

(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
12. Februar 2009 (12.02.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/019247 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 41/04 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/060220

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. August 2008 (04.08.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102007037553.2 9. August 2007 (09.08.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOLST, Marco [DE/DE]; Haeusleweg 10, 70597 Stuttgart (Hoffeld) (DE).

CROMME, Peter [DE/DE]; Theodor Heuss Ring 58, 96050 Bamberg (DE). SOMMARIVA, Helmut [AT/AT]; Zerlacherweg 33A, A-8053 Graz (AT). KRAATZ, Ullrich [DE/DE]; Reutlinger Str. 38, 71229 Leonberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR MODULE

(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHES AKTORMODUL

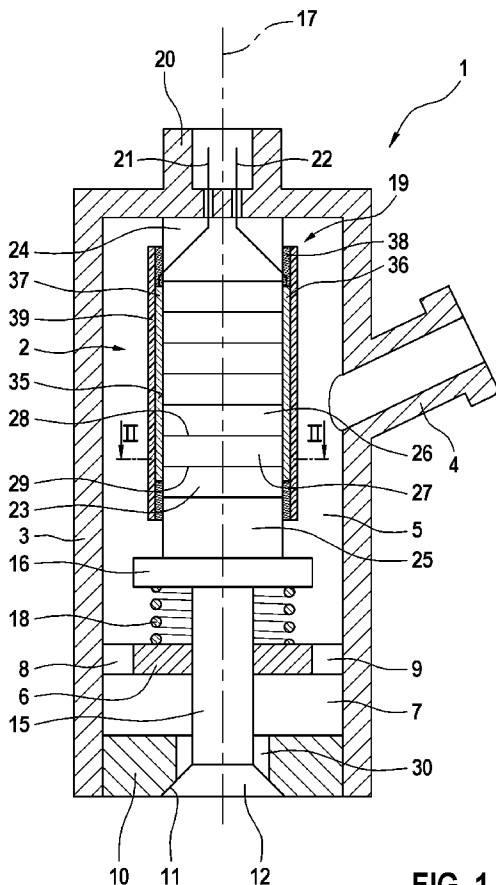


FIG. 1

(57) Abstract: A piezoelectric actuator module (19) for a fuel injection valve (1) comprises an actuator member (23) that has a plurality of ceramic layers (26, 27) and a plurality of electrode layers (28, 29) which are disposed between the ceramic layers (26, 27). A fuel-resistant base coat (38) is provided which is applied to an external surface of the actuator member (23). Furthermore, a fuel-resistant protective layer (39) is provided which is applied on top of the fuel-resistant base coat (38).

(57) Zusammenfassung: Ein piezoelektrisches Aktormodul (19) für ein Brennstoffeinspritzventil (1) weist einen Aktorkörper (23) auf, der eine Vielzahl von keramischen Schichten (26, 27) und eine Vielzahl von zwischen den keramischen Schichten (26, 27) angeordneten Elektrodenschichten (28, 29) aufweist. Dabei ist eine kraftstoffbeständige Grundsicht (38) vorgesehen, die auf eine Außenfläche des Aktorkörpers (23) aufgebracht ist. Ferner ist eine kraftstoffbeständige Schutzschicht (39) vorgesehen, die über der kraftstoffbeständigen Grundsicht (38) aufgebracht ist.

WO 2009/019247 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Beschreibung

5 Titel

Piezoelektrisches Aktormodul

Stand der Technik

10 Die Erfindung betrifft ein piezoelektrisches Aktormodul für ein Brennstoffeinspritzventil und ein Brennstoffeinspritzventil mit solch einem piezoelektrischen Aktormodul. Speziell betrifft die Erfindung das Gebiet der Injektoren für Brennstoffeinspritzanlagen von luftverdichtenden, selbstzündenden Brennkraftmaschinen.

15

Aus der DE 102 17 361 A1 ist ein piezoelektrisches Element und eine mit diesem piezoelektrischem Element versehene Einspritzdüse bekannt. Das bekannte piezoelektrische Element umfasst eine Keramikaufschichtung, die abwechselnd übereinander gestapelt
20 mehrere Keramiksichten aus piezoelektrischer Keramik und mehrere Innenelektrodenschichten enthält. Auf einem Teil der Oberfläche der Keramikaufschichtung ist eine organische Isolationsschicht aus organischem Material ausgebildet. Ferner ist auf der organischen Isolationsschicht eine anorganische Isolationsschicht aus
25 anorganischem Material ausgebildet. Dabei hat die organische Isolationsschicht genügend Elastizität, um die Auslenkung des piezoelektrischen Elements zu absorbieren. Allerdings kann die organische Isolationsschicht den Feuchtigkeitsdurchgang nicht aktiv unterbinden und lässt Feuchtigkeit hinein. Allerdings unterbindet
30 die anorganische Isolationsschicht den Feuchtigkeitsdurchgang, wobei die anorganische Isolationsschicht jedoch keine Elastizität hat.

