(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
7. Februar 2008 (07.02.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/014759 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/053 (2006.01) *F16F 1/02* (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001324

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juli 2007 (26.07.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102006035038.3 28. Juli 2006 (28.07.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **STOCKER, Werner** [AT/AT]; Werk Hessen Berg 8, A-8792 St. Peter Freien (AT). **VERONIK, Franz** [AT/AT]; Pichling 86, A-8510 Stainz (AT). **JAKOPE, Andreas** [AT/AT]; Sulztal 58, A-8461 Ehrenhausen (AT). **REINISCH, Manfred** [AT/AT]; Unterbergla 63, A-8522 Gr. St. Florian (AT).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).

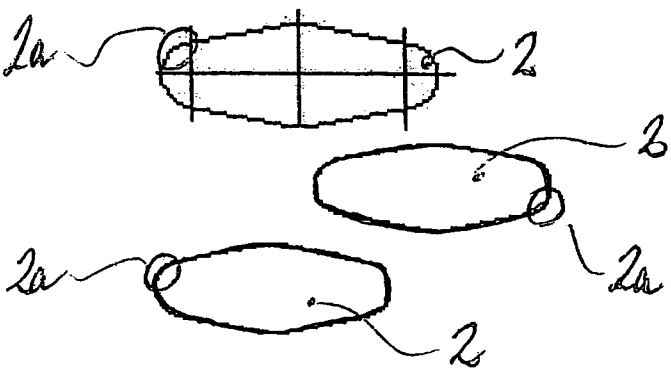
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, 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, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, 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*

(54) **Title:** SPRING ELEMENT AND PIEZOELECTRIC ACTUATOR WITH THE SPRING ELEMENT

(54) **Bezeichnung:** FEDERELEMENT SOWIE PIEZOAKTOR MIT DEM FEDERELEMENT



(57) Abstract: A spring element is disclosed for the preloading of a piezoelectric actuator (P), wherein the spring element exhibits a tubular body (1) with recesses (2). The recesses are constructed in each case in the form of a polygon with rounded corners (2a). A piezoelectric actuator with such a spring element is also disclosed.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Federelement zur Vorspannung eines Piezoaktors (P) angegeben, wobei das Federelement einen rohrförmigen Körper (1) mit Aussparungen (2) aufweist. Die Aussparungen sind jeweils in der Form eines Vielecks mit abgerundeten Ecken (2a) ausgebildet. Auch wird ein Piezoaktor mit einem solchen Federelement angegeben.

WO 2008/014759 A1

Beschreibung

Federelement sowie Piezoaktor mit dem Federelement

Es wird ein Federelement zur Verwendung mit einem Piezoaktor beschrieben.

Aus WO 2005/062395 ist ein Piezoaktor mit einem mit Aussparungen versehenes, rohrförmiges Federelement bekannt.

Aus US 2003/034594 A1 ist ebenfalls ein Piezoaktor mit einem mit Aussparungen versehenes, rohrförmiges Federelement bekannt.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Vorspannelement bzw. einen Piezoaktor mit einem Vorspannelement zu schaffen, welches bzw. welcher lange fehlerfrei verwendbar ist.

Es wird ein Federelement zur Vorspannung eines Piezoaktors angegeben, das einen rohrförmigen Körper umfasst. Dieser weist Aussparungen mit abgerundeten Ecken auf. Der Umriss einer jeden Aussparung kann dabei Ecken aufweisen, die ausschließlich abgerundet sind.

Vorzugsweise ist der rohrförmige Körper mit Aussparungen in der Form eines Vielecks ausgebildet, wobei die Ecken des Vielecks abgerundet sind. Die Aussparungen können dabei den Umriss einer kontinuierlichen, ununterbrochenen Linie aufweisen. Insbesondere wird bevorzugt, dass die Aussparungen jeweils in der Form einer Raute mit abgerundeten Ecken ausgebildet sind.

