



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.2015 Patentblatt 2015/50

(51) Int Cl.:
F02M 61/18 (2006.01) C23D 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15168604.5**

(22) Anmeldetag: **21.05.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Berkemeier, Oliver**
51465 Bergisch Gladbach (DE)
• **Verpoort, Clemens Maria**
40789 Monheim (DE)

(74) Vertreter: **Dörfler, Thomas**
Ford-Werke GmbH
Abt. NH/364
Henry-Ford-Strasse 1
50735 Köln (DE)

(30) Priorität: **06.06.2014 DE 102014210872**

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn MI 48126 (US)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES EINSPRITZVENTILS FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR SOWIE EINSPRITZVENTIL FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils (1) für einen Verbrennungsmotor. Das Einspritzventil (1) umfasst einen Ventilkörper (5) mit einem Ventilkopf (6), welcher wenigstens ein Spritzloch (10) aufweist. Der Ventilkopf (6) ist dazu ausgebildet, um zumindest abschnittsweise in einem Brennraum (4) des Verbrennungsmotors angeordnet oder diesem zumindest unmittelbar zugewandt zu sein. Der Ventilkopf (6) wird wenigstens bereichsweise mit zumindest folgenden Schritten mit einer Beschichtung beschichtet:

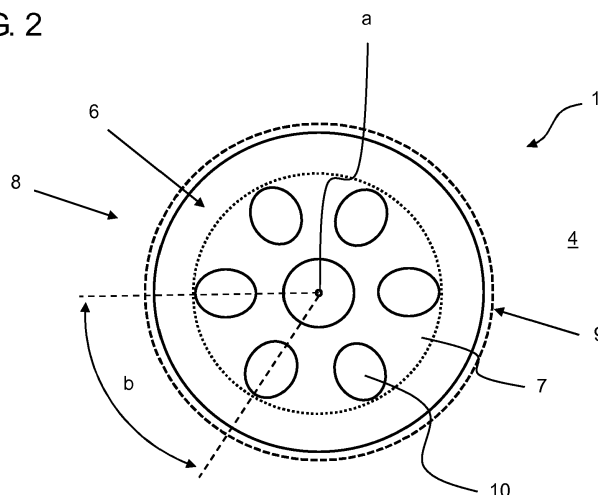
- Durchströmen des Ventilkörpers (5) mit einem Fluid, wobei das Fluid durch das Spritzloch (10) hindurch aus

dem Ventilkopf (6) austritt,

- Zumindest bereichsweises Auftragen eines Email-Schlickers auf den mit Fluid durchströmten Ventilkopf (6),
- Trocknen des auf dem Ventilkopf (6) aufgetragenen Email-Schlickers,
- Erhitzen des auf den Ventilkopf (6) aufgetragenen Email-Schlickers zur Ausbildung einer Email-Beschichtung (9).

Weiterhin ist die Erfindung auf ein Einspritzventil (1) für einen Verbrennungsmotor gerichtet, insbesondere hergestellt nach dem obigen Verfahren.

FIG. 2



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils für einen Verbrennungsmotor, insbesondere für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff von Anspruch 7.

[0002] Verbrennungsmotoren dienen dazu, die in einem Kraftstoff enthaltene Energie in Bewegungsenergie umzuwandeln. Um ein zündfähiges und effizientes Gemisch für den Verbrennungsvorgang zu erhalten, muss der Kraftstoff mit Umgebungsluft, insbesondere mit dem darin enthaltenen Sauerstoff (O_2) vermischt werden. War es insbesondere bei Kraftfahrzeugen bis vor einiger Zeit noch üblich, die gewünschte Vermischung mittels eines Vergasers außerhalb des Brennraums bereitzustellen, herrschen heute moderne Einspritzsysteme vor. Deren Einspritzventile (Injektoren) werden dazu genutzt, um den Kraftstoff in genau dosierter Menge direkt in die zugehörigen und mit Luft befüllten Brennräume einzuspritzen (Direkteinspritzung). Hierbei wird der Kraftstoff in der Luft innerhalb des jeweiligen Brennraumes zerstäubt, um eine sichere und insbesondere emissionsarme Verbrennung zu erhalten. Auf diese Weise findet die Gemischbildung nunmehr nahezu ausschließlich innerhalb des Brennraums statt.

[0003] Je nach verwendetem Kraftstoff werden Verbrennungsmotoren im Wesentlichen in Fremdzünder und Selbstzünder unterschieden. Dabei gelten Ottomotoren als Fremdzünder, während Dieselmotoren als Selbstzünder bezeichnet werden. Bei Ottomotoren wird das im Brennraum befindliche Gemisch zunächst verdichtet und anschließend, beispielsweise über eine Zündkerze, gezündet. Demgegenüber konzentriert sich bei Dieselmotoren die Verdichtung auf die dem Brennraum zugeführte Luft, welche hierdurch einen raschen Temperaturanstieg erfährt. Die dabei erzeugte Temperatur ist ausreichend, um den anschließend in die verdichtete Luft einzuspritzenden Diesel-Kraftstoff zu entzünden.

[0004] Da bei der Direkteinspritzung der Kraftstoff geradewegs in die einzelnen Brennräume des Verbrennungsmotors eingebracht werden muss, ist der Ventilkopf eines Einspritzventils unmittelbar der beim Verbrennungsprozess entstehenden Hitze ausgesetzt. Hierbei ist der Ventilkopf entweder abschnittsweise in dem Brennraum angeordnet oder diesem zumindest unmittelbar zugewandt. In jedem Fall wird der Ventilkopf dabei direkt mit der Verbrennungshitze beaufschlagt. So ist insbesondere der Ventilkopf in dieser Einbaulage besonderen Anforderungen ausgesetzt. Neben den hohen Temperaturen gilt es ferner mitunter hohen Einspritzdrücken und Temperaturschocks stand zu halten. Zudem sind korrosive Einflüsse durch die bei der Verbrennung entstehenden Verbrennungsprodukte zu berücksichtigen, welche insbesondere bei der Verwendung alternativer Kraftstoffe eine große Rolle spielen.

