(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
22. April 2010 (22.04.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/043677 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/053 (2006.01) *H01L 41/22* (2006.01)
H01L 41/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/063493

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Oktober 2009 (15.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 051 932.4
16. Oktober 2008 (16.10.2008) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HAMANN, Christoph** [DE/DE]; Josef-Riedhammer-Str. 11, 93107 Thalmassing (DE). **LIXL, Heinz** [DE/DE]; Brunhuberstr. 12 A, 93053 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

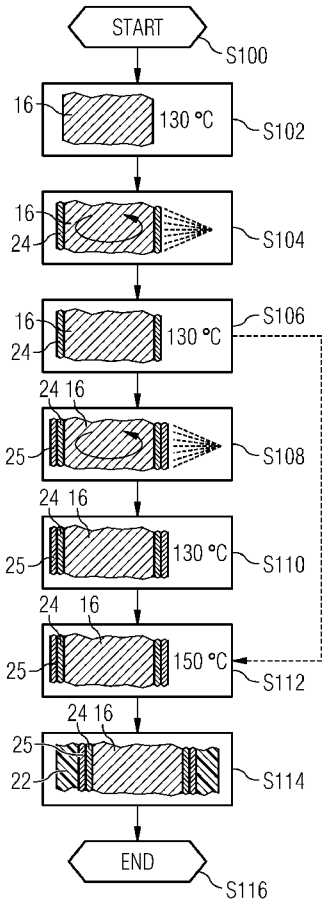
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A PIEZOELECTRIC MEMBER

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES PIEZOKÖRPERS

FIG 4



(57) **Abstract**: The invention relates to a method and to a device for producing a piezoelectric member (14), wherein the piezoelectric member (14) comprises a stack (16) of piezoelectric elements. In a first step, a first silicone comprising an adhesion promoter is sprayed onto the stack (16) of piezoelectric elements in order to create an insulation layer (24). Then, in another step another silicone is applied to the insulation layer (24) by way of injection molding in order to create an encasing element (22) that is adapted to encase at least a portion of the stack (16) of piezoelectric elements.

(57) **Zusammenfassung**: Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers (14), wobei der Piezokörper (14) einen Stapel (16) piezoelektrischer Elemente aufweist. In einem ersten Schritt wird ein erstes Silikon mit einem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht (24) aufgesprüht. Anschließend wird in einem weiteren Schritt ein weiteres Silikon auf die Isolierschicht (24) mittels Spritzgießen aufgebracht zum Herstellen eines Umhüllungselements (22), das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels (16) piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

WO 2010/043677 A1

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers.

Aus der WO 00/08353 ist ein Piezokörper bekannt mit einem Stapel piezoelektrischer Elemente, mit zwei Kontaktstiften, die durch die Oberfläche des Piezokörpers hindurchgeführt sind. Ferner ist in der WO 00/08353 auch ein Piezoaktuator offenbart, der neben dem Piezokörper eine Rohrfeder umfasst, in die der Piezokörper eingebracht ist und an deren freien Enden Kappen angeschweißt sind, wodurch der Piezokörper mit einer vorgegebenen Vorspannung vorgespannt wird. Die Kontaktstifte sind elektrisch leitend mit den einzelnen Elementen des Piezostapels verbunden. Wenn eine Spannungsdifferenz an den Kontaktstiften angelegt wird, verändert sich die axiale Ausdehnung des Stapels der Piezoelemente. Aus der WO 00/08353 ist es ferner bekannt, den Piezoaktuator in einem Fluidinjektor anzuordnen.

Piezokörper oder auch Piezoaktuatoren haben den Vorteil einer sehr schnellen Reaktionszeit auf Stellsignale und sind so insbesondere für den Einsatz bei Fluidinjektoren, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich sehr gut geeignet und ermöglichen so mehrfache Einspritzungen von Kraftstoff in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine während eines Arbeitszyklus eines Zylinders der Brennkraftmaschine.