Das aus der DE 102 17 361 A1 bekannte piezoelektrische Element und
35 die mit diesem piezoelektrischen Element versehene Einspritzdüse haben den Nachteil, dass die Ausgestaltung relativ aufwändig ist. Ferner besteht das Problem, dass bei der Herstellung oder im

Betrieb auftretende Öffnungen oder Risse in der anorganischen Isolationsschicht ein Eindringen von Brennstoff in die organische Isolationsschicht ermöglichen, wodurch es zu Kurzschlüssen zwischen den Innenelektrodenschichten kommt.

5

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße piezoelektrische Aktormodul mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Anspruchs 11 haben den Vorteil, dass eine relativ kostengünstige Herstellung ermöglicht ist, wobei ein zuverlässiger Schutz gegenüber Medien gewährleistet ist, und dass insbesondere eine hohe Zuverlässigkeit und Funktionsfähigkeit gewährleistet ist.

15

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im Anspruch 1 angegebenen piezoelektrischen Aktormoduls und des im Anspruch 11 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

20

Vorteilhaft ist es, dass die Schutzschicht als flexible oder elastische Schutzschicht ausgebildet ist. Beispielsweise kann die Schutzschicht aus einem flexiblen oder elastischen Kunststoff bestehen. Durch die Flexibilität beziehungsweise Elastizität der Schutzschicht besteht der Vorteil, dass die Schutzschicht durch die entstehenden mechanischen Spannungen bei der Ausbildung von Rissen an dem Aktorkörper und gegebenenfalls der Grundschicht nicht beschädigt wird, so dass ein wirkungsvoller Schutz der Grundschicht gegenüber Brennstoffen besteht. Die Schutzschicht ist ferner vorzugsweise aus gegenüber Dieselmotoren oder anderen Brennstoffen resistenten Materialien gebildet, beispielsweise aus einem Perfluorpolyether mit oder ohne Silikonseitengruppen, einem Fluorkautschuk oder einem fluorierten Silikon.

35

In vorteilhafter Weise ist die Grundschicht aus einem Lack gebildet, der direkt auf den Aktorkörper aufgebracht sein kann. Der Lack kann in vorteilhafter Weise auf der Basis von Epoxiden, die

gefüllt oder ungefüllt sein können, auf der Basis anorganischer-organischer Hybridpolymere, insbesondere mit Lösungsmittelbasierter Polymermatrix und Nanopartikeln, oder auf der Basis von siliziumorganischen Verbindungen, hergestellt sein. Als
5 siliziumorganische Verbindungen kommen beispielsweise Lacke auf der Basis von Polysilazanen, die zur Verbesserung der Medienstabilität auch chemisch modifiziert sein können, beispielsweise in Form eines florierten Polysilazans, die gefüllt oder ungefüllt sein können, Lacke auf der Basis von Polycarbosilanen, die gefüllt oder
10 ungefüllt sein können, und Lacke auf der Basis von Polyfluoralkylether, die gefüllt oder ungefüllt sein können, in Frage.

In vorteilhafter Weise ist die Grundsicht zumindest in einem
15 Außenelektrodenbereich der Außenseite, in dem eine Außenelektrode des Aktormoduls mit dem Aktorkörper verbunden ist, ausgespart. Das Aufbringen der Grundsicht erfolgt hierbei selektiv und kann vorzugsweise mittels eines Sprüh-, Tauch-, Tauchüberzug-, Träufel- oder Druckverfahrens auf die Außenseite des Aktorkörpers
20 aufgebracht sein.

Es ist vorteilhaft, dass zumindest eine medienbeständige Folie vorgesehen ist, die den mit der Grundsicht und der Schutzschicht beschichteten Aktorkörper umgibt. Insbesondere ist es vorteilhaft,
25 dass eine medienbeständige Folie auf der Basis zumindest eines Polypropylensulfids oder zumindest eines Polyimids vorgesehen ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

30 Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung anhand der beigefügten Zeichnungen, in denen sich entsprechende Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind, näher erläutert. Es zeigt:

35 Fig. 1 ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktormodul in einer schematischen Schnittdarstellung entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der

Erfindung;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der in Fig. 1 mit II bezeichneten
Schnittlinie durch ein piezoelektrisches Aktormodul
entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung
und

Fig. 3 den in Fig. 2 dargestellten Schnitt entsprechend einem
zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

10

Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 1 zeigt ein Brennstoffeinspritzventil 1 mit einem
piezoelektrischen Aktor 2 entsprechend einem ersten
Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Brennstoffeinspritzventil 1
kann insbesondere als Injektor für Brennstoffeinspritzanlagen von
luftverdichtenden, selbstzündenden Brennkraftmaschinen dienen. Ein
bevorzugter Einsatz des Brennstoffeinspritzventils 1 besteht für
eine Brennstoffeinspritzanlage mit einem Common-Rail, das
Dieselbrennstoff unter hohem Druck zu mehreren
Brennstoffeinspritzventilen 1 führt. Der erfindungsgemäße
piezoelektrische Aktor 2 eignet sich besonders für solch ein
Brennstoffeinspritzventil 1 und auch für eine inverse Ansteuerung
des piezoelektrischen Aktors 2. Das erfindungsgemäße
Brennstoffeinspritzventil 1 und der erfindungsgemäße
piezoelektrische Aktor 2 eignen sich jedoch auch für andere
Anwendungsfälle.