[0005] Neben den bei Kraftfahrzeugen in flüssiger Form mitgeführten Kraftstoffen wie beispielsweise Benzin, Diesel, Flüssiggas (= Autogas, LPG) oder Flüssigerdgas (LNG) finden auch als Gas vorliegende Kraftstoffe Verwendung, beispielsweise in Form von verdichtetem Erdgas (CNG) oder von Wasserstoff (H_2). Als weitere alternative Kraftstoffe sind beispielsweise Ethanol (C_2H_6O) oder Methanol (CH_4O) zu nennen.

[0006] Trotz der hohen Belastungen muss ein solches Einspritzventil insbesondere bei Kraftfahrzeugen einen sicheren Betrieb ermöglichen. Dies unabhängig von den Fahrzyklen und der Fahrleistung des Fahrzeugs sowie den jeweiligen klimatischen Bedingungen und dem verwendeten Kraftstoff. Bei der Wahl geeigneter Werkstoffe für derartige Einspritzventile wird daher wenigstens für den hoch belasteten Ventilkopf zumeist auf einen rostfreien austenitischen Stahl zurückgegriffen.

[0007] Bei der Verwendung besagter Einspritzventile ist nach einer bestimmten Betriebszeit festzustellen, dass sich einige der Verbrennungsprodukte an dem Ventilkopf ablagern. In diesem Zusammenhang ist bekannt, dass sich eine solche Ablagerung eher und schneller auf der die austenitische Stahloberfläche schützenden Passivschicht aus Chromoxid (CrO) abscheidet als beispielsweise auf einer Oberfläche aus Kupfer (Cu) oder Messing ($CuZn$). Bei den Ablagerungen handelt es sich zumeist um Ruß und insbesondere um Ölkohle.

[0008] Das sich aus den Ablagerungen ergebende Problem ist darauf zurückzuführen, dass diese am Ende eines Verbrennungszyklus die Tendenz zum Nachglühen aufweisen; ähnlich einer Glühkerze. Aufgrund der dann unkontrollierten Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches führt dies letztlich zu unerwünscht hohen Werten an flüchtigen organischen Substanzen im Abgas (HC-Emissionen).

[0009] Um diese Ablagerungen am Ventilkopf eines Einspritzventils zu minimieren oder gar zu verhindern, ist im Stand der Technik die Beschichtung des Ventilkopfes mit geeigneten Materialien bekannt.

[0010] So ist beispielsweise der DE 42 22 137 B4 eine Kraftstoff-Einspritzdüse für eine Diesel-Brennkraftmaschine zu entnehmen. Diese umfasst einen Düsenkörper mit diesen durchdringenden Spritzlöchern, auf deren Wandung eine Beschichtung aufgebracht ist. Die Beschichtung verdickt sich zum Auslauf der Spritzlöcher hin, so dass die Spritzlöcher sich zu ihrem Auslauf hin verjüngen. Die Beschichtung selbst ist aus einem Hartstoff wie etwa Chrom, Nickel, Nickel-Phosphor, Nickel-Bor, Nickel-Kobalt-Bor, Al_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 , Cr_3C_2 , SiO_2 , $AlSi$, $NiCr$, WTi oder WC gebildet.

[0011] Aus der DE 199 51 014 A1 geht ein Brennstoffeinspritzventil hervor, welches ebenfalls eine zumindest um den Mündungsbereich seiner Austrittsöffnung herum eine Beschichtung aufweist. Bei der Beschichtung handelt es sich um eine katalytisch wirksame Schicht aus Co oder Ni oder Kobalt- oder Nickeloxiden oder Oxiden von Co - oder Ni -Legierungen oder Ru oder Rh oder Pd oder Os oder Ir oder Pt oder Legierungen dieser Metalle

untereinander bzw. mit anderen Metallen.

[0012] Am Beispiel einer galvanisch oder mittels Bedampfen erzeugten Beschichtung aus Platin (Pt) wird deutlich, dass deren Wirkung in der Praxis nicht ausreichend ist. Ursächlich hierfür ist die Tatsache, dass im Betrieb des Verbrennungsmotors der Ventilkopf eines Einspritzventils in einem eher niedrigen Temperaturbereich von nur 200°C bis 350°C arbeitet. Dies ist auf den beständigen Kontakt mit dem einzuspritzenden Kraftstoff zurückzuführen, welcher dem Ventilkopf im Kontakt während seiner Zufuhr und durch Verdampfen (Verdunstungskälte) die Wärme entzieht. Besagter Temperaturbereich ist allerdings nicht ausreichend hoch, so dass eine katalytische Verbrennung von tropfenförmigen Kraftstoffteilchen auf dem Ventilkopf bei Anwesenheit von Platin (Pt) tatsächlich nicht einsetzt.

[0013] Aus der auf die Anmelderin zurückgehenden Patentanmeldung DE 102013213993.4 ist ferner bekannt, den Ventilkopf eines Einspritzventils aus PM-Aluminium herzustellen und zu beschichten. Dabei können in die Al₂O₃ Anodisierschicht bzw. die Ti-O₂ Plasma-Electrolytic-Deposition Schicht beispielsweise CeO₂, Pr oder andere katalytisch wirksame Substanzen eingebettet werden. Durch den Ersatz des Ventilkopfes aus einem Aluminium ergibt sich allerdings das Problem bei der Anpassung der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten.

[0014] Weiter zeigt die JP 2007-309167 A ein Brennkammerreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor. Hierzu wird Titanoxid auf einer Oberfläche einer Einspritzöffnung eines Injektors aufgetragen.

[0015] Die JP 2005-155618 A offenbart ein Verfahren zur Ausbildung einer Beschichtung aus Titanoxid an einer Düse eines Einspritzventils.

