

(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
16. November 2017 (16.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/194091 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 3/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/060343

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. Mai 2016 (09.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: **MAHLE INTERNATIONAL GMBH**
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **DOGAR, Andreas**; Traminerweg 2, 71726 Benningen (DE). **KÖRNER, Stephan**; Entengasse 3, 74354 Besigheim (DE). **ROSE, Reinhard**; Reußensteinstraße 28/2, 70736 Fellbach (DE).

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**; Königsstraße 28, 70173 Stuttgart (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, 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, KN, KP, KR, 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)

(54) Title: GAS EXCHANGE VALVE

(54) Bezeichnung: GASWECHSELVENTIL

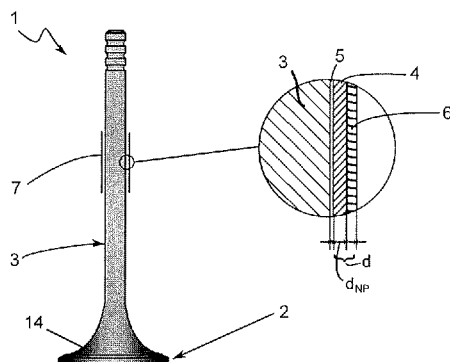


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a gas exchange valve (1) of an internal combustion engine, comprising a valve disk (2) and a valve stem (3). As an essential feature of the invention, at least some areas on at least the valve stem (3) are provided with a galvanically applied nickel-phosphorus layer (4), the phosphorus moiety of which is greater than 10 wt%, in particular between 11 and 13 wt%, thus increasing resistance to wear and corrosion.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Gaswechselventil (1) einer Brennkraftmaschine, mit einem Ventilteller (2) und einem Ventilschaft (3). Erfindungswesentlich ist dabei, dass zumindest am Ventilschaft (3) zumindest bereichsweise eine galvanisch aufgetragene Nickel-Phosphor-Schicht (4) aufweist, deren Phosphoranteil größer als 10 Gew.-% ist, insbesondere zwischen 11 und 13 Gew.-% liegt. Hierdurch kann die Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit verbessert werden.



WO 2017/194091 A1

Gaswechselventil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine mit einem Ventilteller und einem Ventilschaft, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Beschichten eines solchen Gaswechselventils.

Aus der DE 103 58 729 A1 ist ein gattungsgemäßes Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine mit einem Ventilteller und einem Ventilschaft bekannt. Hierbei ist eine einem Brennraum der Brennkraftmaschine abgewandte Seite des Ventiltellers mit einer katalytischen Beschichtung und eine Oberfläche des an den Ventilteller angrenzenden Ventilschafts mit einer antiadhäsiven Beschichtung versehen. Hierdurch soll insbesondere eine übermäßige Verkokung des Gaswechselventils im Betrieb verhindert werden.

Generell sind Gaswechselventile in Brennkraftmaschinen hohen thermischen und/oder mechanischen Belastungen ausgesetzt. Neben den thermischen Belastungen spielen auch chemische Belastungen, beispielsweise durch Öle, Schmiermittel oder andere Stoffe, eine entscheidende Rolle, da sich diese oftmals negativ auf die Korrosions- und damit die Verschleißbeständigkeit auswirken können.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für ein Gaswechselventil der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, welche sich insbesondere durch eine erhöhte Verschleißbeständigkeit und einen erhöhten Korrosionswiderstand auszeichnet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, ein an sich bekanntes Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine mit einem Ventilteller und einem Ventilschaft, zumindest am Ventilschaft zumindest bereichsweise mit einer galvanisch aufgetragenen Nickel-Phosphor-Schicht zu versehen, deren Phosphoranteil größer als 10 Gew.-% ist, insbesondere zwischen 11 und 13 Gew.-% liegt. Durch den sehr hohen Phosphorgehalt von > 10 Gew.-% kann ein bislang nicht erreichbarer Korrosionsschutz erzielt werden. Eine derartig ausgebildete Nickel-Phosphor-Schicht hat sich überraschenderweise auch besonders gut gegenüber interkristalliner Korrosion, Heißgas und Kondensat-Korrosion erwiesen. Um einen so hohen Phosphoranteil zu ermöglichen, muss beim galvanischen Beschichten zum einen die galvanische Flüssigkeit sehr gut durchmischt werden, damit genügend Phosphor vorhanden ist und nicht beim Beschichten entstehender und an der Ventilkontur, insbesondere im Bereich des Ventilschaftes sich ablagernder Wasserstoff die Abscheidung behindert. Zum anderen muss mit einer vergleichsweise geringen Stromdichte im Bereich von $3,5 - 4,5 \text{ A/dm}^2$ beschichtet werden. In diesem Stromdichte Bereich wird der maximale Phosphorgehalt in der Ni-Schicht erzielt. Dadurch sind aber längere Beschichtungszeiten erforderlich. Durch die Verwendung beispielsweise einer Formanode kann dabei eine äußerst homogene und gleichmäßige Schichtdickenverteilung erreicht werden.