Für einen zuverlässigen Betrieb des Piezokörpers, des Piezoaktuators und des Fluidinjektors muss sichergestellt sein, dass elektrische Kurzschlüsse vermieden werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers zu schaffen, der über eine lange Betriebsdauer einen zuverlässigen Betrieb des Piezokörpers ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Gemäß eines ersten Aspekts zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers, wobei der Piezokörper einen Stapel piezoelektrischer Elemente aufweist. In einem ersten Schritt wird ein erstes Silikon mit einem Haftvermittler auf den Stapel piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht aufgesprüht, und ein weiteres Silikon wird mittels Spritzgießen aufgebracht zum Herstellen eines Umhüllungselements, das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

Das Aufsprühen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler und das Spritzgießen des weiteren Silikons können unmittelbar aufeinander folgen. Zwischen dem Aufsprühen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler und dem Spritzgießen des weiteren Silikons können auch weitere geeignete Verfahrensschritte durchgeführt werden.

Das Verfahren hat den Vorteil, dass durch Aufsprühen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler und Spritzgießen des weiteren Silikons eine nachträgliche Reinigung von Stirnflächen des Stapels piezoelektrischer Elemente von Silikon vermieden werden kann und eine Automatisierung des Verfahrens zur Herstellung des Piezokörpers ermöglicht ist. Die Haftfestigkeit

der Isolierschicht und des Umhüllungselements an dem Stapel piezoelektrischer Elemente kann sehr gut sichergestellt werden. Des Weiteren können in der Isolierschicht und dem Umhüllungselement Kontaktdrähte zum Herstellen elektrischer Verbindungen zu den piezoelektrischen Elementen eingebettet sein. Dies ermöglicht eine mechanisch sichere Fixierung der Kontaktdrähte. Des Weiteren ermöglicht die Isolierschicht und das Umhüllungselement eine elektrische Isolation des Piezokörpers gegenüber einem Gehäuse zur Aufnahme des Piezokörpers.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Aspekts der Erfindung wird nach dem Herstellen der Isolierschicht und vor dem Aufbringen des weiteren Silikons ein Silikon ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht aufgesprüht zum Herstellen einer Zwischenschicht. Dies hat den Vorteil, dass die Zwischenschicht ohne Haftvermittler auch das Einwirken von großen Kräften zwischen der Isolierschicht und dem Umhüllungselement ermöglicht, ohne dass die mechanische Kopplung zwischen der Isolierschicht und dem Umhüllungselement verloren geht. Dies gilt insbesondere für Scherkräfte zwischen der Isolierschicht und dem Umhüllungselement.

Gemäß eines weiteren Aspekts zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers, wobei der Piezokörper einen Stapel piezoelektrischer Elemente aufweist. In einem ersten Schritt wird ein erstes Silikon mit einem Haftvermittler auf den Stapel piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht aufgebracht, anschließend das Silikon ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht zum Herstellen einer Zwischenschicht aufgebracht, und anschließend ein weiteres Silikon auf die Zwischenschicht aufgebracht zum Herstellen eines Um-

hüllungselements, das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

Dies hat den Vorteil, dass die Zwischenschicht ohne Haftvermittler auch das Einwirken von großen Kräften, insbesondere Scherkräften, zwischen der Isolierschicht und dem Umhüllungselement ermöglicht, ohne dass die mechanische Kopplung zwischen der Isolierschicht und dem Umhüllungselement verloren geht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird vor dem Aufbringen des ersten Silikons mit einem Haftvermittler auf den Stapel piezoelektrischer Elemente der Stapel piezoelektrischer Elemente erhitzt. Dies hat den Vorteil, dass ein rasches Vernetzen der Isolierschicht und gegebenenfalls der Zwischenschicht möglich ist. Dies erlaubt im Anschluss ein rasches Aufbringen des weiteren Silikons.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung führt der Stapel piezoelektrischer Elemente während des Aufbringens des ersten Silikons und/oder des Silikons ohne Haftvermittler eine Rotationsbewegung aus. Damit ist eine gleichmäßige Ausbildung der Isolierschicht und/oder der Zwischenschicht auf einer Mantelfläche des Stapels piezoelektrischer Elemente möglich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Fluidinjektor,