Das Federelement kann ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement eines Piezoaktors unter Druckspannung setzen, indem es beispielsweise eine geringere Höhe aufweist, als das Vielschichtbauelement und mechanisch mit den Stirnflächen des Vielschichtbauelements direkt oder indirekt, beispielsweise über Gegenlager, verbunden ist.

Vieleckige, insbesondere rautenförmige Aussparungen, die abgerundete Ecken aufweisen, haben den Vorteil, dass trotz der aufgrund der Aussparungen unterbrochenen Struktur des rohrförmiges Körpers keine für seine strukturelle Integrität gefährliche mechanische Spannungen entstehen können, wenn er mechanischen Spannungen ausgesetzt wird. Es hat sich beispielsweise herausgestellt, dass ein rohrförmiger Körper zur Vorspannung eines Piezoaktors, welcher mit Aussparungen versehen ist, die scharfe Kanten oder Ecken aufweisen, unter mechanischer Belastung Risse bilden kann.

Außerdem haben Aussparungen mit abgerundeten Ecken den Vorteil, dass die zum Ausstanzen der Aussparungen verwendete Schneidvorrichtung eines Stanzwerkzeugs weniger oft geschliffen bzw. geschärft werden muss. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass Aussparungen mit abgerundeten Ecken sich gut ausstanzen lassen, auch wenn die Schneidvorrichtung bzw. Klinge eines Stanzwerkzeuges bereits abgestumpft ist. Der Wartungsaufwand sowie die Wartungskosten für das Stanzwerkzeug können daher vorteilhafterweise reduziert werden.

Auch haben Aussparungen mit abgerundeten Ecken einen Vorteil, wenn sich der rohrförmige Körper dehnt, zusammenzieht und dabei einknickt oder sich biegt. Es wurde nämlich beobachtet und festgestellt, dass sich beim Biegen des rohrförmigen

Körpers mit rautenförmigen Aussparungen die Außenkontur des Rohrkörpers an der Biegestelle wenig ändert. Anders geformte Aussparungen, deren Ecken nicht abgerundet sind, führten dabei zu einer sich von einer Kreisform deutlich unterscheidenden Außenkonturform. Dies hatte jedoch einen negativen Effekt auf die mechanische Stabilität des rohrförmigen Körpers.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Federelements bilden die Aussparungen ein regelmäßiges Muster. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die Verteilung von mechanischer Spannung durch den rohrförmigen Körper besonders gleichmäßig ist und größere mechanische Spannungsspitzen bei mechanischer Belastung nicht zu erwarten sind. Dabei können die Aussparungen zeilenweise angeordnet sein, wobei jede Aussparung einer ersten Zeile in der Projektion entlang der Rohrachse in die Aussparung einer übernächste Zeile überführbar ist. Es wird dadurch ein gitterförmiges Aussparungsmuster angegeben, welches hinsichtlich mechanischer Stabilität, insbesondere Elastizität besonders günstig ist.

Mögliche Ausführungsformen des Federelements umfassen einen rohrförmigen Körper mit einer Außenkontur in der Form eines regelmäßigen Vielecks. Als Außenkontur wird die Form des rohrförmigen Körpers bezeichnet, die sich zeigt, wenn der rohrförmige Körper in der Draufsicht betrachtet wird bzw. wenn ein orthogonal zur Längsachse des rohrförmigen Körpers verlaufender Querschnitt des rohrförmigen Körpers betrachtet wird.

Es hat sich herausgestellt, dass eine sechseckige Form der Außenkontur bezüglich der mechanischen Stabilität des

rohrförmigen Körpers besonders günstig ist. Oktagonale Außenkonturen haben sich dabei ebenfalls als günstig herausgestellt.

Der rohrförmige Körper kann auch eine Außenkontur mit einer kontinuierlich gekrümmten Form aufweisen. Dabei kommt beispielsweise für die Außenkontur eine kreisförmige Struktur oder eine gewellte oder abgeflachte kreisförmige Struktur in Betracht.