Zweckmäßig weist die Nickel-Phosphor-Schicht eine Schichtdicke von $8 \mu\text{m} \leq d_{\text{NP}} \leq 15 \mu\text{m}$ auf. Eine derartige Schichtdicke gewährleistet dabei einerseits eine hohe Verschleißbeständigkeit und andererseits einen deutlich erhöhten Korrosionsschutz für das Gaswechselventil, welches insbesondere bei einem

Einsatz als Einlass- oder Auslassventil nicht nur hohen thermischen und mechanischen, sondern auch hohen chemischen Belastungen ausgesetzt ist.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist zwischen dem Gaswechselventil und der Nickel-Phosphor-Schicht eine Nickel-Strike-Schicht als Haftschrift angeordnet, um insbesondere eine verbesserte Haftung und damit einen verbesserten Verbund der Nickel-Phosphor-Schicht auf einem hochlegierten Ventilstahl erreichen zu können. Eine solche Nickel-Strike-Schicht weist dabei üblicherweise lediglich eine Dicke von 1 bis 2 μm auf, ermöglicht jedoch eine äußerst tragfähige Verbindung der Nickel-Phosphor-Schicht mit dem Gaswechselventil.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist die Nickel-Phosphor-Schicht zumindest teilweise mit einer Chromschicht überdeckt. Die Chromschicht wird dabei lediglich rein optional vorgesehen und als Dünnschicht aufgetragen und ist üblicherweise dicht geschlossen und rissfrei. Hierdurch kann die Korrosionsbeständigkeit nochmals gesteigert werden. Eine derartige zusätzliche und lediglich rein optionale Chromschicht wird dabei ausschließlich dann vorgesehen, sofern befürchtet werden muss, dass die bereits von der Nickel-Phosphor-Schicht verbesserte Verschleißbeständigkeit, insbesondere bei extremen Mangelschmierzuständen, nicht ausreicht. Hierbei wird insbesondere ein Ventilfehrungsbereich des Ventilschaftes mit einer solchen Chromschicht zusätzlich beschichtet, da die dort auftretenden mechanischen Belastungen, zusätzlich zu den thermischen und chemischen Belastungen besonders hoch sind.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die Chromschicht zusammen mit der Nickel-Phosphor-Schicht eine Dicke von < 25

µm auf. Hierdurch wird eine Beschichtung erzielt, die in Bezug auf Funktion und Kosten die beste Lösung erzielt.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, ein Verfahren zum Beschichten eines Gaswechselventils anzugeben, bei welchem zunächst zumindest in einem Ventilfehrungsbereich des Ventilschaftes des zu beschichtenden Gaswechselventils eine Nickel-Strike-Schicht galvanisch aufgetragen wird. Diese Nickel-Strike-Schicht dient dabei als Haftvermittler für eine später in diesem Bereich aufzutragende Nickel-Phosphor-Schicht mit einem Phosphoranteil von > 10 Gew.-%, insbesondere mit einem Phosphoranteil zwischen 11 und 13 Gew.-%. Die Nickel-Strike-Schicht ist dabei als Dünnschicht ausgebildet und in der Regel nur 1 bis 2 µm dick. Sie bewirkt jedoch eine optimale Verbindung der den Korrosionswiderstand und den Verschleißwiderstand erhöhenden Nickel-Phosphor-Schicht. Insbesondere der hohe Phosphorgehalt der Nickel-Phosphor-Schicht ist dabei verantwortlich für den guten Korrosionsschutz und wirkt insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion, Heißgas und Kondensat-Korrosion.