Das Brennstoffeinspritzventil 1 weist ein Ventilgehäuse 3 und einen
mit dem Ventilgehäuse 3 verbundenen Brennstoffeinlassstutzen 4 auf.
An den Brennstoffeinlassstutzen 4 ist eine Brennstoffleitung
anschließbar, um das Brennstoffeinspritzventil 1 über ein Common-
Rail oder direkt mit einer Hochdruckpumpe zu verbinden. Über den
Brennstoffeinlassstutzen 4 kann dann Brennstoff in einen im Inneren
des Ventilgehäuses 3 vorgesehenen Aktorraum 5 eingeleitet werden,
so dass sich im Betrieb des Brennstoffeinspritzventils 1 Brennstoff
in dem Aktorraum 5, in dem auch der piezoelektrische Aktor 2

vorgesehen ist, befindet. Der Aktorraum 5 ist durch ein Gehäuseteil 6 von einem ebenfalls im Inneren des Ventilgehäuses 3 vorgesehenen Brennstoffraum 7 getrennt. In dem Gehäuseteil 6 sind dabei Durchlassöffnungen 8, 9 ausgestaltet, um den über den
5 Brennstoffeinlassstutzen 4 in den Aktorraum 5 geführten Brennstoff in den Brennstoffraum 7 zu leiten.

Das Ventilgehäuse 3 ist mit einem Ventilsitzkörper 10 verbunden, an dem eine Ventilsitzfläche 11 ausgebildet ist. Die Ventilsitzfläche
10 11 wirkt mit einem Ventilschließkörper 12 zu einem Dichtsitz zusammen. Dabei ist der Ventilschließkörper 12 einstückig mit einer Ventalnadel 15 ausgebildet, über die der Ventilschließkörper 12 mit einer im Aktorraum 5 vorgesehenen Druckplatte 16 verbunden ist. Dabei ist die Ventalnadel 15 durch das Gehäuseteil 6 entlang einer
15 Achse 17 des Brennstoffeinspritzventils 1 geführt. Ein Federelement 18, das einerseits an dem Gehäuseteil 6 und andererseits an der Druckplatte 16 anliegt, beaufschlagt den piezoelektrischen Aktor 2 mit einer Vorspannkraft, wobei durch die Beaufschlagung außerdem die Ventalnadel 15 mittels der Druckplatte 16 betätigt wird, so
20 dass der zwischen dem Ventilschließkörper 12 und der Ventilsitzfläche 11 gebildete Dichtsitz geschlossen ist.

Außerdem weist das Ventilgehäuse 3 ein Anschlusselement 20 auf, um das Anschließen einer elektrischen Zuleitung an das
25 Brennstoffeinspritzventil 1 zu ermöglichen. Die elektrische Zuleitung kann dabei mittels eines Steckers an elektrische Leitungen 21, 22 angeschlossen werden. Die elektrischen Leitungen 21, 22 sind durch das Gehäuse 3 und einen an einen Aktorkörper 23 des Aktors 2 angefügten Aktorfuß 24 an den Aktorkörper 23 geführt.
30 An den Aktorkörper 23 des piezoelektrischen Aktors 2 ist ferner ein Aktorkopf 25 angefügt, über den der Aktorkörper 23 entgegen der Kraft des Federelements 18 auf die Druckplatte 16 einwirkt. Der piezoelektrische Aktor 2 weist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel den Aktorkörper 23, den Aktorfuß 24 und den
35 Aktorkopf 25 auf, so dass ein Aktormodul 19 gebildet ist.

Das Aktormodul 19 kann auch aus zwei oder mehr Aktorkörpern 23

aufgebaut sein. Dabei können zwischen den einzelnen Aktorkörpern 23 Zwischenstücke vorgesehen sein oder die einzelnen Aktorkörper 23 können auch an ihren Stirnflächen miteinander verklebt werden.

5 Der Aktorkörper 23 des piezoelektrischen Aktors 2 weist eine Vielzahl von keramischen Schichten 26, 27 und eine Vielzahl von zwischen den keramischen Schichten 26, 27 angeordneten Elektrodenschichten 28, 29 auf. Dabei sind in der Fig. 1 zur Vereinfachung der Darstellung die keramischen Schichten 26, 27
10 sowie die Elektrodenschichten 28, 29 gekennzeichnet. An einer Außenfläche 35 des Aktorkörpers 23 sind Außenelektroden 36, 37 vorgesehen, die mit den elektrischen Leitungen 21, 22 verbunden sind. Die Außenelektroden 36, 37 sind abwechselnd mit den Elektrodenschichten 28, 29 verbunden, so dass abwechselnd positive
15 und negative Elektroden zwischen den keramischen Schichten 26, 27 vorgesehen sind.