Der rohrförmige Körper könnte eine variierende Dicke aufweisen. Dort wo der rohrförmige Körper weniger dick ausgebildet ist, als in anderen Bereichen des Körpers, könnte er beispielsweise unter mechanischer Spannung leichter einknicken bzw. sich leichter biegen. Damit lässt sich der Bereich des rohrförmigen Körpers eingrenzen bzw. festlegen, der am stärksten geneigt ist, einzuknicken bzw. sich zu biegen. Gezielt in diesem Bereich könnte der rohrförmige Körper mit einer höheren Anzahl oder einer geringeren Anzahl von Aussparungen in der Form von Rauten mit abgerundeten Ecken versehen werden, um die dort die gewünschte Biegeeigenschaft bzw. Stabilität einzustellen.

Der rohrförmige Körper enthält vorzugsweise Materialien, die ihm eine langzeitstabile Elastizität aber gleichzeitig auch eine zur Vorspannung eines piezoelektrischen Vielschichtbauelements ausreichende Steifigkeit verleihen. Es können insbesondere federelastische Werkstoffe verwendet werden. Metalle bzw. Metalllegierungen werden dabei bevorzugt. Besonders bevorzugt werden Stahl oder Stahllegierungen, aber auch NE-Metalle. Es könnten jedoch auch Kunststoffe eingesetzt werden.

Es wird außerdem ein Piezoaktor angegeben der ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement mit mehreren übereinander gestapelten piezoelektrischen Schichten und Elektrodenschichten aufweist. Die piezoelektrischen Schichten enthalten dabei vorzugsweise eine piezoelektrische Keramik, beispielsweise eine PZT Keramik. Der Piezoaktor weist zudem ein Federelement gemäß der beschriebenen Gegenstände auf, wobei das piezoelektrische Vielschichtbauelement zumindest teilweise innerhalb des Federelements angeordnet ist.

Das piezoelektrische Vielschichtbauelement kann mittels Übereinanderstapeln von keramischen Grünfolien, welche mit Elektrodenschichten versehen werden, und anschließendem Sintern geschaffen werden. Dabei wird vorzugsweise ein monolithisches Vielschichtbauelement geschaffen.

Das Federelement ist derart beschaffen und mit dem piezoelektrischen Vielschichtbauelement mechanisch verbunden, dass das piezoelektrische Vielschichtbauelement unter Druckspannung gesetzt werden kann.

Das Federelement ist gemäß einer Ausführungsform des Piezoaktors an seinen beiden Stirnseiten bzw. Stirnenden jeweils mit einem Gegenlager mechanisch verbunden. Die Gegenlager sind vorzugsweise jeweils mit einer Stirnfläche des elektrischen Vielschichtbauelements verbunden und klemmen diesen zusammen mit dem Federelement ein. Beispielsweise ist das Federelement mit zumindest einem der Gegenlager verschweißt. Die Gegenlager könnten beispielsweise als Kappen geformt sein.

Die Elektrodenschichten des piezoelektrischen Vielschichtbauelements können jeweils mit einem elektrischen

Anschlusselement kontaktiert sein. Ein elektrisches Anschlusselement können dabei durch zumindest eines der Gegenlager hindurchgeführt sein, was als platzsparende Bauweise vorteilhaft ist.

Ein elektrisches Anschlusselement könnte dabei eine elektrische Zuleitung des Piezoaktors umfassen. Die Zuleitung könnte dabei als Anschlussdraht-, Kabel- oder Fahne ausgebildet sein.

Gemäß einer Ausführungsform des Piezoaktors umfasst ein elektrisches Anschlusselement eine auf der Oberfläche des piezoelektrischen Vielschichtbauelements aufgebrachte Kontaktierungsschicht, die mit Elektrodenschichten kontaktiert ist.