Um die Verschleißbeständigkeit und auch den Korrosionsschutz weiter erhöhen zu können, kann die Nickel-Phosphor-Schicht zusätzlich zumindest teilweise mit einer Chromschicht überdeckt werden. Diese ist üblicherweise rissfrei und erhöht dadurch den Korrosionswiderstand, ebenso wie den Verschleißwiderstand bei Mangelschmierzuständen.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, eine Vorrichtung zum Beschichten eines Gaswechselventils anzugeben, welche ein Galvanikbad mit einer galvanischen Flüssigkeit sowie einer darin angeordneten Anode und einer Kathode aufweist. Die Anode besitzt dabei eine Aufnahme, in welcher das zu beschichtende Gaswechselventil mit einem Ventilschaftende

aufgenommen und insbesondere zentriert werden kann, wobei die Anode zusätzlich eine Negativkontur zu einer Ventilkehle des Gaswechselventils aufweist und dadurch in der Lage ist, das zu beschichtende Gaswechselventil lagefixiert in der Anode aufzunehmen. Zusätzlich ist in dem Galvanikbad eine Kathode vorgesehen, die flächig am Ventiltellerboden anlegbar, und über die Strom in das Gaswechselventil zum Beschichten desselben einleitbar ist. Durch die Kontaktierung des Ventiltellerbodens mit der Kathode ist somit das Gaswechselventil selbst die eigentliche Kathode und die Halterung, die das Gaswechselventil aufnimmt und gitterförmig den zu beschichtenden Bereich des Gaswechselventils, insbesondere den Ventilschaft, umgibt, die Anode. Beides sind Elektroden, wobei die Anode in der Regel eine sogenannte unlösliche Mixed metal oxide (MMO-Anode) ist, die den Vorteil bietet, sich beim Beschichtungsprozess nicht aufzulösen und somit immer einen gleichbleibenden Abstand zum Ventil garantiert und hierdurch eine gleichmäßige Beschichtung ermöglicht. Zur guten Durchmischung des Galvanikbades kann selbstverständlich auch noch eine Mischeinrichtung, beispielsweise ein Propeller oder ähnliches vorgesehen sein, die dafür sorgt, dass genügend Phosphor vorhanden ist und der beim Beschichten entstehende und an der Ventilkontur sich ablagernde Wasserstoff die Abscheidung nicht behindert.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Ansicht auf ein erfindungsgemäßes Gaswechselventil mit einer geschnittenen Detaildarstellung,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Beschichten des Gaswechselventils.

Entsprechend der Figur 1, weist ein erfindungsgemäßes Gaswechselventil 1 einer im Übrigen nicht gezeigten Brennkraftmaschine einen Ventilteller 2 sowie einen Ventilschaft 3 auf. Das Gaswechselventil 1 ist dabei üblicherweise als Einlass- oder Auslassventil ausgebildet. Um einen erhöhten Korrosions- und Verschleißwiderstand gegen die beim Betrieb der Brennkraftmaschine auftretenden hohen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungen schaffen zu können, ist das erfindungsgemäße Gaswechselventil 1 zumindest am Ventilschaft 3 zumindest bereichsweise mit einer galvanisch aufgetragenen Nickel-Phosphor-Schicht 4 (vgl. auch die Detaildarstellung in Figur 1) beschichtet, deren Phosphoranteil > 10 Gew.-% (Gewichtsprozent) ist. Idealerweise beträgt der Phosphorgehalt der Nickel-Phosphor-Schicht 4 sogar zwischen 11 und 13 Gew.-%. Der hohe Phosphorgehalt ist dabei verantwortlich für einen guten Korrosionsschutz wobei die Nickel-Phosphor-Schicht 4 insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion, Heißgas und Kondensat-Korrosion schützen soll.