[0016] Im Ergebnis kann beispielsweise durch die Anordnung einer Edelmetallbeschichtung zwar die Verbrennung bereits vorhandener Ablagerungen beschleunigt werden, allerdings kann es aufgrund ihrer Eigenschaften und deren lokalen Anordnung auch weiterhin zu einem unkontrollierten Nachglimmen der vorhandenen Ablagerungen kommen. Insgesamt erlauben daher bis jetzt weder auf physikalische oder chemische Gasphasenabscheidung (PVD/CVD) zurückgehende noch auf galvanischen Maßnahmen beruhende Verfahren die Herstellung geeigneter Beschichtungen, um die Bildung von Ablagerungen und die damit einhergehenden Nachteile zuverlässig zu verhindern.

[0017] Angesichts dieser Beobachtung bieten Einspritzventile für Verbrennungsmotoren, insbesondere für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen daher auch weiterhin noch Raum für Verbesserungen.

[0018] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils sowie ein Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor dahingehend weiterzuentwickeln, dass eine kostengünstige und in vorhandene Produktionsabläufe integrierbare Möglichkeit zur Ausbildung einer geeigneten Beschichtung ermöglicht wird, durch welche ei-

ne sichere Funktion zur Verbesserung der im Betrieb entstehenden Abgaswerte gewährleistet ist.

[0019] Die Lösung des verfahrensmäßigen Teiles dieser Aufgabe ist Inhalt eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der gegenständliche Teil dieser Aufgabe wird durch ein Einspritzventil mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die jeweiligen Unteransprüche.

[0020] Es ist darauf hinzuweisen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Maßnahmen und Merkmale in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und damit weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen.

[0021] Hiernach beinhaltet das erfindungsgemäße Verfahren die Herstellung eines Einspritzventils für einen Verbrennungsmotor. Bei dem Verbrennungsmotor kann es sich besonders bevorzugt um einen Kraftfahrzeugmotor handeln.

[0022] Das Einspritzventil umfasst in üblicher Weise einen Ventilkörper mit einem Ventilkopf. Der Ventilkopf ist für das Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum des Verbrennungsmotors vorgesehen. Aus diesem Grund ist der Ventilkopf so ausgebildet, dass dieser im eingebauten Zustand des Einspritzventils in dem Verbrennungsmotor zumindest abschnittsweise in dessen Brennraum angeordnet ist. Sofern der Ventilkopf möglichst bündig mit jenen, den Brennraum begrenzenden Flächen ausgebildet sein soll, ist der Ventilkopf dem Brennraum zumindest unmittelbar zugewandt. Weiterhin wird besagter Ventilkopf wenigstens bereichsweise mit einer geeigneten Beschichtung beschichtet.

[0023] Erfindungsgemäß handelt es sich bei der Beschichtung um eine Email-Beschichtung. Die zur erfindungsgemäßen Ausbildung der Email-Beschichtung notwendigen Maßnahmen beinhalten folgende Schritte:

- Durchströmen des Ventilkörpers mit einem Fluid, wobei das Fluid durch das Spritzloch hindurch aus dem Ventilkopf austritt,
- Zumindest bereichsweises Auftragen eines Email-Schlickers auf den mit Fluid durchströmten Ventilkopf,
- Trocknen des auf dem Ventilkopf aufgetragenen Email-Schlickers,
- Erhitzen des auf den Ventilkopf aufgetragenen Email-Schlickers zur Ausbildung der Email-Beschichtung.

[0024] Das Wesentliche an dem erfindungsgemäßen Verfahren ist dabei die zumindest bereichsweise Ausbildung der Email-Beschichtung auf dem Ventilkopf des Ventilkörpers des Einspritzventils. Gegenüber der Anordnung einer Edelmetallbeschichtung ergibt sich hieraus der Vorteil, dass die erfindungsgemäße Email-Beschichtung die Ablagerung von Ölkohle weitestgehend unterbindet. Insofern dient die Email-Beschichtung nicht nur der Senkung der notwendigen Temperatur für einen

Abbrand derartiger Ablagerungen, sondern verhindert oder reduziert zumindest deren Entstehung bereits von Beginn an.

[0025] Ursächlich hierfür ist die Erkenntnis, dass sich nahezu keine flüssigen Bestandteile des Kraftstoffs - beispielsweise in Tropfenform - auf der Email-Beschichtung ablagern und eintrocknen können. Dies wurde als der Hauptgrund für die Entstehung teerkohleartiger Beläge auf den Ventilköpfen von Einspritzventilen erkannt. Durch die Verhinderung oder zumindest weitest gehende Reduzierung solcher Ablagerungen ist ein etwaiges Nachglimmen dieser nunmehr nicht mehr möglich. Ein leicht nachvollziehbarer Vergleich kann in diesem Zusammenhang mit Kochgeschirr aus Edelstahl in Kombination mit Öl- oder Fettspritzern gezogen werden. Derartige Spritzer brennen sich ebenfalls sehr fest in die Edelstahloberfläche ein, welche nur durch eine mechanische Behandlung wie beispielsweise Kratzen wieder entfernt werden können.

[0026] Darüber hinaus fungiert die erfindungsgemäße Email-Beschichtung als zusätzlicher Isolator mit entsprechender Wärmedämmwirkung. Mit anderen Worten wird der Email-Beschichtung nicht ungehindert Wärme durch den Kraftstoff entzogen. Auf diese Weise erhält die Email-Beschichtung auf ihrer Außenfläche eine hohe Start-Temperatur während des Betriebs des Verbrennungsmotors. Hierdurch kann so früh wie möglich eine Katalyse-Reaktion eintreten.

[0027] Aufgrund der erfindungsgemäßen Email-Beschichtung wird quasi eine schützende Dämm- sowie Antihafschicht auf dem Ventilkopf des Einspritzventils ausgebildet, hinsichtlich deren Schutzfunktion die im Betrieb des Verbrennungsmotors entstehenden Abgaswerte entsprechend verbessert werden.