Die beschriebenen Gegenstände werden anhand der folgenden Figuren und Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 ein Federelement mit rautenförmigen Aussparungen,

Figur 2 einen Piezoaktor mit einem Federelement, das rautenförmige Aussparungen aufweist,

Figur 3 einen Piezoaktor,

Figur 4 Querschnitte unterschiedlich geformter Federelemente.

Figur 1 zeigt Rautenformen 2 mit abgerundeten Ecken, die als Aussparungen in einer Rohrfeder zur Vorspannung eines Piezoaktors Verwendung finden. Es könnten jedoch

beispielsweise auch Dreieckformen, Quadratformen oder andere Vieleckformen 2 mit abgerundeten Ecken als Aussparungen in der Rohrfeder Verwendung finden.

Figur 2 zeigt eine Rohrfeder 1, in der eine Vielzahl von rautenförmigen Aussparungen 2 in einem regelmäßig Muster eingearbeitet sind. Die Einarbeitung der Aussparungen könnte dabei mittels Stanzen bzw. mittels eines Stanzwerkzeugs erfolgen.

Die Aussparungen 2 sind dabei rautenförmig mit abgerundeten Ecken 2a ausgebildet. Derart geformte Aussparungen 2 haben den Vorteil, dass Kerbwirkungen zwischen bzw. an den Aussparungen vermieden werden können. Eine Kerbwirkung zeichnet sich dadurch aus, dass mechanische Spannungen an scharfkantigen bzw. scharfeckigen Bereichen eines Materials entstehen, die zu einem Materialbruch führen könnten. Da die vorgeschlagenen Aussparungen jedoch im jeweiligen Umfang keine scharfen Kanten aufweisen, bedeutet dies, dass die Struktur der Rohrfeder 1 neben bzw. entlang einer jeden Aussparung 2 ebenfalls keine scharfen Kanten aufweist. Somit können solche für die strukturelle Integrität der Rohrfeder gefährliche mechanische Spannungen nicht auftreten oder zumindest erheblich reduziert werden.

Das Material der Rohrfeder 1 zwischen den Aussparungen 2 wirkt als Biegeträger, weshalb die Federsteifigkeit gegenüber einem Vorspannungselement für einen Piezoaktor ohne Ausnehmungen stark herabgesetzt wird. Ein Biegeträger ist ein Träger bzw. ein Trägermaterial, das sich biegen bzw. verformen kann, ohne dass es dabei zerstört wird.

Aufgrund der gegenüber Kerbwirkungen weniger anfälligen Aussparungen kann zudem die Dauerfestigkeit der Rohrfeder erhöht werden, weil die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Mikrorissen herabgesetzt wird.

Da die rautenförmigen Aussparungen keine scharfen Ecken bzw. Kanten aufweisen, muss das Stanzwerkzeug, welches sie aus einem Federelement herausstanzt, weniger oft geschärft werden. Die Standzeit des Stanzwerkzeuges kann somit vorteilhafterweise erhöht werden.

Die rautenförmigen Aussparungen haben auch den Vorteil, dass sie geringere mechanische Spannungsspitzen innerhalb der Rohrfeder erlauben, die anderenfalls entstehen könnten, wenn die Rohrfeder scharfeckigen bzw. scharfkantigen Bereichen aufweisen würde.

Es hat sich ebenfalls herausgestellt, dass rautenförmige Aussparungen zu geringeren Rundheitsabweichungen der Außenkontur einer hohlzylinderförmigen Rohrfeder führen, wenn die Rohrfeder sich biegt bzw. komprimiert oder expandiert.