Üblicherweise besitzt die Nickel-Phosphor-Schicht 4 eine Schichtdicke von $8\text{ }\mu\text{m}$ $\leq d_{\text{NP}} \leq 15\text{ }\mu\text{m}$. Um dabei einen möglichst optimalen Verbund mit dem hochlegierten Stahl des Ventilschaftes 3 schaffen zu können, kann zwischen dem Gaswechselventil 1 und der Nickel-Phosphor-Schicht 4 eine Nickel-Strike-Schicht 5 vorgesehen sein. Diese Nickel-Strike-Schicht 5 ist dabei doch lediglich 1 bis $2\text{ }\mu\text{m}$ dick.

Um den Verschleißwiderstand und die Korrosionsbeständigkeit weiter steigern zu können, kann die Nickel-Phosphor-Schicht 4 zusätzlich zumindest bereichsweise mit einer Chromschicht 6 überzogen sein, die als Dünnschicht aufgetragen ist und üblicherweise dicht und rissfrei ausgeführt ist. Eine derartige Chromschicht 6 ist jedoch lediglich rein optional vorgesehen, sofern der bereits erhöhte Verschleiß- und Korrosionswiderstand der Nickel-Phosphor-Schicht 4 nicht ausreichend sein sollte. Insgesamt sollte die Chromschicht 6 zusammen mit der Nickel-Phosphor-Schicht 4 eine Dicke $d < 25\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen. Da besonders im Bereich 7 einer Ventilfehrung eine erhöhte mechanische Belastung auftritt, die auch einen erhöhten Verschleiß- und Korrosionswiderstand erfordert, ist es sinnvoll, die erfindungsgemäße Nickel-Phosphor-Schicht 4 und optional zusätzlich die Chromschicht 6 besonders in diesem Bereich 7 aufzubringen.

Das Gaswechselventil 1 selbst ist aus einem bekannten hochlegierten Stahl ausgebildet, beispielsweise X50CrMnNiNbN21-9 (1.4882) Stahl, einem NiCr20TiAl (Nimonic 80A 2.4952) Stahl oder einem Nireva 3015 Stahl.

Betrachtet man die Figur 2, so kann man hier eine Vorrichtung 8 zum Beschichten des Gaswechselventils 1 erkennen, wobei die Vorrichtung 8 ein Galvanikbad 9 mit einer Galvanikflüssigkeit 10 mit einer darin angeordneten Anode 11 aufweist. Die Anode 11 besitzt eine Aufnahme 12, in welcher das zu beschichtende Gaswechselventil 1 mit einem Ventilschaftende aufgenommen ist,

sowie eine Negativkontur 13, welche komplementär zu einer Ventilkehle 14 des Gaswechselventils 1 ausgebildet ist und dadurch flächig an dieser anliegt. Ebenfalls vorgesehen ist eine Kathode 15, die flächig am Ventiltellerboden des Ventiltellers 2 anliegt und über die Strom mittels einer Stromquelle 16 in das Gaswechselventil 1 einleitbar ist. In diesem Fall ist somit das Gaswechselventil 1 die eigentliche Kathode, über welche Strom zur Anode 11 fließt. Ebenfalls vorgesehen sein kann eine Mischeinrichtung 17, mittels welcher die Galvanikflüssigkeit 10 während des galvanischen Beschichtens gut durchmischt wird, so dass ein stets ausreichend hoher Phosphoranteil zum Herstellen der Nickel-Phosphor-Schicht 4 an die Oberfläche des Ventilschaftes 3 gelangen kann. Zusätzlich wird hierdurch auch eine unerwünschte Ablagerung von Wasserstoff verhindert, welche die Abscheidung von Phosphor behindern würde. Die Anode 11 ist dabei in der Regel eine Mixed metal oxide (MMO) Anode. Selbstverständlich ist dabei denkbar, dass nicht nur der Ventilschaft 3, sondern zusätzlich zumindest die Ventilkehle 14 mit der erfindungsgemäßen Nickel-Phosphor-Schicht 4 und optional zusätzlich mit der Chromschicht 6 zur verbesserten Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit überzogen sind.