Figur 2 einen Piezoaktuator mit einem Piezokörper,

Figur 3 einen Teilbereich des Piezokörpers, und

Figur 4 ein Diagramm zum Verfahren zur Herstellung des Piezokörpers.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Figur 1 ist ein Fluidinjektor gezeigt, der bevorzugt ausgebildet ist als ein Kraftstoffinjektor und der geeignet ist zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine. Der Fluidinjektor umfasst ein Gehäuse 1, einen Ventilkörper 2 und einen Piezoaktuator 13 mit einem Piezokörper 14 (Figur 2). Ist der Fluidinjektor als Kraftstoffinjektor ausgebildet, so ist er bevorzugt in einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine angeordnet und misst Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Zylinders der Brennkraftmaschine zu. Das Gehäuse 1 des Fluidinjektors kann doppelrohrförmig ausgebildet sein. In dem Zwischenraum zwischen den Wänden dieser Doppelrohre kann dann das Fluid hin zu dem Ventilkörper 2 geführt werden.

Der Ventilkörper 2 umfasst ein Ventilkörpergehäuse 4 mit einer Ausnehmung und einer Nadel 6, die in die Ausnehmung des Ventilkörpergehäuses 4 eingesetzt ist und im Bereich einer Führung 8 in dem Ventilkörpergehäuse 4 geführt ist. Abhängig von der Position der Nadel 6 fließt Kraftstoff durch eine Einspritzdüse, die zwischen einem Bereich der Spitze der Nadel 6 und des Ventilkörpergehäuses gebildet wird. Bevorzugt ist die Nadel 6 nach außen öffnend ausgebildet. Sie kann jedoch auch nach innen öffnend ausgebildet sein. Die Nadel 6 wird durch eine Rückstellfeder 10 in ihre Schließposition vorgespannt. Die Rückstellfeder 10 stützt sich auf einem Federteller 12 ab, der mit der Nadel 6 verbunden ist. Die Rückstellfeder 10 übt in der Schließrichtung eine Kraft auf die Nadel 6 aus.

Der Piezoaktuator 13 ist in ein inneres Rohr 15 des Gehäuses 1 eingesetzt. Der Piezoaktuator 13 wird im Bereich seines axialen Endes von einem thermischen Ausgleichselement 17 kontaktiert. An seinem anderen axialen Ende ist er mit der Nadel 8 derart verbunden, dass er mit dieser zusammenwirken kann.

Der Piezokörper 14 umfasst einen Stapel 16 mit einer Vielzahl an piezoelektrischen Elementen (Figur 2). Ferner umfasst der Piezokörper 14 zwei Kontaktstifte 18, die über Kontaktdrähte 20 (Figur 3) mit den einzelnen piezoelektrischen Elementen elektrisch leitend verbunden sind. Die Kontaktdrähte 20 haben in der hier gezeigten Ausführungsform eine mäanderförmige Struktur, um so eine besonders gute Langzeitstabilität der elektrischen Anschlüsse für die Piezoelemente zu gewährleisten. In weiteren Ausführungsformen haben die Kontaktdrähte 20 eine kammförmige Struktur.

Der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente ist entlang seiner axialen Ausdehnung von einem Umhüllungselement 22 umgeben, das bevorzugt aus einem Silikon besteht. Das Umhüllungselement 22 umschließt auch die Kontaktstifte 18 und die Kontaktdrähte 20 entlang der axialen Ausdehnung des Stapels 16 piezoelektrischer Elemente. Das Umhüllungselement 22 bildet ein Isoliermedium. Zwischen dem Stapel 16 piezoelektrischer Elemente und dem Umhüllungselement 22 ist anliegend an den Stapel 16 piezoelektrischer Elemente eine Isolierschicht 24 angeordnet. In der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform ist zwischen der Isolierschicht 24 und dem Umhüllungselement 22 eine Zwischenschicht 25 angeordnet, deren Bedeutung im Folgenden noch erläutert wird. In weiteren Ausführungsformen liegt die Isolierschicht 24 direkt an dem Umhüllungselement 22 an.