Figur 3 zeigt einen Piezoaktor P mit einem piezoelektrischen Vielschichtbauelement 3 und eine um das Bauelement gebildete Rohrfeder 1. Die Rohrfeder ist dabei mittels Verschweißen bzw. Schweißstellen 5 stirnseitig mit je einem Gegenlager 4 mechanisch verbunden. Die Rohrfeder ist zudem geringfügig weniger hoch ausgebildet, als das piezoelektrische Bauelement 3. Die Gegenlager werden hier schematisch gezeigt. Sie können jedoch Durchführungen bzw. Hohlräume für weitere Bauelemente des Piezoaktors enthalten bzw. mit ihnen mechanisch verbunden sein, wie beispielsweise elektrische Anschlusselemente oder eine Mechanik, wie zum Beispiel eine Auslenkmechanik, zur

Betätigung eines Ventils. Das Ventil könnte Bestandteil einer Einspritzvorrichtung, insbesondere Kraftstoffeinspritzvorrichtung sein.

Obwohl beide Stirnseiten des rohrförmigen Körpers 1 mit einem Gegenlager 4 verbunden sein können, ist es möglich, stattdessen zumindest eine Stirnseite des rohrförmigen Körpers umzubiegen, wodurch eine Stirnfläche des piezoelektrischen Vielschichtbauelements zumindest teilweise durch einen Endbereich des rohrförmigen Körpers abgedeckt wird. So könnte das andere Ende des rohrförmigen Körpers mit einem Gegenlager verbunden werden, wobei dieses Ende des rohrförmigen Körpers vorzugsweise nicht ganz bis zum Gegenlager reicht. Eine Verbindung der beiden Bauteile könnte beispielsweise mittels Schweißen dem piezoelektrischen Vielschichtbauelement die benötigte Vorspannung geben.

Figur 4 zeigt in einer Draufsicht verschiedene Ausführungsformen a., b. und c. der Außenkontur eines rohrförmigen Körpers 1, in dem ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement 1 eingeführt ist. Es werden kreisförmige, sechseckförmige und achteckförmige Außenkonturen gezeigt.

Bezugszeichenliste

P	Piezoaktor
1	rohrförmiges Vorspannungselement
2	rautenförmige Aussparung mit abgerundeten Ecken
2a	abgerundete Ecke
3	piezoelektrisches Vielschichtbauelement
4	Gegenlager
5	Schweißstelle

Patentansprüche

1. Federelement zur Vorspannung eines Piezoaktors (P), umfassend einen rohrförmigen Körper (1) der Aussparungen (2) aufweist, wobei die Aussparungen jeweils in der Form eines Vielecks mit abgerundeten Ecken (2a) gebildet sind.

2. Federelement nach Anspruch 1, bei dem die Umrisse der Aussparungen (2) Ecken (2a) aufweisen, die ausschließlich abgerundet sind.

3. Federelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem die Aussparungen (2) in der Form von Rauten mit abgerundeten Ecken (2a) ausgebildet sind.

4. Federelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Anordnung der Aussparungen (2) ein regelmäßiges Muster bilden.

5. Federelement nach Anspruch 4, bei dem die Aussparungen (2) zeilenweise angeordnet sind, wobei jede Aussparung einer ersten Zeile in der Projektion entlang der Rohrachse in die Aussparung (2) einer übernächste Zeile überführbar ist.

6. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der rohrförmige Körper (1) eine Außenkontur in der Form eines regelmäßigen Vielecks aufweist.

7. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der rohrförmige Körper (1) eine Außenkontur mit einer kontinuierlich gekrümmten Form aufweist.

8. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der rohrförmige Körper (1) nahtlos ausgebildet ist.

9. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der rohrförmige Körper (1) eine variierende Dicke aufweist.

10. Federelement nach Anspruch 9, bei dem der rohrförmige Körper (1) profiliert ist.

11. Piezoaktor (P), umfassend:
- ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement (3) mit mehreren übereinander gestapelten piezoelektrischen Schichten und Elektrodenschichten,
- ein Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das piezoelektrische Vielschichtbauelement zumindest teilweise innerhalb des Federelements angeordnet ist.

12. Piezoaktor (P) nach Anspruch 11, bei dem das Federelement das piezoelektrische Vielschichtbauelement (3) unter Druckspannung setzt.