[0028] Durch die hitzebeständigen Eigenschaften einer Email-Beschichtung zeigt sich diese in Bezug auf ihren Einsatzort und die damit verbundenen und auf sie einwirkenden Temperaturbelastungen als überaus beständig.

[0029] Die Anordnung der erfindungsgemäßen Email-Beschichtung lässt sich in vorteilhafter Weise einfach in bestehende Herstellungsprozesse von Einspritzventilen integrieren. Bevorzugt können Ventilkopf und Ventilkörper zuvor mittels Laserschweißen miteinander verbunden werden. Besonders bevorzugt kann vor dieser Verbindung das wenigstens eine Einspritzloch mittels Erodieren in den Ventilkopf eingebracht werden. Dies ist insofern vorteilhaft, als dass Erodieren, beispielsweise Senkerodieren ein elektrisch leitfähiges Material erfordert. Da eine oxydische Email-Beschichtung elektrisch isolieren ist, muss diese folglich erst nach dem Erodieren des Ventilkopfes ausgebildet werden.

[0030] Um das Spritzloch bei der Ausbildung der Email-Beschichtung entsprechend freizuhalten, wird das Einspritzventil, insbesondere dessen Ventilkörper mit dem Ventilkopf mit einem Fluid durchströmt. Besonders bevorzugt kann es sich bei dem Fluid um Druckluft handeln, welche regelmäßig in derartigen Prozessketten zur

Verfügung steht oder aber einfach zur Verfügung gestellt werden kann. In vorteilhafter Weise erfolgt die Durchströmung mit Fluid so lange, bis der Email-Schlicker vollständig getrocknet und ausgehärtet ist. Insofern kann sich die Durchströmung mit Fluid auf die Maßnahme des Trocknens des aufgetragenen Email-Schlickers reduzieren. Mit anderen Worten wird durch die bereits erfolgte Trocknung des Email-Schlickers ein Aufrechterhalten der Durchströmung während der erhitzenden Maßnahme zur Ausbildung der Email-Beschichtung nicht notwendig sein.

[0031] Bei der Email-Beschichtung kann es sich besonders bevorzugt um eine oxydische sowie glatte und katalytisch wirksame Email-Beschichtung handeln. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann die Email-Beschichtung auch als "Clean Email" ausgebildet sein. Derartige Email-Beschichtungen sind beispielsweise in der Auskleidung von Haushaltsgeräten wie etwa Backöfen bekannt. Diese beinhalten einen Selbstreinigungseffekt, wenn der Ofen in einer höheren Temperatur als üblich betrieben wird. Hierbei handelt es sich dann um ein Reinigungsglühen, bei welchem etwaige anhaftende Ablagerungen wie Ölbeläge ohne mechanische Einwirkung rein katalytisch abgebaut werden können. Weiterhin kann die Wärmedämmwirkung der Email-Beschichtung durch die Zugabe eines hohen Anteils an Ti-Oxiden verbessert werden.

[0032] Als Schlicker oder Email-Schlicker wird im Sinne der Erfindung die Ausgangsbasis für die anzuordnende Email-Beschichtung verstanden. Hierbei kann es sich bevorzugt um eine Masse in Form eines Mineralgemisches handeln, welches in einer flüssigen, breiigen bis zähflüssigen Konsistenz vorliegt und in geeigneter Weise auf den oder die aufgerauten Teile des Kopfbereiches aufgetragen wird.

[0033] Für den Auftrag ist beispielsweise ein Kontakt- oder kontaktloses Verfahren in Bezug auf den Einsatz eines Auftragsmittels denkbar. So kann der Email-Schlicker beispielsweise unter Zuhilfenahme einer Auftragsrolle oder eines Auftragspinsels aufgetragen werden. Weiterhin kann der Auftrag beispielsweise durch Sprühen, insbesondere durch Airless-Sprühen erfolgen.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des grundsätzlichen Erfindungsgedankens kann der Auftrag des Email-Schlickers mittels Eintauchen des Ventilkopfes in den Email-Schlicker durchgeführt werden. Hieraus ergibt sich der Vorteil einer überaus einfachen und klar begrenzten Art der Auftragung des Email-Schlickers. Zudem ist diese Form des Auftrages überaus wirtschaftlich, da diese keine zusätzliche Energie beispielsweise zur Beschleunigung einzelner Schlickerpartikel wie etwa beim Sprühen erfordert. Auch und vor allem wird hierbei kein Overspray erzeugt, welcher neben möglichen Nachbearbeitungen an dem Einspritzventil erfahrungsgemäß einen hohen Verbrauch an Email-Schlicker mit sich bringt.

[0035] Das anschließende Trocknen des aufgetragenen Email-Schlickers kann beispielsweise in Umge-

bungsluft oder durch das Anströmen mit aufgewärmter Luft erfolgen.

[0036] Bevorzugt sieht die Erfindung vor, dass das Trocknen des auf den Ventilkopf aufgetragenen Email-Schlickers in einem Ofen durchgeführt werden kann. Auf diese Weise lassen sich der Trocknungsprozess und damit der Herstellungsprozess insgesamt beschleunigen. Zudem können die Trocknungszeiten aufgrund der so kontrollierbaren Trocknung genau festgelegt und mit den weiteren Maßnahmen zeitlich genau abgestimmt werden.

[0037] Das nachfolgende Erhitzen des getrockneten Schlickers dient der Ausbildung der Email-Beschichtung. Unter dem Erhitzen wird im Rahmen der Erfindung auch ein Glühen, Sintern oder Einbrennen verstanden.

[0038] Dabei ist im Rahmen der Erfindung ein Temperaturbereich von 800°C bis 900°C angedacht, in welchem das Erhitzen des aufgetragenen Schlickers bevorzugt durchgeführt werden kann. Besonders bevorzugt kann das Erhitzen unter Verwendung eines Schutzgases erfolgen. Durch die Erhitzung unter Schutzgas kann die Bildung von Zunder- und Anlaufschichten insbesondere auf dem Außengewinde der Zündkerze wirksam verhindert werden.