Über die elektrischen Leitungen 21, 22 kann der piezoelektrische Aktor 2 geladen werden, wobei sich dieser in Richtung der Achse 17
20 ausdehnt, so dass der zwischen dem Ventilschließkörper 12 und der Ventilsitzfläche 11 ausgebildete Dichtsitz geöffnet wird. Dadurch kommt es zum Abspritzen von Brennstoff aus dem Brennstoffraum 7 über einen Ringspalt 30 und den geöffneten Dichtsitz. Beim Entladen des piezoelektrischen Aktors 2 zieht sich dieser wieder zusammen,
25 so dass der zwischen dem Ventilschließkörper 12 und der Ventilsitzfläche 11 ausgebildete Dichtsitz wieder geschlossen ist.

Die weitere Ausgestaltung des Aktormoduls 19 mit dem piezoelektrischen Aktor 2 des Brennstoffeinspritzventils 1 des
30 ersten Ausführungsbeispiels ist anhand der Fig. 1 und 2 im Detail weiter beschrieben. Auf die Außenfläche 35 des Aktorkörpers 23 ist teilweise eine kraftstoffbeständige Grundsicht 38 aufgebracht, die im Bereich der Außenelektroden 36, 37 ausgespart ist. Die Grundsicht 38 und die Außenelektroden 36, 37 sind außerdem von
35 einer kraftstoffbeständigen Schutzschicht 39 umgeben.

Es ist anzumerken, dass die Grundsicht 38 und/oder die

Schutzschicht 39 auch aus mehreren Einzelschichten bestehen können. Ferner ist neben dem in der Fig. 2 dargestellten zweischichtigen Aufbau auch ein drei- oder mehrschichtiger Aufbau möglich, bei dem weitere Zwischenschichten neben der Grundsicht 38 und der Schutzschicht 39 auf den Aktorkörper 23 aufgebracht sind.

Die Grundsicht 38 hat insbesondere die Aufgabe, eine ausreichende elektrische Isolation und Durchschlagsfestigkeit sicherzustellen sowie die Außenfläche 35 des piezoelektrischen Aktors 2 gegenüber der Umgebung zu schützen. Die Grundsicht 38 weist dabei eine gute Haftung auf dem piezoelektrischen Aktor 2 und gegebenenfalls den Anbauteilen, insbesondere dem Aktorfuß 24 und dem Aktorkopf 25, auf, damit eine Ablösung der Grundsicht 38 während des Betriebs des Brennstoffeinspritzventils und/oder während des Polungsvorgangs des piezoelektrischen Aktors 2 verhindert ist. Die Grundsicht 38 gewährleistet vorzugsweise die elektrische Isolation im direkten Kontakt mit einem Brennstoff unter den Betriebsbedingungen des Injektors, bei denen ein unter hohem Druck stehender Brennstoff im Aktorraum 5 vorgesehen ist. Außerdem bildet die Grundsicht eine Schnittstelle zwischen dem Aktorkörper 23 und weiteren Schichten, insbesondere der Schutzschicht 39.

Die Grundsicht 38 ist vorzugsweise aus einem Material gebildet, das eine gute Beständigkeit gegenüber Brennstoffen aufweist, das eine gute Wärmeleitfähigkeit sowie eine ausreichende chemische Beständigkeit besitzt und das zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften partikulär gefüllt sein kann. Speziell kann die Grundsicht 38 aus einem Lack gebildet sein. Beispielsweise kann ein Lack auf der Basis von einem Epoxid, das gefüllt oder ungefüllt ausgestaltet sein kann, gebildet sein. Ferner kann ein Lack auf der Basis eines anorganisch-organischen Hybridpolymers, insbesondere mit lösungsmittelbasierter Polymermatrix und Nanopartikeln, zum Einsatz kommen. Ferner eignet sich als Material für die Grundsicht 38 ein Lack auf der Basis zumindest einer siliziumorganischen Verbindung, insbesondere auf der Basis eines Polysilazans, das zur Verbesserung der Medienstabilität auch chemisch modifiziert sein kann, beispielsweise

in Form eines fluorierten Polysilazans, und das gefüllt und ungefüllt ausgestaltet sein kann. Ferner eignet sich ein Lack auf der Basis eines gefüllten oder ungefüllten Polycarbosilans. Ein weiteres Beispiel für das Material der Grundschicht ist ein Lack
5 auf der Basis eines Polyflouralkylethers, der gefüllt oder ungefüllt sein kann.