13. Piezoaktor (P) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, bei dem das Federelement an seinen beiden Stirnseiten mit je einem Gegenlager (4) verbunden ist, die das elektrische Vielschichtbauelement (3) ober- und unterseitig einklemmen.

14. Piezoaktor (P) nach Anspruch 13, bei dem das Federelement mit den Gegenlagern (4) verschweißt (5) ist.

15. Piezoaktor (P) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem jede Elektrodenschicht mit einem elektrischen Anschlusselement kontaktiert ist.

16. Piezoaktor (P) nach einem Anspruch 15, bei dem zumindest eines der elektrischen Anschlusselemente durch zumindest eines der Gegenlager (4) hindurchgeführt ist.

17. Piezoaktor (P) nach einem der Ansprüche 15 oder 16, bei dem ein elektrisches Anschlusselement eine elektrische Zuleitung des Piezoaktors umfasst.

18. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem ein elektrisches Anschlusselement eine auf der Oberfläche des piezoelektrischen Vielschichtbauelements (3) aufgebrachte Kontaktierungsschicht umfasst, die mit Elektrodenschichten kontaktiert ist.

Fig. 1

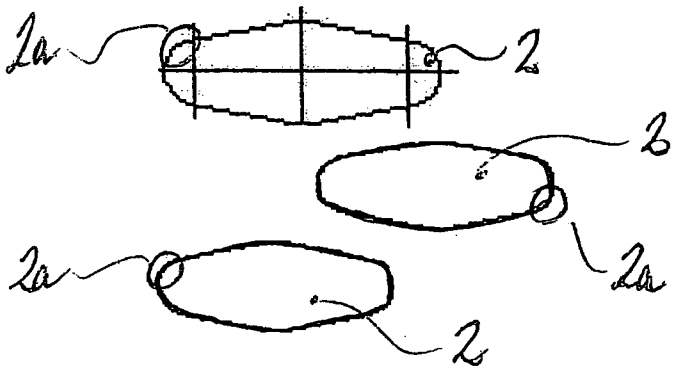


Fig. 2

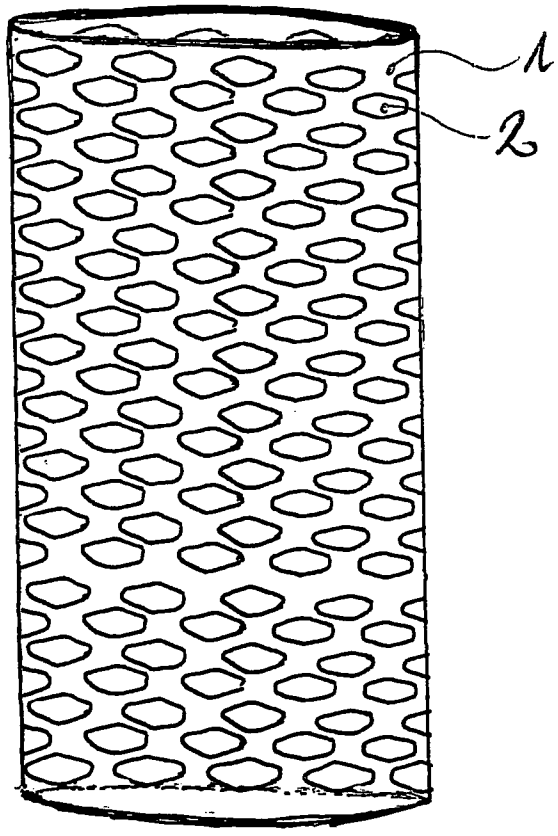


Fig. 3

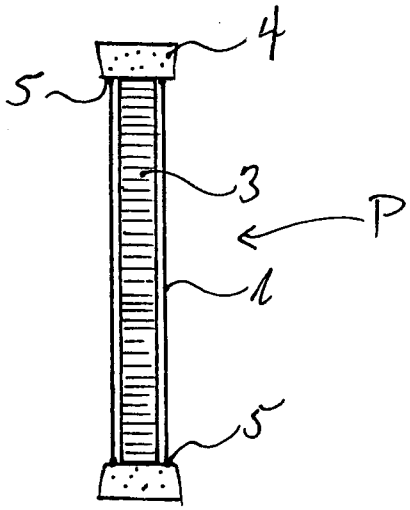
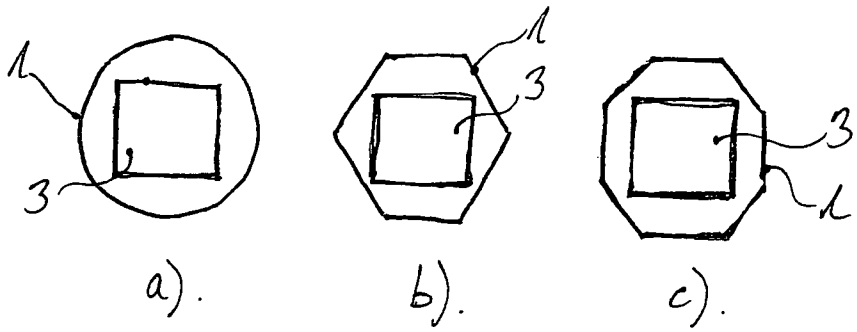


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/001324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/053 H01L41/083 F16F1/02

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 F16F

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	WO 03/033933 A (SIEMENS AG [DE]; JOVOVIC DEJAN [DE]; LEWENTZ GUENTER [DE]; VOIGT ANDRE) 24 April 2003 (2003-04-24) page 2, line 1 - page 3, line 20 page 5, line 22 - page 8, line 34 figures 1-4	1,2,4,5, 7,8, 11-17
Y		3,6,9, 10,18
X	DE 198 54 508 C1 (SIEMENS AG [DE]) 11 May 2000 (2000-05-11) page 1, line 44 - page 3, line 1 page 3, lines 18-57 figures 1-3	1,2,4,5, 7,11-13, 15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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
21 November 2007	30/11/2007