Der Piezoaktuator 13 umfasst ferner eine erste Kappe 28, die in einem ersten Bereich 30 mit einer Rohrfeder 26 verschweißt ist. Ferner ist eine zweite Kappe 32 vorgesehen, die in einem zweiten Bereich 34 mit der Rohrfeder 26 verschweißt ist und so den Piezokörper 14 mit einer vorgegebenen Vorspannkraft vorspannt.

Ein in Figur 4 schematisch dargestelltes Programm zur Steuerung einer Vorrichtung zur Herstellung des Piezokörpers 14 ist vorzugsweise in einer Steuereinheit gespeichert.

Das Programm wird vorzugsweise in einem Schritt S100 gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden. Dies geschieht vorzugsweise zu Beginn des Verfahrens zur Herstellung des Piezokörpers 14.

In einem Schritt S102 wird der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente vorzugsweise auf zirka 130°C erhitzt.

Die Bearbeitung des Programms wird anschließend in dem Schritt S104 fortgesetzt. In dem Schritt S104 wird ein erstes Silikon mit einem Haftvermittler auf den Stapel 16 piezoelektrischer Elemente aufgesprüht. Durch das Aufsprühen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler auf den Stapel 16 piezoelektrischer Elemente wird die Isolierschicht 24 ausgebildet. Durch das Aufsprühen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler auf den Stapel 16 piezoelektrischer Elemente kann die Haftung der Isolierschicht 24 an dem Stapel 16 piezoelektrischer Elemente sehr gut sichergestellt werden. Durch das vorhergehende Erhitzen des Stapels 16 piezoelektrischer Elemente auf vorzugsweise zirka 130°C kann erreicht werden, dass nach Aufsprühen des ersten Silikons eine Vernetzung der Isolierschicht 24 rasch einsetzen kann. Bevorzugt wird der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente während des Aufsprühens

des ersten Silikons in eine Rotationsbewegung versetzt. Damit kann die Isolierschicht 24 besonders gleichmäßig auf die Mantelfläche des Stapels 16 piezoelektrischer Elemente aufgetragen werden.

Anschließend wird die Bearbeitung des Programms in einem Schritt S106 fortgesetzt. In dem Schritt S106 wird der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente mit der Isolierschicht 24 vorzugsweise auf zirka 130°C erhitzt. Es ist so ein rasches Vernetzen der Isolierschicht 24 und damit ein rasches anschließendes Aufbringen weiteren Schichten auf der Isolierschicht 24 möglich.

Die Bearbeitung des Programms kann anschließend in dem Schritt S108 fortgesetzt werden. In dem Schritt S108 wird das Silikon ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht 24 aufgesprüht. Damit wird die Zwischenschicht 25 auf der Isolierschicht 24 ausgebildet. Durch die Ausbildung der Zwischenschicht 25 ohne Haftvermittler kann auch bei einem Einwirken von großen Kräften zwischen der Isolierschicht 24 und dem Umhüllungselement eine gute mechanische Entkopplung zwischen der Isolierschicht 24 und dem Umhüllungselement 22 erreicht werden. Bevorzugt rotiert der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente während des Aufbringens des Silikons ohne Haftvermittler um seine Längsachse, so dass eine gleichmäßige Ausbildung der Zwischenschicht 25 auf der Isolierschicht 24 möglich ist. Die Bearbeitung des Programms wird anschließend in dem Schritt S110 fortgesetzt.