Mit der erfindungsgemäßen Nickel-Phosphor-Schicht 4 mit deren vergleichsweise hohem Phosphoranteil von $> 10\%$ und der optionalen Chromschicht 6 kann eine besonders hohe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit erreicht werden, die mit bislang vergleichbaren Beschichtungen nicht erreicht werden konnte.

Patentansprüche

1. Gaswechselventil (1) einer Brennkraftmaschine, mit einem Ventilteller (2) und einem Ventilschaft (3),
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest am Ventilschaft (3) zumindest bereichsweise eine galvanisch aufgetragene Nickel-Phosphor-Schicht (4) aufweist, deren Phosphoranteil größer als 10 Gew.-% ist, insbesondere zwischen 11 und 13 Gew.-% liegt.
2. Gaswechselventil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nickel-Phosphor-Schicht (4) eine Schichtdicke von $8\text{ }\mu\text{m} \leq d_{\text{NP}} \leq 15\text{ }\mu\text{m}$ aufweist.
3. Gaswechselventil nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem Gaswechselventil (1) und der Nickel-Phosphor-Schicht (4) eine Nickel-Strike-Schicht (5) als Haftschicht angeordnet ist.
4. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nickel-Phosphor-Schicht (4) zumindest teilweise von einer Chromschicht (6) überdeckt ist.
5. Gaswechselventil nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Chromschicht (6) zusammen mit der Nickel-Phosphor-Schicht (4) eine Dicke $d \leq 25 \mu\text{m}$ aufweist.

6. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nickel-Phosphor-Schicht (4) ausschließlich im Bereich einer Ventilfehrung (7) am Ventilschaft (3) aufgebracht ist.

7. Gaswechselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gaswechselventil (1) aus einem X50CrMnNiNbN21-9 (1.4882) Stahl, einem NiCr20TiAl (Nimonic 80A 2.4952) Stahl oder einem nireva 3015 Stahl ausgebildet ist.

8. Verfahren zum Beschichten eines Gaswechselventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- zumindest im Bereich einer Ventilfehrung (7) des Ventilschaftes (2) eine Nickel-Strike-Schicht (5) galvanisch aufgetragen wird,
- zumindest im Bereich der Ventilfehrung (7) eine Nickel-Phosphor-Schicht (4) mit einem Phosphoranteil von größer als 10 Gew.-% galvanisch aufgetragen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Nickel-Phosphor-Schicht (4) zumindest teilweise von einer Chromschicht (6) überdeckt wird.

10. Vorrichtung zum Beschichten eines Gaswechselventils (1), mit einem Galvanikbad (9) mit einer darin angeordneten Anode (11) mit einer Aufnahme

(12), in welcher das zu beschichtende Gaswechselventil (1) mit einem Ventilschaftende aufgenommen ist, wobei die Anode (11) eine Negativkontur (13) zu einer Ventilkehle (14) des Gaswechselventils (1) aufweist, und mit einer Kathode (15), die flächig am Ventiltellerboden anlegbar und über die Strom in das Gaswechselventil (1) einleitbar ist.