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Steiner, Markus

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/001324

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 881 042 A (HILTI AG [LI]) 2 December 1998 (1998-12-02) column 1, line 55 - column 3, line 33 column 6, line 31 - column 7, line 36 figures 2,4	3
Y	US 5 062 619 A (SATO MASAHIDE [JP]) 5 November 1991 (1991-11-05) column 3, lines 14-61 column 5, line 44 - column 6, line 8 figure 8	6
Y	FR 2 404 770 A (PEAN PIERRE [FR]) 27 April 1979 (1979-04-27) page 2, lines 6-18 page 4, columns 21-35 figure 4	9,10
Y	DE 199 28 189 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 April 2001 (2001-04-19) column 1, line 42 - column 2, line 31 column 3, lines 8-33 figures 1-3	18
X	DE 101 40 197 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 March 2003 (2003-03-13) paragraphs [0022] - [0029] figures 1-3	1,2,4,5, 7,8, 11-13,15
X	DE 10 2004 031597 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9 February 2006 (2006-02-09) paragraphs [0012] - [0016] figures 1-3	1,2,4,5, 7,8
X	DE 693 338 C (FRIEDRICH EUGEN MAIER DIPL ING) 6 July 1940 (1940-07-06) page 2, left-hand column, line 41 - right-hand column, line 68 figure 2	1,2,4,5, 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2007/001324

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03033933 A	24-04-2003	DE 10149746 C1	28-05-2003
		EP 1434952 A1	07-07-2004
		US 2004195060 A1	07-10-2004
DE 19854508 C1	11-05-2000	FR 2786269 A1	26-05-2000
EP 0881042 A	02-12-1998	CN 1200972 A	09-12-1998
		DE 19722795 A1	03-12-1998
		JP 10337677 A	22-12-1998
		TW 396092 B	01-07-2000
US 5062619 A	05-11-1991	NONE	
FR 2404770 A	27-04-1979	NONE	
DE 19928189 A1	19-04-2001	CZ 20010576 A3	15-08-2001
		WO 0079607 A1	28-12-2000
		EP 1110249 A1	27-06-2001
		JP 2003502869 T	21-01-2003
		US 6411018 B1	25-06-2002
DE 10140197 A1	13-03-2003	FR 2828715 A1	21-02-2003
		JP 2003065179 A	05-03-2003
		US 2003034594 A1	20-02-2003
DE 102004031597 A1	09-02-2006	WO 2006003038 A1	12-01-2006
DE 693338 C	06-07-1940	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/001324

