 9-14
Y	US 2015/322828 A1 (KOHLEK EKKEHARD [DE] ET AL) 12 November 2015 (2015-11-12) paragraphs [0005], [0014], [0021], [0033], [0036], [0034]; claims 1-17 -----	1-19
Y	JP 2015 127520 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 9 July 2015 (2015-07-09) abstract; figures 1-2 paragraphs [0001], [0015], [0017], [0021], [0024] paragraphs [0037], [0038], [0040], [0042] - [0046] -----	1-19
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 11 September 2017	Date of mailing of the international search report 18/09/2017
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 Aliouane, Nadir

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/062681

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 6 039 785 A (DALAL KIRIT [DE] ET AL) 21 March 2000 (2000-03-21) abstract; figure 1; tables 1-6 column 2, lines 24-29,43-57; claims 1,14-17,18,26; examples 1,2; tables 2,4 -----	1-19
A	JP H09 53424 A (MAZDA MOTOR) 25 February 1997 (1997-02-25) paragraphs [0006], [0010]; claims 1-10; figures 12,17-19 -----	1-15
A	WO 2005/059190 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; KAWASAKI MINORU [JP]; OSHIMA TADASHI [JP]; K) 30 June 2005 (2005-06-30) abstract paragraphs [0013], [0014], [0021]; figure 7; tables 1,5 -----	5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/062681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H10274012	A	13-10-1998	NONE

US 2015322828	A1	12-11-2015	CN 104428500 A 18-03-2015
		DE 102012013226	A1 09-01-2014
		EP 2870328	A1 13-05-2015
		JP 2015528053	A 24-09-2015
		KR 20150036357	A 07-04-2015
		US 2015322828	A1 12-11-2015
		WO 2014006076	A1 09-01-2014

JP 2015127520	A	09-07-2015	NONE

US 6039785	A	21-03-2000	DE 19606270 A1 28-08-1997
		EP 0881958	A1 09-12-1998
		JP 4272706	B2 03-06-2009
		JP 2001500567	A 16-01-2001
		US 6039785	A 21-03-2000
		WO 9730808	A1 28-08-1997

JP H0953424	A	25-02-1997	NONE

WO 2005059190	A1	30-06-2005	CN 1894429 A 10-01-2007
		DE 602004011631	T2 29-01-2009
		EP 1694876	A1 30-08-2006
		JP 4472979	B2 02-06-2010
		JP 2005179715	A 07-07-2005
		US 2007125458	A1 07-06-2007
		WO 2005059190	A1 30-06-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B22F5/10	
ADD.	B22F7/06	C22C1/05
	B22F7/02	F01L3/02
		F01L3/08
	C22C9/00	F01L3/04
		F16K25/00
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22F C22C F01L F16K		
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	JP H10 274012 A (NISSAN MOTOR) 13. Oktober 1998 (1998-10-13) Absätze [0004], [0006], [0009], [0072]; Ansprüche 1-9; Abbildungen 2-4,; Beispiel 1; Tabelle 1 -----	1,3,5,6, 9-14
Y	US 2015/322828 A1 (KOHLER EKKEHARD [DE] ET AL) 12. November 2015 (2015-11-12) Absätze [0005], [0014], [0021], [0033], [0036], [0034]; Ansprüche 1-17 -----	1-19
Y	JP 2015 127520 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 9. Juli 2015 (2015-07-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1-2 Absätze [0001], [0015], [0017], [0021], [0024] Absätze [0037], [0038], [0040], [0042] - [0046] -----	1-19
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen 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
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"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)		"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
11. September 2017	18/09/2017	
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 Aliouane, Nadir	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 039 785 A (DALAL KIRIT [DE] ET AL) 21. März 2000 (2000-03-21) Zusammenfassung; Abbildung 1; Tabellen 1-6 Spalte 2, Zeilen 24-29,43-57; Ansprüche 1,14-17,18,26; Beispiele 1,2; Tabellen 2,4 -----	1-19
A	JP H09 53424 A (MAZDA MOTOR) 25. Februar 1997 (1997-02-25) Absätze [0006], [0010]; Ansprüche 1-10; Abbildungen 12,17-19 -----	1-15
A	WO 2005/059190 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; KAWASAKI MINORU [JP]; OSHIMA TADASHI [JP]; K) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Zusammenfassung Absätze [0013], [0014], [0021]; Abbildung 7; Tabellen 1,5 -----	5,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/062681

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H10274012	A	13-10-1998	KEINE
US 2015322828	A1	12-11-2015	CN 104428500 A 18-03-2015
		DE 102012013226 A1	09-01-2014
		EP 2870328 A1	13-05-2015
		JP 2015528053 A	24-09-2015
		KR 20150036357 A	07-04-2015
		US 2015322828 A1	12-11-2015
		WO 2014006076 A1	09-01-2014
JP 2015127520	A	09-07-2015	KEINE
US 6039785	A	21-03-2000	DE 19606270 A1 28-08-1997
		EP 0881958 A1	09-12-1998
		JP 4272706 B2	03-06-2009
		JP 2001500567 A	16-01-2001
		US 6039785 A	21-03-2000
		WO 9730808 A1	28-08-1997
JP H0953424	A	25-02-1997	KEINE
WO 2005059190	A1	30-06-2005	CN 1894429 A 10-01-2007
		DE 602004011631 T2	29-01-2009
		EP 1694876 A1	30-08-2006
		JP 4472979 B2	02-06-2010
		JP 2005179715 A	07-07-2005
		US 2007125458 A1	07-06-2007
		WO 2005059190 A1	30-06-2005