Die Grundschicht 38 wird vorzugsweise selektiv durch ein Sprüh-, Tauch-, Tauchüberzug-, Träufel- oder Druckverfahren auf den
10 Aktorkörper 23 und gegebenenfalls weitere Zwischen- oder Anbauteile, insbesondere den Aktorfuß 24 und den Aktorkopf 25, aufgebracht.

Die Schutzschicht 39 ist vorzugsweise aus einem flexiblen oder
15 elastischen Kunststoff gebildet. Durch die Schutzschicht 39 ist ein Schutz der Grundschicht 38 gewährleistet, so dass beispielsweise in einem Fall, in dem die Grundschicht 38 auf Grund von Sprödigkeit oder dergleichen beim Betrieb des Brennstoffeinspritzventils oder während des Polungsprozesses Risse, insbesondere Polungsrisse,
20 ausbildet, ein Eindringen von Brennstoff in die Grundschicht 38 verhindert ist. Durch die Elastizität beziehungsweise Flexibilität der Schutzschicht 39 ist dabei eine mechanische Beschädigung durch mechanische Spannungen bei der Ausbildung von Rissen am Aktorkörper 23 und/oder an der Grundschicht 38 verhindert.

25 Die Schutzschicht 39 weist vorzugsweise zumindest ein gegenüber einem Brennstoff, insbesondere Dieseldieselbrennstoff, resistentes Material auf. Hierbei kann beispielsweise ein Perfluorpolyether mit oder ohne Silikonseitengruppen, ein Fluorkautschuk oder ein
30 fluoriertes Silikon zum Einsatz kommen.

Fig. 3 zeigt den in Fig. 2 gezeigten Schnitt durch einen piezoelektrischen Aktor 2 eines Brennstoffeinspritzventils 1 entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In
35 diesem Ausführungsbeispiel ist die Grundschicht 38 selektiv auf die Außenfläche 35 aufgebracht. Ferner ist auf die Grundschicht 38 die Schutzschicht 39 aufgebracht, die auch die Außenelektroden 36, 37

umgibt. Ferner ist eine medienbeständige Folie 40 vorgesehen, die um den mit der Grundschicht 38 und der Schutzschicht 39 beschichteten Aktorkörper 23 gelegt ist. Die medienbeständige Folie 40 bietet insbesondere einen mechanischen Schutz gegenüber

5 Beschädigungen, wie sie bei der Lagerung oder dem Einbau des piezoelektrischen Aktors 2 auftreten können. Ferner bietet die medienbeständige Folie 40 einen weiteren Schutz gegenüber Kraftstoffen. Die medienbeständige Folie 40 kann aus einem Polypropylensulfid oder einem Polyimid ausgestaltet sein.

10

Eine weitere Ausgestaltungsvariante besteht darin, dass die Schutzschicht 39 bei dem in der Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel oder bei dem in der Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel aus einer Lackschicht gebildet ist,

15 wobei die Lackschicht aus dem gleichen oder einem anderen Material wie die Grundschicht 38 bestehen kann. Für die Ausbildung der Schutzschicht 39 kommen hierbei insbesondere Lacke in Frage, wie sie oben für die Grundschicht 38 aufgeführt sind.

20

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Ansprüche

- 5 1. Piezoelektrisches Aktormodul (19), insbesondere Aktormodul für Brennstoffeinspritzventile, mit zumindest einem Aktorkörper (23), der eine Vielzahl von keramischen Schichten (26, 27) und eine Vielzahl von zwischen den keramischen Schichten (26, 27) angeordneten Elektrodenschichten (28, 29) aufweist,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass eine kraftstoffbeständige Grundsicht (38) vorgesehen ist, die zumindest teilweise auf eine Außenfläche (35) des Aktorkörpers (23) aufgebracht ist, und dass zumindest eine kraftstoffbeständige Schutzschicht (39) vorgesehen ist, die zumindest mittelbar über der
15 kraftstoffbeständigen Grundsicht (38) aufgebracht ist.
2. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schutzschicht (39) unmittelbar zumindest auf die
20 Grundsicht (38) aufgebracht ist.
3. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schutzschicht (39) als flexible und/oder elastische
25 Schutzschicht (39) ausgebildet ist.
4. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schutzschicht (39) auf der Basis zumindest eines
30 Perfluorpolyethers mit oder ohne Silikonseitengruppen, zumindest eine Fluorkautschuks oder zumindest eines fluorierten Silikons ausgebildet ist.
5. Piezoelektrisches Aktormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass die Grundsicht (38) aus zumindest einem Lack gebildet ist, der auf zumindest einem gefüllten oder ungefüllten Epoxid,

zumindest einem anorganisch-organischen Hybridpolymer, zumindest einer siliziumorganischen Verbindung, zumindest einem gefüllten oder ungefüllten Fluoralkylether oder einem gefüllten oder ungefüllten Polyfluoralkylether basiert.