In dem Schritt S110 wird der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente mit der Isolierschicht 24 und der Zwischenschicht 25 vorzugsweise auf zirka 130°C erhitzt. Es ist so ein rasches Vernetzen der Zwischenschicht 25 und damit eine mechanisch stabile Ausbildung der Zwischenschicht 25 möglich. Die Bear-

beitung des Programms wird anschließend in dem Schritt S112 fortgesetzt.

Alternativ können die Schritte S108 und S110 übersprungen werden und die Bearbeitung des Programms nach Ausführung des Schritts S106 in dem Schritt S112 fortgesetzt werden (Fig. 4, gestrichelte Linie).

In dem Schritt S112 wird der Stapel 16 piezoelektrischer Elemente mit der Isolierschicht 24 und gegebenenfalls der Zwischenschicht 25 vorzugsweise über eine Zeitraum von 15 Stunden auf zirka 150°C erhitzt. Damit können gegebenenfalls in der Isolierschicht 24 und der Zwischenschicht 25 vorliegende Gase aus der Isolierschicht 24 und der Zwischenschicht 25 ausgetrieben werden und so eine besonders stabile Ausbildung der Isolierschicht 24 und der Zwischenschicht 25 erreicht werden.

Die Bearbeitung des Programms wird anschließend in dem Schritt S114 fortgesetzt. In dem Schritt S114 wird ein weiteres Silikon auf die Zwischenschicht 25 oder gegebenenfalls die Isolierschicht 24 mittels Spritzgießen aufgetragen. Dadurch wird ein Umhüllungselement 22 ausgebildet, das mindestens einen Teil des Stapels 16 piezoelektrischer Elemente umhüllt. Damit können die Kontaktstifte 18 und die Kontaktdrähte 20 zum Herstellen elektrischer Verbindungen zu den piezoelektrischen Elementen in dem Umhüllungselement 22 eingebettet sein. Des Weiteren ermöglicht das Umhüllungselement 22 eine elektrische Isolation des Piezokörpers 14 gegenüber dem Gehäuse 1 zur Aufnahme des Piezokörpers 14. Die Bearbeitung wird nun in einem Schritt S116 fortgesetzt.

In dem Schritt S116 wird das Programm beendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Piezokörpers (14), wobei der Piezokörper (14) aufweist einen Stapel (16) piezoelektrischer Elemente,
mit folgenden Schritten:
- Aufsprühen eines ersten Silikons mit einem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht (24), und
- Aufbringen eines weiteren Silikons mittels Spritzgießen zum Herstellen eines Umhüllungselements (22), das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels (16) piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Herstellen der Isolierschicht (24) und vor dem Aufbringen des weiteren Silikons ein Silikon ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht (24) aufgesprüht wird zum Herstellen einer Zwischenschicht (25).

3. Verfahren zur Herstellung eines Piezokörpers (14), wobei der Piezokörper (14) aufweist einen Stapel (16) piezoelektrischer Elemente,
mit folgenden Schritten:
- Aufbringen eines ersten Silikons mit einem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht (24),
- Aufbringen eines Silikons ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht (24) zum Herstellen einer Zwischenschicht (25), und
- Aufbringen eines weiteren Silikons auf die Zwischenschicht (25) zum Herstellen eines Umhüllungselements (22), das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels (16) piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem vor dem Aufbringen des ersten Silikons mit dem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente der Stapel (16) piezoelektrischer Elemente erhitzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Stapel (16) piezoelektrischer Elemente während des Aufbringens des ersten Silikons und/oder des Silikons ohne Haftvermittler eine Rotationsbewegung ausführt.

6. Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers (14), wobei der Piezokörper (14) aufweist einen Stapel (16) piezoelektrischer Elemente, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist zum:
   - Aufsprühen eines ersten Silikons mit einem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht (24), und
   - Aufbringen eines weiteren Silikons mittels Spritzgießen zum Herstellen eines Umhüllungselements (22), das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels (16) piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

7. Vorrichtung zur Herstellung eines Piezokörpers (14), wobei der Piezokörper (14) aufweist einen Stapel (16) piezoelektrischer Elemente, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist zum:
   - Aufbringen eines ersten Silikons mit einem Haftvermittler auf den Stapel (16) piezoelektrischer Elemente zum Herstellen einer Isolierschicht (24),

- Aufbringen eines Silikons ohne Haftvermittler auf die Isolierschicht (24) zum Herstellen einer Zwischenschicht (25), und
- Aufbringen eines weiteren Silikons auf die Zwischenschicht (25) zum Herstellen eines Umhüllungselements (22), das zum Umhüllen mindestens eines Teils des Stapels (16) piezoelektrischer Elemente ausgebildet ist.

FIG 1

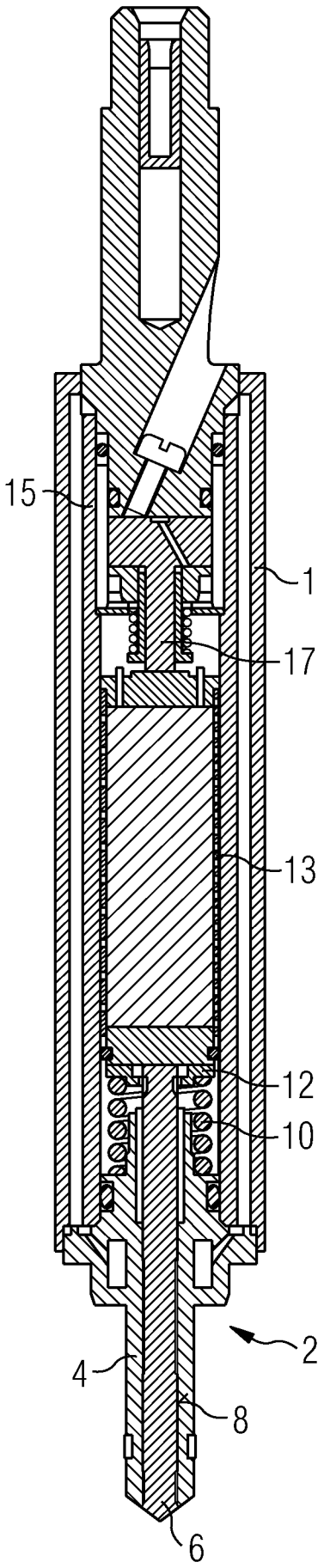


FIG 2

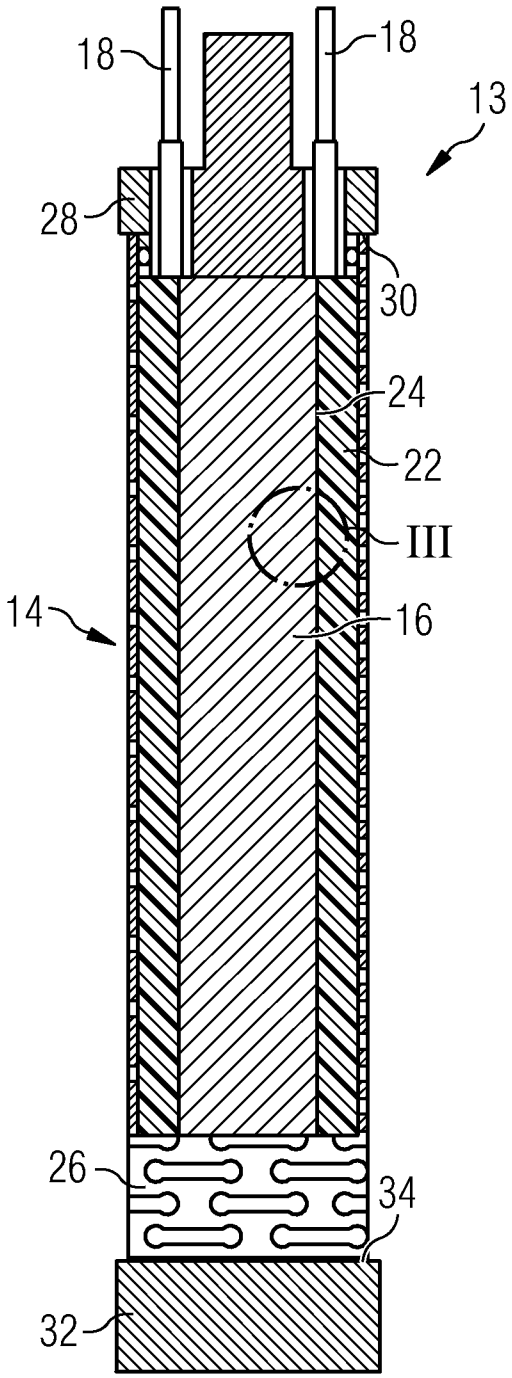


FIG 3 III

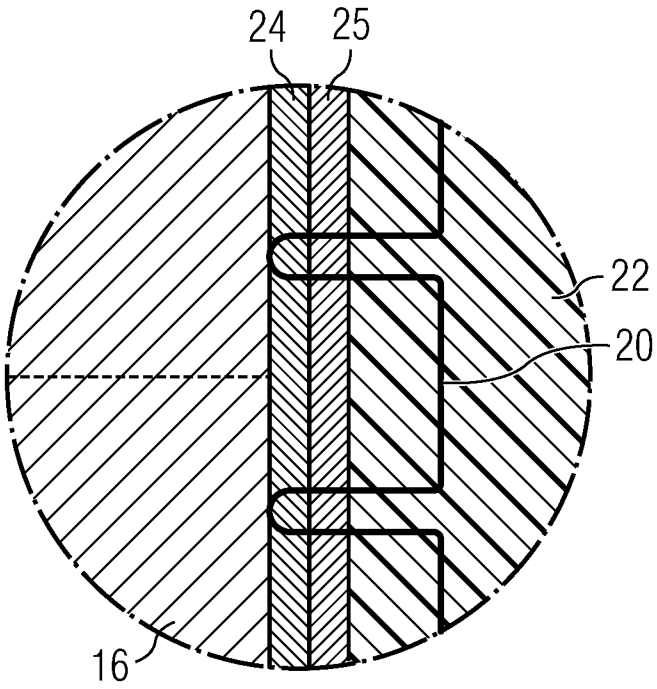
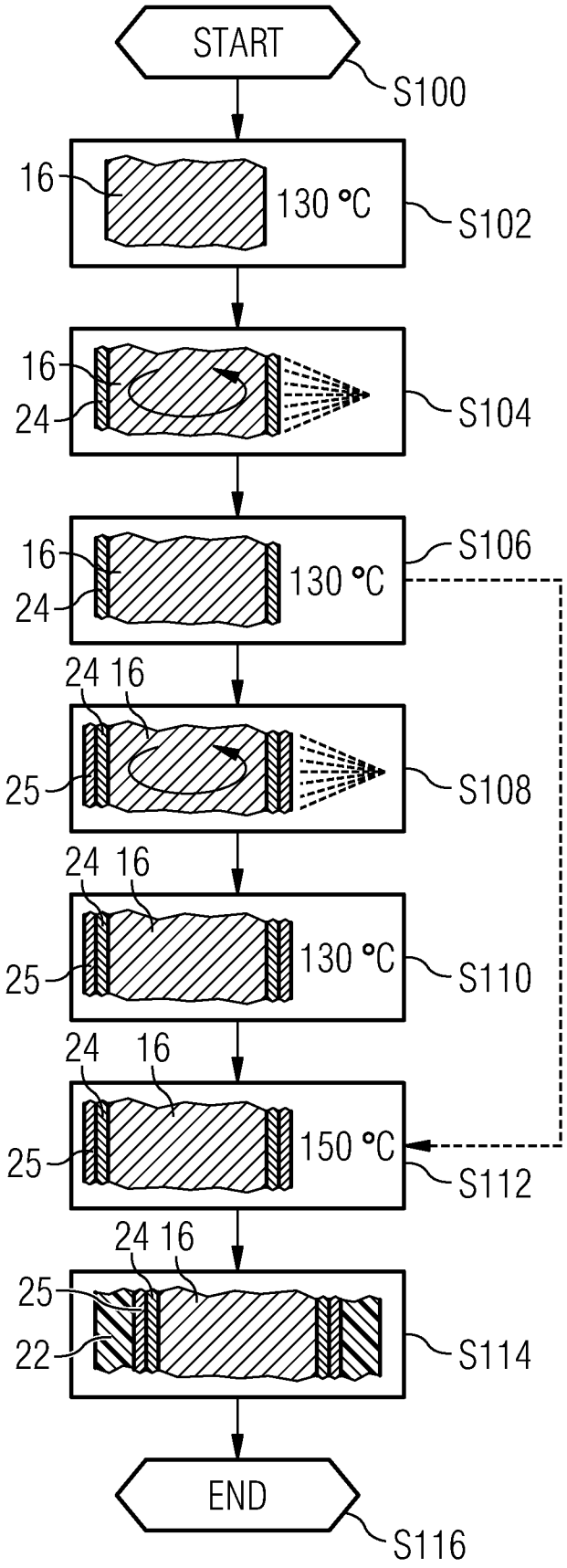