1/1

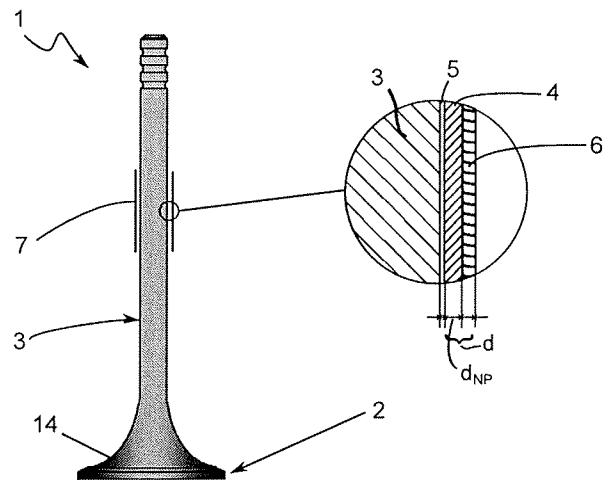


Fig. 1

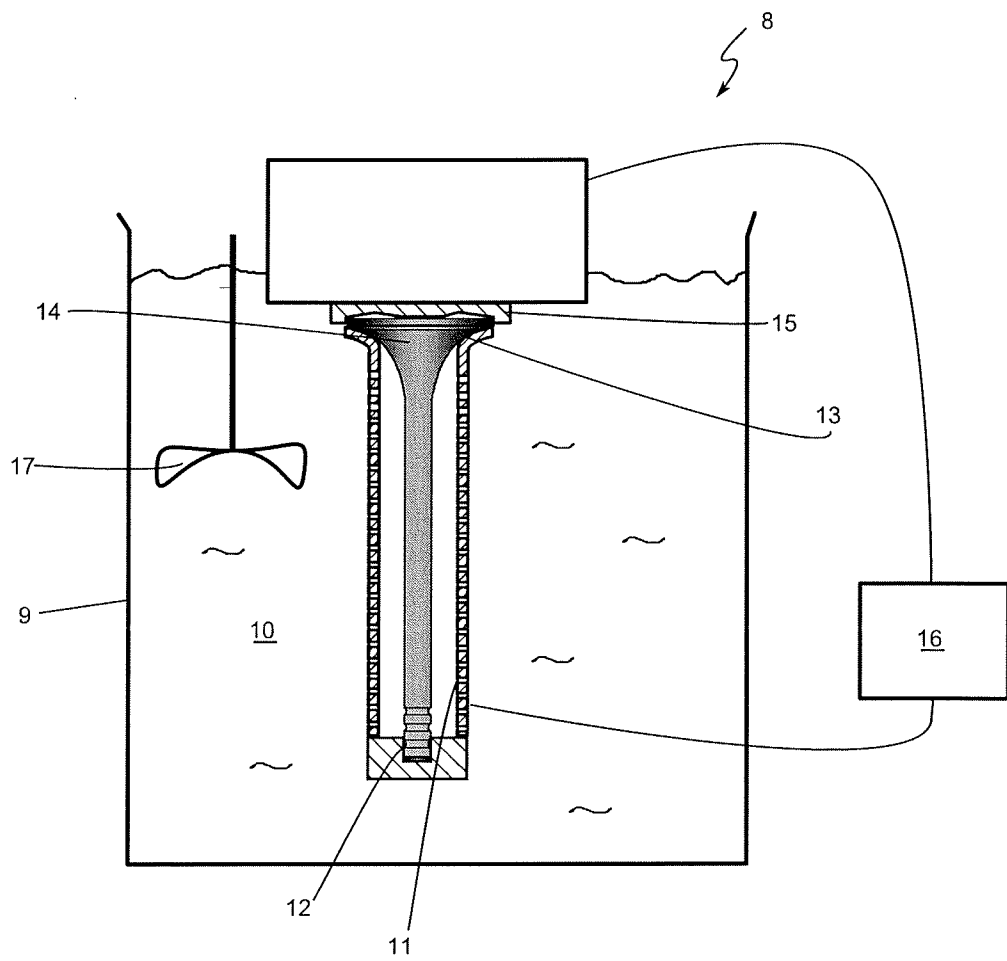


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/060343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01L3/04
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)
F01L C25D

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)

EP0-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.
A	US 5 441 024 A (WIETIG FREDERICK G [US] ET AL) 15 August 1995 (1995-08-15) column 1, line 4 - line 6 column 4, line 8 - line 12 claim 3	1-3,6,8
A	----- US 2013/153432 A1 (JONES ROBERT [CA]) 20 June 2013 (2013-06-20) paragraph [0001] paragraph [0008] paragraph [0019] paragraph [0041]	1-3,6,8
A	----- US 5 370 364 A (KENMOKU TAKEJI [JP] ET AL) 6 December 1994 (1994-12-06) page 1, paragraph 1 column 5, line 67 - column 6, line 29 column 6, line 56 - line 63 ----- -/--	1-3,6,8