5

6. Piezoelektrisches Aktormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

dass die Grundsicht (38) in zumindest einem

Außenelektrodenbereich der Außenfläche (35), in dem eine

10 Außenelektrode (36, 37) des Aktormoduls mit dem Aktorkörper (23) verbunden ist, ausgespart ist.

7. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass die Grundsicht (38) mittels eines Sprüh-, Tauch-,

Tauchüberzug-, Träufel- oder Druckverfahrens selektiv auf die Außenfläche (35) des Aktorkörpers (23) aufgebracht ist.

8. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 6 oder 7,

20 dadurch gekennzeichnet,

dass die Schutzschicht (39) zumindest mittelbar über der Außenelektrode (36, 37) vorgesehen ist.

9. Piezoelektrisches Aktormodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

25 dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eine medienbeständige Folie (40) vorgesehen ist, die den zumindest mit der Grundsicht (38) und der Schutzschicht (39) beschichteten Aktorkörper (23) umgibt.

30 10. Piezoelektrisches Aktormodul nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

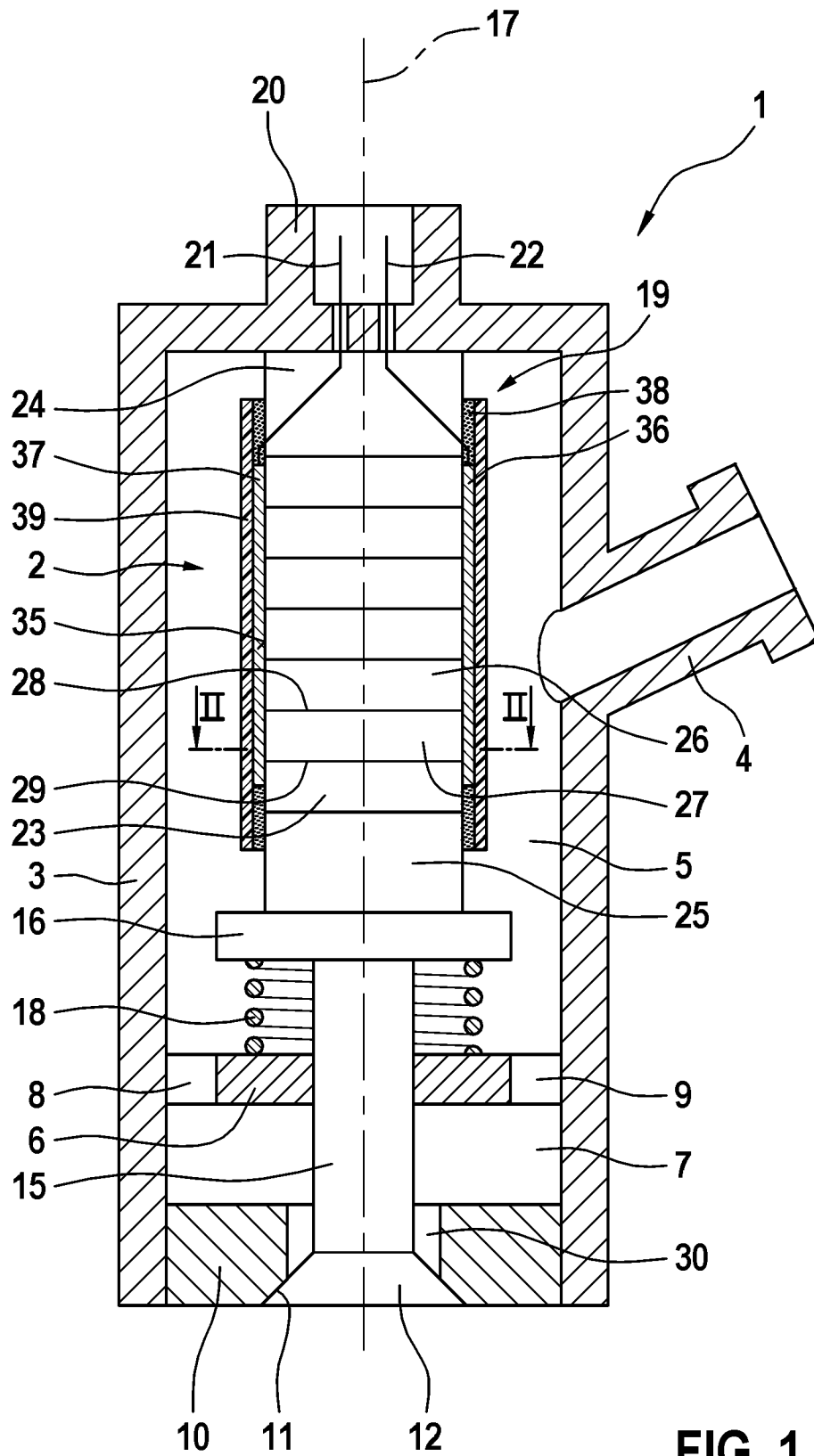
dass die medienbeständige Folie (40) auf der Basis zumindest eines Polypropylensulfids oder zumindest eines Polyimids gebildet ist.