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L41/053 H01L41/083 F16F1/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L F16F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/033933 A (SIEMENS AG [DE]; JOVOVIC DEJAN [DE]; LEWENTZ GUENTER [DE]; VOIGT ANDRE) 24. April 2003 (2003-04-24) Seite 2, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 20 Seite 5, Zeile 22 - Seite 8, Zeile 34 Abbildungen 1-4	1,2,4,5, 7,8, 11-17
Y		3,6,9, 10,18
X	DE 198 54 508 C1 (SIEMENS AG [DE]) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Seite 1, Zeile 44 - Seite 3, Zeile 1 Seite 3, Zeilen 18-57 Abbildungen 1-3	1,2,4,5, 7,11-13, 15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
21. November 2007	30/11/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Steiner, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/001324

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 881 042 A (HILTI AG [LI]) 2. Dezember 1998 (1998-12-02) Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 33 Spalte 6, Zeile 31 - Spalte 7, Zeile 36 Abbildungen 2,4	3
Y	US 5 062 619 A (SATO MASAHIDE [JP]) 5. November 1991 (1991-11-05) Spalte 3, Zeilen 14-61 Spalte 5, Zeile 44 - Spalte 6, Zeile 8 Abbildung 8	6
Y	FR 2 404 770 A (PEAN PIERRE [FR]) 27. April 1979 (1979-04-27) Seite 2, Zeilen 6-18 Seite 4, Spalten 21-35 Abbildung 4	9,10
Y	DE 199 28 189 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. April 2001 (2001-04-19) Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 31 Spalte 3, Zeilen 8-33 Abbildungen 1-3	18
X	DE 101 40 197 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. März 2003 (2003-03-13) Absätze [0022] - [0029] Abbildungen 1-3	1,2,4,5, 7,8, 11-13,15
X	DE 10 2004 031597 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) Absätze [0012] - [0016] Abbildungen 1-3	1,2,4,5, 7,8
X	DE 693 338 C (FRIEDRICH EUGEN MAIER DIPL ING) 6. Juli 1940 (1940-07-06) Seite 2, linke Spalte, Zeile 41 - rechte Spalte, Zeile 68 Abbildung 2	1,2,4,5, 7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/001324

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03033933 A	24-04-2003	DE 10149746 C1	28-05-2003
		EP 1434952 A1	07-07-2004
		US 2004195060 A1	07-10-2004
DE 19854508 C1	11-05-2000	FR 2786269 A1	26-05-2000
EP 0881042 A	02-12-1998	CN 1200972 A	09-12-1998
		DE 19722795 A1	03-12-1998
		JP 10337677 A	22-12-1998
		TW 396092 B	01-07-2000
US 5062619 A	05-11-1991	KEINE	
FR 2404770 A	27-04-1979	KEINE	
DE 19928189 A1	19-04-2001	CZ 20010576 A3	15-08-2001
		WO 0079607 A1	28-12-2000
		EP 1110249 A1	27-06-2001
		JP 2003502869 T	21-01-2003
		US 6411018 B1	25-06-2002
DE 10140197 A1	13-03-2003	FR 2828715 A1	21-02-2003
		JP 2003065179 A	05-03-2003
		US 2003034594 A1	20-02-2003
DE 102004031597 A1	09-02-2006	WO 2006003038 A1	12-01-2006
DE 693338 C	06-07-1940	KEINE	