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 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

21 November 2016

Date of mailing of the international search report

03/03/2017

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

Paquay, Jeannot

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/060343

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 796 399 A1 (RENAULT [FR]) 19 January 2001 (2001-01-19) page 1, line 1 - line 4 page 4, line 15 - page 5, line 18 claims 13,15	1,6
E	----- US 2016/169400 A1 (DOGAR ANDREAS [DE] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16) the whole document	1-9
A	----- US 2 745 777 A (CLARKE JR WILLIAM C) 15 May 1956 (1956-05-15) column 1, line 15 - line 17 column 2, line 57 - line 69 figures -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2016/060343

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See Supplemental Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-9

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-9

Coating method of a valve and geometry of the associated anode and cathode.

2. Claim 10

Independent claim 10 refers to an improvement of a coating method and improves the method or solves the problem with the form of the anode and cathode.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/060343

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5441024	A	15-08-1995	NONE	

US 2013153432	A1	20-06-2013	CA 2794722 A1	02-05-2013
			US 2013153432 A1	20-06-2013

US 5370364	A	06-12-1994	EP 0681039 A1	08-11-1995
			JP H06146825 A	27-05-1994
			US 5370364 A	06-12-1994

FR 2796399	A1	19-01-2001	NONE	

US 2016169400	A1	16-06-2016	CN 105697085 A	22-06-2016
			DE 102014225741 A1	07-07-2016
			EP 3061852 A2	31-08-2016
			JP 2016114054 A	23-06-2016
			US 2016169400 A1	16-06-2016

US 2745777	A	15-05-1956	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/060343

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01L3/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01L C25D

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 441 024 A (WIETIG FREDERICK G [US] ET AL) 15. August 1995 (1995-08-15) Spalte 1, Zeile 4 - Zeile 6 Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 12 Anspruch 3	1-3,6,8
A	----- US 2013/153432 A1 (JONES ROBERT [CA]) 20. Juni 2013 (2013-06-20) Absatz [0001] Absatz [0008] Absatz [0019] Absatz [0041]	1-3,6,8
A	----- US 5 370 364 A (KENMOKU TAKEJI [JP] ET AL) 6. Dezember 1994 (1994-12-06) Seite 1, Absatz 1 Spalte 5, Zeile 67 - Spalte 6, Zeile 29 Spalte 6, Zeile 56 - Zeile 63 ----- -/--	1-3,6,8



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

21. November 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2017

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

Paquay, Jeannot

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/060343

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 796 399 A1 (RENAULT [FR]) 19. Januar 2001 (2001-01-19) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 4 Seite 4, Zeile 15 - Seite 5, Zeile 18 Ansprüche 13,15 -----	1,6
E	US 2016/169400 A1 (DOGAR ANDREAS [DE] ET AL) 16. Juni 2016 (2016-06-16) das ganze Dokument -----	1-9
A	US 2 745 777 A (CLARKE JR WILLIAM C) 15. Mai 1956 (1956-05-15) Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 17 Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 69 Abbildungen -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/060343

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-9

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9

Beschichtungsverfahren eines Ventils und die Geometrie der dazugehörigen Anode und Kathode

2. Anspruch: 10

Unabhängiger Anspruch 10 bezieht sich auf eine Verbesserung eines Beschichtungsverfahrens, und verbessert das Verfahren bzw. löst das Problem mit der Form der Anode und der Kathode.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/060343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5441024 A	15-08-1995	KEINE	
US 2013153432 A1	20-06-2013	CA 2794722 A1 US 2013153432 A1	02-05-2013 20-06-2013
US 5370364 A	06-12-1994	EP 0681039 A1 JP H06146825 A US 5370364 A	08-11-1995 27-05-1994 06-12-1994
FR 2796399 A1	19-01-2001	KEINE	
US 2016169400 A1	16-06-2016	CN 105697085 A DE 102014225741 A1 EP 3061852 A2 JP 2016114054 A US 2016169400 A1	22-06-2016 07-07-2016 31-08-2016 23-06-2016 16-06-2016
US 2745777 A	15-05-1956	KEINE	