FIG 4


START
S100
16
130 °C
S102
16
24
S104
16
24
130 °C
S106
24 16
25
S108
24 16
25
130 °C
S110
24 16
25
150 °C
S112
24 16
25
22
S114
END
S116

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/063493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/053 H01L41/08 H01L41/22

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

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 148 077 A (GRAWEY CHARLES E [US] ET AL) 15 September 1992 (1992-09-15) column 3, line 44 - column 6, line 68; figures 1-7	1-7
A	DE 10 2006 000024 A1 (DENSO CORP [JP]) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0103] - paragraph [0160]	1-7
A	DE 10 2005 035158 A1 (DENSO CORP [JP]) 2 March 2006 (2006-03-02) paragraph [0056] - paragraph [0094]	1-7
X,P	EP 2 086 029 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 August 2009 (2009-08-05) paragraph [0012] - paragraph [0045]	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 Januar 2010	25/01/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gröger, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2009/063493

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5148077 A	15-09-1992	AU 6912591 A WO 9206532 A1	28-04-1992 16-04-1992
DE 102006000024 A1	31-08-2006	NONE	
DE 102005035158 A1	02-03-2006	JP 2006041279 A	09-02-2006
EP 2086029 A	05-08-2009	DE 102008007200 A1	06-08-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/063493

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L41/053 H01L41/08 H01L41/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 148 077 A (GRAWEY CHARLES E [US] ET AL) 15. September 1992 (1992-09-15) Spalte 3, Zeile 44 - Spalte 6, Zeile 68; Abbildungen 1-7	1-7
A	DE 10 2006 000024 A1 (DENSO CORP [JP]) 31. August 2006 (2006-08-31) Absatz [0103] - Absatz [0160]	1-7
A	DE 10 2005 035158 A1 (DENSO CORP [JP]) 2. März 2006 (2006-03-02) Absatz [0056] - Absatz [0094]	1-7
X,P	EP 2 086 029 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. August 2009 (2009-08-05) Absatz [0012] - Absatz [0045]	1-7

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf 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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Januar 2010	25/01/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Gröger, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/063493

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5148077 A	15-09-1992	AU 6912591 A	28-04-1992
		WO 9206532 A1	16-04-1992
DE 102006000024 A1	31-08-2006	KEINE	
DE 102005035158 A1	02-03-2006	JP 2006041279 A	09-02-2006
EP 2086029 A	05-08-2009	DE 102008007200 A1	06-08-2009