35 11. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Injektor für

Brennstoffeinspritzanlagen von luftverdichtenden, selbstzündenden Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen Aktormodul (19)

nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und einem von dem Aktormodul (19) betätigbaren Ventilschließkörper (12), der mit einer Ventilsitzfläche (11) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt.

1 / 2



2 / 2

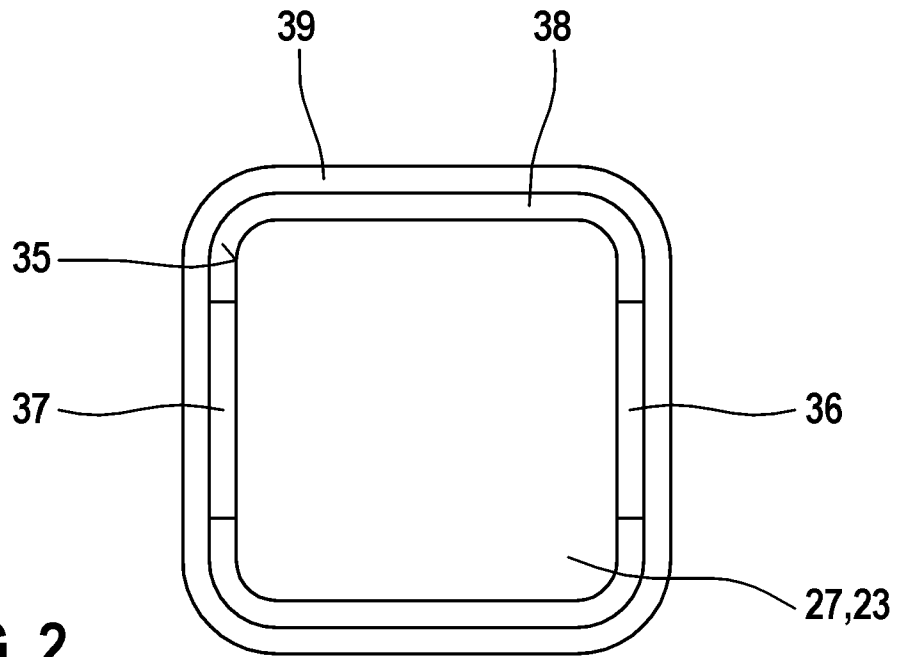


FIG. 2

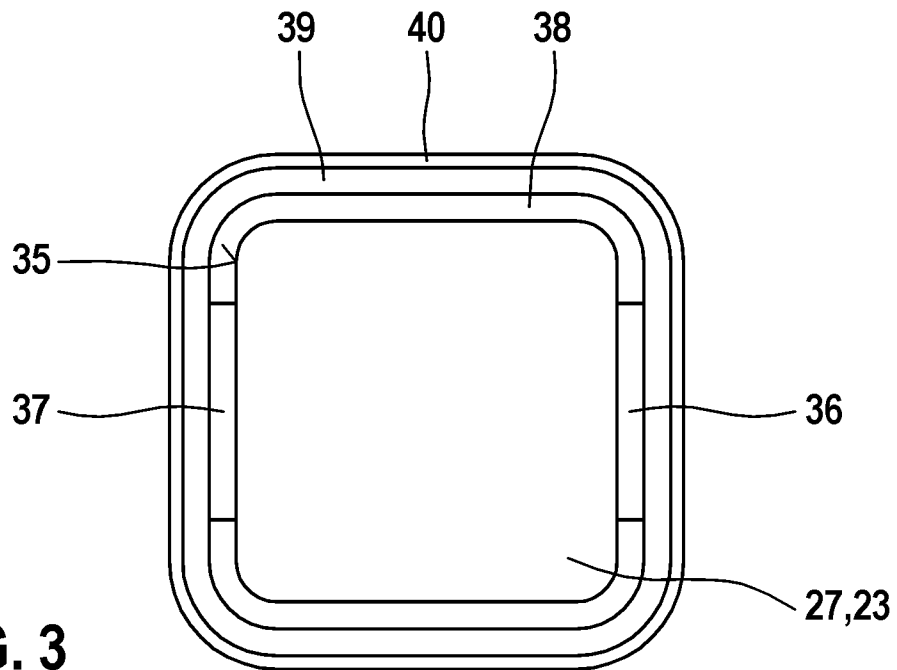


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/060220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/04 F02M51/06

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)
H01L F02M H02N

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102 17 361 A1 (DENSO CORP [JP]) 5 December 2002 (2002-12-05) cited in the application	1,2,5
Y	paragraphs [0015] - [0017], [0046], [0047], [0065], [0083]; figure 4	3,4,11
Y	DE 10 2005 024710 A1 (ROBERT BOSCH GMBH [DE]) 7 December 2006 (2006-12-07) figure 1	11
Y	WO 02/089225 A (EPCOS AG [DE]; SIEMENS AG [DE]) 7 November 2002 (2002-11-07) page 7, lines 1-6 page 9, lines 26-33 page 11, lines 11-27 page 18, lines 28-37 claim 8	3,4
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search