[0039] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Email-Beschichtung in einer nur geringen Schichtdicke von 50 µm bis 80 µm ausgebildet werden. Hierdurch kann auch eine Retrofit-Lösung für bereits vorhandene Einspritzventile bereitgestellt werden, da keinerlei Nacharbeiten an dem wenigstens einen Spritzloch notwendig werden.

[0040] Je nach Anforderung ist denkbar, dass der Ventilkopf vor dem Aufbringen des Email-Schlickers zumindest bereichsweise aufgeraut werden kann. So kann die Basis für den Auftrag des Email-Schlickers durch ein geeignetes Aufrauverfahren des Ventilkopfes geschaffen werden. Dabei kann das Aufrauen beispielsweise mittels Stahlkies-Strahlen erfolgen. Selbstverständlich sind auch weitere Aufrauverfahren denkbar, welche eine geeignete Vorbearbeitung der jeweiligen Oberflächen für den Auftrag des Email-Schlickers ermöglichen. Das Aufrauen dient dabei in erster Linie der Schaffung eines haltbaren Verbundes zwischen der Oberfläche des Ventilkopfes und der Email-Beschichtung. Diese kann sich hierdurch besser in der Oberfläche des Ventilkopfes verankern. Zudem kann durch das Aufrauen die Kontaktfläche vergrößert werden.

[0041] Das nunmehr vorgestellte erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils ermöglicht eine kostengünstige und leicht in vorhandene Produktionsabläufe integrierbare Möglichkeit zur Ausbildung einer Beschichtung in Form einer Email-Beschichtung. Dabei verhindert die erfindungsgemäße Email-Beschichtung auf dem Ventilkopf eine Ablagerung flüssigen Kraftstoffs in Form von Tröpfchen, welche ansonsten auf der Oberfläche des Ventilkopfes eintrocknen. Hier hinterlassen sie nach einiger Zeit Teer- und/oder Kohle-Beläge, die nicht ohne weiteres zu entfernen sind. Derartige

Beläge haben einen negativen Effekt auf die Emissionen des im Betrieb befindlichen Verbrennungsmotors. Insbesondere die Wirkung der erfindungsgemäßen Email-Beschichtung des Ventilkopfes als Katalysator bewirkt, dass die besagten Tröpfchen auf der Oberfläche des Ventilkopfes verdampfen und so keine Beläge bilden können.

[0042] Die Erfindung betrifft ferner ein Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor, insbesondere für einen solchen eines Kraftfahrzeugs. Das Einspritzventil kann bevorzugt mit dem zuvor vorgestellten erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden sein.

[0043] Dabei umfasst das Einspritzventil einen Ventilkörper mit einem Ventilkopf. Der Ventilkopf weist wenigstens ein Spritzloch auf. Der Ventilkopf ist dazu ausgebildet, um zumindest abschnittsweise in einem Brennraum des Verbrennungsmotors angeordnet oder diesem zumindest unmittelbar zugewandt zu sein. Weiterhin ist der Ventilkopf wenigstens bereichsweise mit einer Beschichtung beschichtet. Erfindungsgemäß handelt es sich bei der Beschichtung um eine Email-Beschichtung. Alternativ hierzu kann die Beschichtung zumindest Email mit umfassen.

[0044] Die sich daraus ergebenden Vorteile wurden bereits zuvor im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils erläutert und gelten für das erfindungsgemäße Einspritzventil entsprechend. Dies gilt im Übrigen auch für die nachfolgend benannten weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Einspritzventils. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf die vorherigen Ausführungen verwiesen.

[0045] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Einspritzventils ist die Email-Beschichtung aus einem Schlicker, insbesondere einem Email-Schlicker gebildet. In Bezug auf die Zusammensetzung des Email-Schlickers ist vorgesehen, dass dieser sich aus wenigstens einem glasbildenden Oxid nebst wenigstens einem weiteren Bestandteil und bedarfsweise zusätzlich aus mindestens einem Trübungsmittel zusammensetzen kann.

[0046] Bei der möglichen Gruppe an glasbildenden Oxiden kann es sich beispielsweise um wenigstens eines der folgenden handeln:

- Siliciumdioxid (SiO₂)
- Bortrioxid (B₂O₃)
- Natriumoxid (Na₂O)
- Kaliumoxid (K₂O)
- Aluminiumoxid (Al₂O₃).

[0047] Selbstverständlich ist diese Aufzählung nicht abschließend, so dass auch weitere glasbildende Oxide denkbar sind.

[0048] In Bezug auf den wenigstens einen weiteren Bestandteil kann dieser beispielsweise aus folgender Gruppe stammen:

- Borax
- Feldspat
- Quarz
- Fluorid
- Soda
- Natriumnitrat.

[0049] Auch hierbei gilt, dass diese Aufzählung nicht abschließend ist, so dass auch weitere Bestandteile denkbar sind.

[0050] Was die bedarfsweise Zugabe mindestens eines Trübungsmittels angeht, kann dieses beispielsweise aus folgender Gruppe ausgewählt sein:

- Titan (Ti)
- Zirkonium (Zr)
- Molybdän (Mo).

[0051] Dabei handelt es sich ebenfalls um keine abschließende Aufzählung, so dass auch andere Trübungsmittel wie beispielsweise Zinnoxid oder Titansilikat denkbar sind.

[0052] Bei der erfindungsgemäßen Email-Beschichtung handelt es sich bevorzugt um ein Schmelzgemisch. Bei der Emailtemperatur schmelzen die glasbildenden Oxide zu einer Glasschmelze zusammen. Grundemails weisen ca. 23 - 34 Gew% (Gewichtsprozente) Borax, 28 - 52 Gew% Feldspat, 5 - 20 Gew% Quarz, ca. 5 Gew% Fluorid, sowie als Rest Soda und Natriumnitrat auf. Als Trübungsmittel können wie bereits erwähnt die Oxide von Ti, Zr und Mo dienen.

[0053] Weiterhin können auch keramische Pigmente wie z.B. Eisenoxide, Chromoxide und Spinelle enthalten sein.

[0054] Um die Haftung insbesondere auf metallischem Untergrund zu verbessern, kann die erfindungsgemäße Email-Beschichtung ferner beispielsweise auch wenigstens ein Oxid der nachfolgenden Gruppe enthalten:

- Cobaltoxid
- Manganoxid
- Nickeloxid.

[0055] Die genannten Stoffe werden in bevorzugter Ausgestaltung fein gemahlen und geschmolzen. Die Schmelze wird abgeschreckt, also bevorzugt in Wasser gegeben, wobei die so entstehende körnige glasartige Fritte im sich anschließenden Schritt wieder fein gemahlen wird. Beim dem Mahlvorgang werden beispielsweise 30 % bis 40 % Wasser zusammen mit Ton und Quarzmehl zugesetzt. Je nach Art des Emails kommen noch die erwähnten Trübungsstoffe und Farboxide hinzu.

[0056] So wird ein Emailslicker gebildet, welcher zur besseren Mischung einige Zeit, bevorzugt einige Tage ruhen sollte, bevor der Emailslicker weiterverwendet würde. Durch Verwendung geeigneter Stellmittel wird sichergestellt, dass sich eine gleichmäßige Schichtdicke ergibt.

[0057] In Bezug auf eine glatte Email-Beschichtung kann diese bevorzugt einen hohen Anteil an Ceroxid (CeO) aufweisen. Durch dessen Katalysatorwirkung werden sich auf der Oberfläche der Email-Beschichtung absetzende Kraftstofftröpfchen verdampft. Hierdurch können sich keine Ablagerungen bilden, welche später negative Auswirkungen auf die Abgasemissionen haben könnten. Weiterhin kann hierdurch die Starttemperatur zum Verbrennen des Kraftstoffs und unverbrannter Kohlenwasserstoffe (HC) sowie von Kohlenmonoxid (CO) in vorteilhafter Weise reduziert werden. Hierdurch können ebenfalls die Emissionswerte des Verbrennungsmotors gesenkt werden.

[0058] In Bezug auf die Ausgestaltung des wenigstens einen den Ventilkopf durchdringende Spritzlochs sieht die Erfindung vor, dass die darin enthaltene Email-Beschichtung konisch ausgebildet ist. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann diese eine trompetenförmige Ausgestaltung besitzen. Ursächlich hierfür kann eine Maßnahme während der Ausbildung der Email-Beschichtung sein, welche zum Freihalten des Einspritzloches während des Auftrages von Email-Slicker die Durchströmung des Ventilkörpers mit einem Fluid vorsehen kann. Besagtes Fluid strömt dabei durch das Spritzloch aus dem Ventilkopf aus, wodurch sich die zuvor beschriebene charakteristische Form des Spritzloches in Bezug auf die Email-Beschichtung ausbildet. Der sich hieraus ergebende Vorteil liegt in einer verbesserten Verwirbelung des im Einsatz aus dem Spritzloch austretenden Kraftstoffs.

[0059] Weitere vorteilhafte Einzelheiten und Wirkungen der Erfindung sind im Folgenden anhand von in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Einspritzventils in einer Seitenansicht sowie

Fig. 2 das Einspritzventil aus Fig. 1 mit Blick auf dessen endseitigen Ventilkopf.

[0060] Fig. 1 ist die schematische Darstellung eines mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten erfindungsgemäßen Einspritzventils 1 zu entnehmen. Besagtes Einspritzventil 1 ist für die Verwendung in einem nicht näher dargestellten Verbrennungsmotor vorgesehen. Bei dem Verbrennungsmotor kann es sich insbesondere um einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs handeln. Weiterhin ist ein Abschnitt einer Wandung 2 eines Zylinderkopfes 3 des nicht weiter gezeigten Verbrennungsmotors angedeutet, durch welche hindurch das Einspritzventil 1 angeordnet ist. Hierbei ragt ein Teilbereich des Einspritzventils 1 in einen Brennraum 4 des Verbrennungsmotors.

[0061] Das Einspritzventil 1 umfasst im Wesentlichen einen Ventilkörper 5. Der dem Brennraum 4 zugewandte, insbesondere zumindest teilweise in diesem angeordnete

te Abschnitt des Ventilkörpers 5 weist einen Ventilkopf 6 auf. Die in eine Längsrichtung a des Einspritzventils 1 verlaufenden punktierten Linien dienen der Verdeutlichung eines Kanals 7 innerhalb des Einspritzventils 1. Durch diesen Kanal 7 hindurch ist ein nicht näher gezeigter Kraftstoff über das Einspritzventil 1 in den Brennraum 4 hinein einspritzbar.

[0062] Vorliegend ist der Ventilkopf 6 über seine Stirnseite 8 hinaus mit einer Email-Beschichtung 9 versehen. Je nach Anforderung und insbesondere Einbautiefe in den Brennraum 4 hinein kann sich die Email-Beschichtung 9 nur über die Stirnseite 8 oder über diese hinaus bis hin zu und auf den Ventilkörper 5 erstrecken.

[0063] Fig. 2 zeigt das Einspritzventil 1 aus Fig. 1 mit Blick auf die Stirnseite 8 des Ventilkopfes 6. Um den vorliegenden Blick in Längsrichtung a des Einspritzventils 1 möglichst übersichtlich zu gestalten, wurden etwaige Andeutungen der Wandung 2 des Zylinderkopfes 3 sowie der außerhalb des Brennraums 4 gelegene und in Fig. 1 dargestellte Endbereich des Einspritzventils 1 weggelassen.

[0064] Wie zu erkennen, weist der Ventilkopf 6 mehrere in dieser Ansicht von außen sichtbare Spritzlöcher 10 auf, aus welchen heraus in nicht näher dargestellter Weise der Kraftstoff in den Brennraum 4 eintreten kann. Die Spritzlöcher 10 sind mit einer Anzahl von sechs in radial gleichem Abstand zu der zentralen Längsachse a des Einspritzventils 1 um diese herum verteilt. Dabei weisen sie einen gleichbleibenden Abstand unter sich auf, so dass sie jeweils um einen gleichen Winkel b zueinander versetzt angeordnet sind.