28 November 2008

Date of mailing of the international search report

11/12/2008

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

Meul, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No
 PCT/EP2008/060220

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 683 824 A (AERO SEKUR S P A [IT]) 26 July 2006 (2006-07-26) page 5, line 26 -----	1
E	EP 1 981 097 A (ROBERT BOSCH GMBH [DE]) 15 October 2008 (2008-10-15) paragraphs [0011], [0014], [0015], [0026], [0029]; claims 1,9,10; figures 1,2 -----	1-3,11
P,X	WO 2007/093921 A (DELPHI TECHNOLOGIES INC [US]) 23 August 2007 (2007-08-23) page 6, line 14 - page 8, line 23 page 11, line 15 - page 12, line 21 figures 2-4 -----	1,2,6-8
P,X	WO 2007/122227 A (SIEMENS AG [DE]) 1 November 2007 (2007-11-01) page 2, line 12 - page 4, line 32 page 6, line 19 - page 8, line 24 -----	1,2,5,9, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/060220

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10217361 A1	05-12-2002	JP 2002319715 A US 2002153431 A1	31-10-2002 24-10-2002
DE 102005024710 A1	07-12-2006	EP 1891320 A1 WO 2006128749 A1	27-02-2008 07-12-2006
WO 02089225 A	07-11-2002	CN 1528023 A DE 10121270 A1 EP 1393386 A2 JP 2004526328 T TW 564565 B US 2004145276 A1	08-09-2004 06-02-2003 03-03-2004 26-08-2004 01-12-2003 29-07-2004
EP 1683824 A	26-07-2006	US 2006165932 A1	27-07-2006
EP 1981097 A	15-10-2008	DE 102007016871 A1	16-10-2008
WO 2007093921 A	23-08-2007	EP 1984959 A2	29-10-2008
WO 2007122227 A	01-11-2007	DE 102006019489 A1	31-10-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/060220

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L41/04 F02M51/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L F02M H02N

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	Belr. Anspruch Nr.
X	DE 102 17 361 A1 (DENSO CORP [JP]) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) in der Anmeldung erwähnt	1, 2, 5
Y	Absätze [0015] - [0017], [0046], [0047], [0065], [0083]; Abbildung 4 -----	3, 4, 11
Y	DE 10 2005 024710 A1 (ROBERT BOSCH GMBH [DE]) 7. Dezember 2006 (2006-12-07) Abbildung 1 -----	11
Y	WO 02/089225 A (EPCOS AG [DE]; SIEMENS AG [DE]) 7. November 2002 (2002-11-07) Seite 7, Zeilen 1-6 Seite 9, Zeilen 26-33 Seite 11, Zeilen 11-27 Seite 18, Zeilen 28-37 Anspruch 8 -----	3, 4
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. November 2008	11/12/2008

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 Meul, Hans
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 683 824 A (AERO SEKUR S P A [IT]) 26. Juli 2006 (2006-07-26) Seite 5, Zeile 26 -----	1
E	EP 1 981 097 A (ROBERT BOSCH GMBH [DE]) 15. Oktober 2008 (2008-10-15) Absätze [0011], [0014], [0015], [0026], [0029]; Ansprüche 1,9,10; Abbildungen 1,2 -----	1-3,11
P,X	WO 2007/093921 A (DELPHI TECHNOLOGIES INC [US]) 23. August 2007 (2007-08-23) Seite 6, Zeile 14 - Seite 8, Zeile 23 Seite 11, Zeile 15 - Seite 12, Zeile 21 Abbildungen 2-4 -----	1,2,6-8
P,X	WO 2007/122227 A (SIEMENS AG [DE]) 1. November 2007 (2007-11-01) Seite 2, Zeile 12 - Seite 4, Zeile 32 Seite 6, Zeile 19 - Seite 8, Zeile 24 -----	1,2,5,9, 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/060220

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10217361 A1	05-12-2002	JP 2002319715 A US 2002153431 A1	31-10-2002 24-10-2002
DE 102005024710 A1	07-12-2006	EP 1891320 A1 WO 2006128749 A1	27-02-2008 07-12-2006
WO 02089225 A	07-11-2002	CN 1528023 A DE 10121270 A1 EP 1393386 A2 JP 2004526328 T TW 564565 B US 2004145276 A1	08-09-2004 06-02-2003 03-03-2004 26-08-2004 01-12-2003 29-07-2004
EP 1683824 A	26-07-2006	US 2006165932 A1	27-07-2006
EP 1981097 A	15-10-2008	DE 102007016871 A1	16-10-2008
WO 2007093921 A	23-08-2007	EP 1984959 A2	29-10-2008
WO 2007122227 A	01-11-2007	DE 102006019489 A1	31-10-2007