Bezugszeichenliste

[0065]

- 1 Einspritzventil
- 2 Wandung von 3
- 3 Zylinderkopf
- 4 Brennraum
- 5 Ventilkörper von 1
- 6 Ventilkopf von 1
- 7 Kanal in 1
- 8 Stirnseite von 6
- 9 Email-Beschichtung von 6
- 10 Spritzloch in 6

- a Längsrichtung von 1
- b Winkel zwischen 11

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Einspritzventils (1) für einen Verbrennungsmotor, umfassend einen Ventilkörper (5) mit einem wenigstens ein Spritzloch (10) aufweisenden Ventilkopf (6), welcher dazu ausgebildet ist, um zumindest abschnittsweise in einem

Brennraum (4) des Verbrennungsmotors angeordnet oder diesem zumindest unmittelbar zugewandt zu sein, wobei der Ventilkopf (6) wenigstens bereichsweise mit einer Beschichtung beschichtet wird, mit zumindest folgenden Schritten:

- Durchströmen des Ventilkörpers (5) mit einem Fluid, wobei das Fluid durch das Spritzloch (10) hindurch aus dem Ventilkopf (6) austritt,
- Zumindest bereichsweises Auftragen eines Email-Schlickers auf den mit Fluid durchströmten Ventilkopf (6),
- Trocknen des auf dem Ventilkopf (6) aufgetragenen Email-Schlickers,
- Erhitzen des auf den Ventilkopf (6) aufgetragenen Email-Schlickers zur Ausbildung einer Email-Beschichtung (9).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auftragen des Email-Schlickers mittels Eintauchen des Ventilkopfes (6) in den Email-Schlicker durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trocknen des auf den Ventilkopf (6) aufgetragenen Email-Schlickers in einem Ofen durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erhitzen des Email-Schlickers in einem Temperaturbereich von 800°C bis 900°C durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erhitzen des Email-Schlickers unter Verwendung eines Schutzgases durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Email-Beschichtung (9) in einer Schichtdicke von 50 µm bis 80 µm ausgebildet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Email-Schlicker zumindest ein glasbildendes Oxid aus der nachfolgenden Gruppe enthält
 - Siliciumdioxid (SiO₂)
 - Bortrioxid (B₂O₃)
 - Natriumoxid (Na₂O)

- Kaliumoxid (K_2O)
- Aluminiumoxid (Al_2O_3)

sowie wenigstens einen Bestandteil aus der nachfolgenden Gruppe aufweist

5

- Borax
- Feldspat
- Quarz
- Fluorid
- Soda
- Natriumnitrat

und bedarfsweise mindestens ein Trübungsmittel aus der nachfolgenden Gruppe umfasst

15

- Titan (Ti)
- Zirkonium (Zr)
- Molybdän (Mo).

20

8. Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor, insbesondere hergestellt mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Ventilkörper (5) mit einem wenigstens ein Spritzloch (10) aufweisenden Ventilkopf (6), welcher dazu ausgebildet ist, um zumindest abschnittsweise in einem Brennraum (4) des Verbrennungsmotors angeordnet oder diesem zumindest unmittelbar zugewandt zu sein, wobei der Ventilkopf (6) wenigstens bereichsweise mit einer Beschichtung beschichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung eine Email-Beschichtung (9) ist oder zumindest Email umfasst.

25

30

9. Einspritzventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Email-Beschichtung (9) aus Email-Schlicker gebildet ist, wobei der Email-Schlicker zumindest ein glasbildendes Oxid aus der nachfolgenden Gruppe enthält

35

40

- Siliciumdioxid (SiO_2)
- Bortrioxid (B_2O_3)
- Natriumoxid (Na_2O)
- Kaliumoxid (K_2O)
- Aluminiumoxid (Al_2O_3)

45

sowie wenigstens einen Bestandteil aus der nachfolgenden Gruppe aufweist

50

- Borax
- Feldspat
- Quarz
- Fluorid
- Soda
- Natriumnitrat

55

und bedarfsweise mindestens ein Trübungsmittel

aus der nachfolgenden Gruppe umfasst

- Titan (Ti)
- Zirkonium (Zr)
- Molybdän (Mo).

10. Einspritzventil nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Email-Beschichtung (9) wenigstens ein Oxid aus der nachfolgenden Gruppe aufweist

- Cobaltoxid
- Manganoxid
- Nickeloxid.

11. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Email-Beschichtung (9) innerhalb des Spritzloches (10) konisch, insbesondere trompetenförmig ausgebildet ist.

FIG. 1

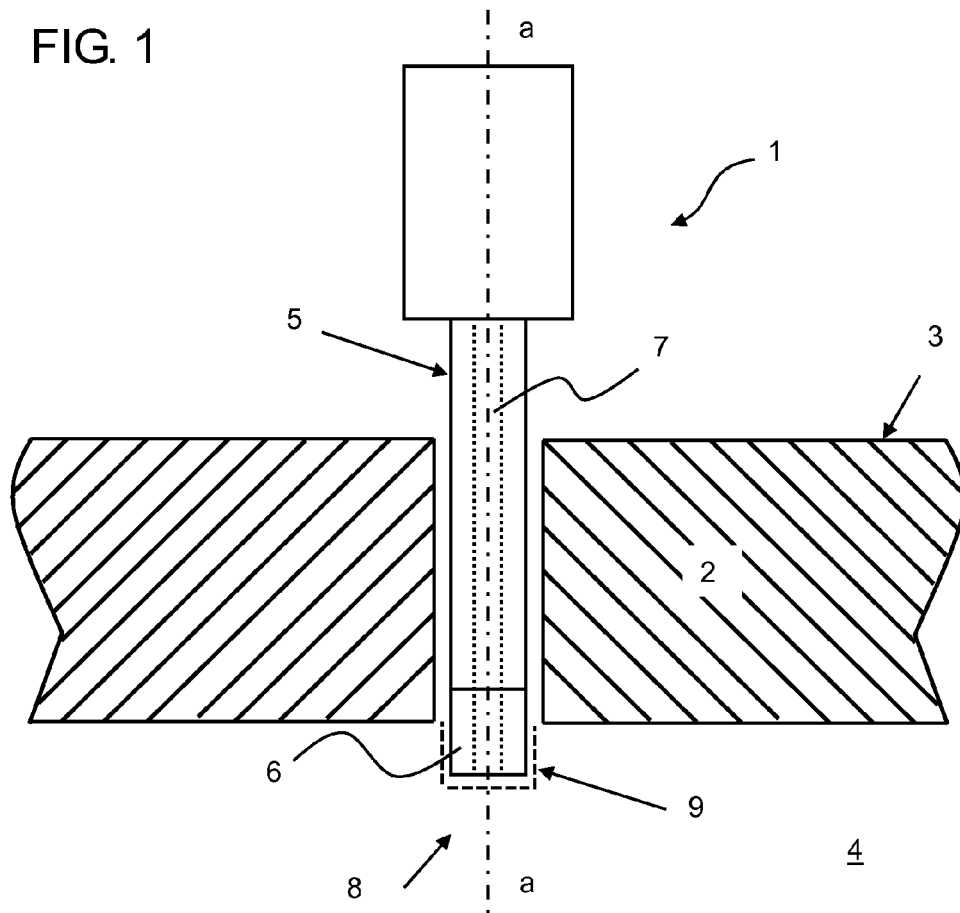
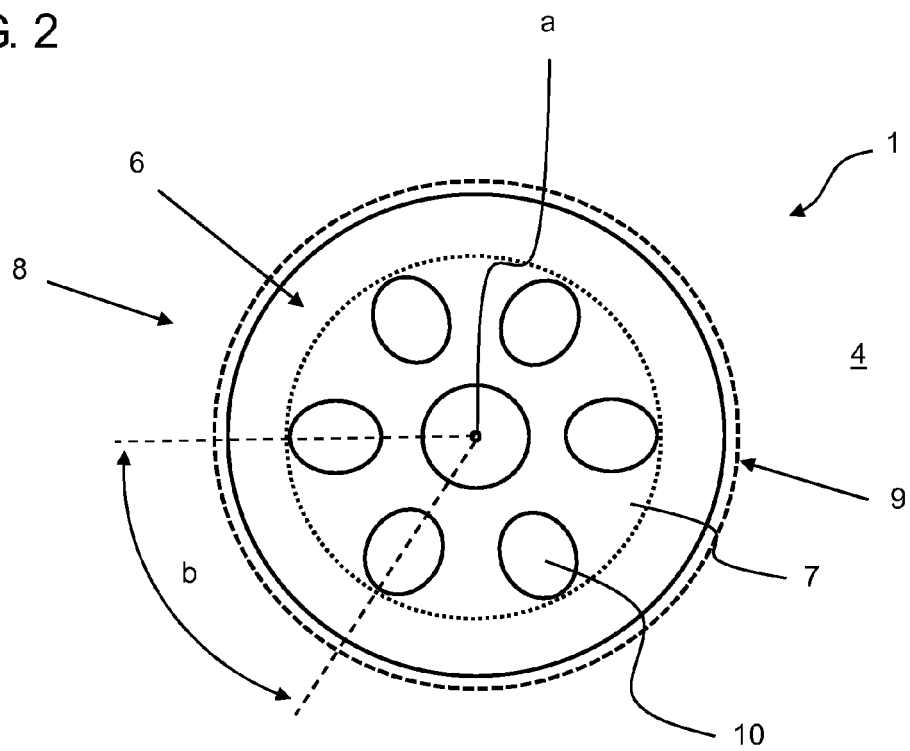


FIG. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 8604

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| Y,D | DE 42 22 137 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Januar 1994 (1994-01-13) * Zusammenfassung; Abbildungen * | 1-11 | INV. F02M61/18 C23D5/00 |
| Y | EP 0 788 204 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 6. August 1997 (1997-08-06) * Seite 3, Zeilen 15-20; Ansprüche 2-4; Abbildung 1 * | 1-11 | |
| A | JP H05 242954 A (MAZDA MOTOR) 21. September 1993 (1993-09-21) * Zusammenfassung; Abbildungen * | 1-11 | |
| A | WO 2013/169404 A1 (FRAM GROUP IP LLC [US]) 14. November 2013 (2013-11-14) * Zusammenfassung * | 1-11 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | F02M H01T C23D |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort | | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer |
| München | | 22. Oktober 2015 | Godrie, Pierre |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 16 8604

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-10-2015

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4222137 A1 | 13-01-1994 | DE 4222137 A1 | 13-01-1994 |
| | | JP 3307722 B2 | 24-07-2002 |
| | | JP H0681750 A | 22-03-1994 |
| EP 0788204 A1 | 06-08-1997 | DE 69713411 D1 | 25-07-2002 |
| | | DE 69713411 T2 | 17-10-2002 |
| | | EP 0788204 A1 | 06-08-1997 |
| | | JP H10115424 A | 06-05-1998 |
| | | US 5859491 A | 12-01-1999 |
| JP H05242954 A | 21-09-1993 | KEINE | |
| WO 2013169404 A1 | 14-11-2013 | CN 104285345 A | 14-01-2015 |
| | | DE 112013002444 T5 | 22-01-2015 |
| | | JP 2015523679 A | 13-08-2015 |
| | | US 2013300278 A1 | 14-11-2013 |
| | | WO 2013169404 A1 | 14-11-2013 |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4222137 B4 [0010]
- DE 19951014 A1 [0011]
- DE 102013213993 [0013]
- JP 2007309167 A [0014]
- JP 2005155618 A [0015]