(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
28. Oktober 2010 (28.10.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/122016 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/047 (2006.01) *F16K 31/00* (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/055186

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2010 (20.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 002 631.2
24. April 2009 (24.04.2009) DE

(72) Erfinder; und
(71) Anmelder : **LACHNER, Hubert** [DE/DE]; Ortsstraße 17c, 85354 Freising-Hohenbachern (DE). **FÖRG, Michael** [DE/DE]; St.-Georg-Straße 23, 85354 Freising-Sünzhausen (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **SCHWESINGER, Norbert** [DE/DE]; Sturmheide 10, 98693 Ilmenau (DE). **POBERING, Sebastian** [DE/DE]; Windthorststrasse 33, 99096 Erfurt (DE). **ZÄHRINGER, Sandy** [DE/DE]; Anton-Bruckner-Weg 4, 85221 Dachau (DE).

(74) Anwalt: **ENGEL, Christoph, K.**; Engel patentanwaltskanzlei, Marktplatz 6, 98527 Suhl (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, 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: PIEZOELECTRIC DRIVE AND MICROVALVE COMPRISING SAID DRIVE

(54) **Bezeichnung** : PIEZOELEKTRISCHER ANTRIEB UND MIKROVENTIL MIT EINEM SOLCHEN

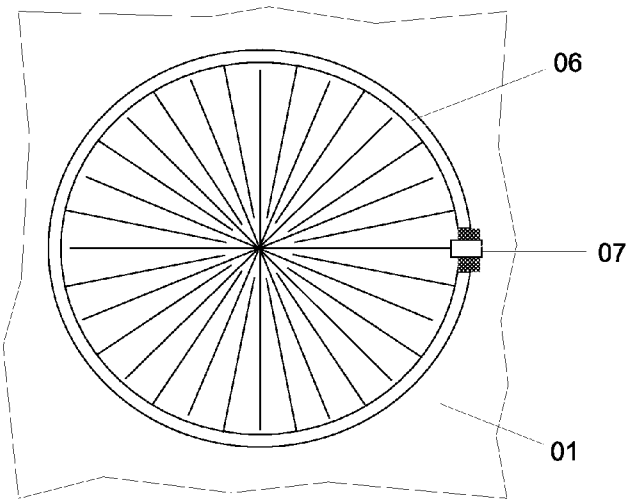


Fig. 3

(57) **Abstract**: The invention relates to a piezoelectric drive, in particular for microvalves. The drive comprises a deformation layer (04) coupled on one side to a piezoelectric layer (01), which is provided with at least one pair of electrodes (03), made of two electrodes of opposite polarities, to provide electricity. According to the invention, both electrodes of opposite polarities of the pair of electrodes (03) are arranged together on the side of the piezoelectric layer (01) facing away from the deformation layer (04). The invention also relates to a microvalve comprising at least one valve channel (08, 09) and a membrane (04) that opens or closes the valve channel, wherein the membrane (04) simultaneously forms the deformation layer of such a piezoelectric drive.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Antrieb, insbesondere für Mikroventile. Der Antrieb umfasst eine Verformungsschicht (04), welche auf einer Seite an eine piezoelektrische Schicht (01) gekoppelt ist, die zur elektrischen Versorgung mit mindestens einem Elektrodenpaar (03) aus zwei gegenpoligen Elektroden versehen ist. Erfindungsgemäß sind die beiden gegenpoligen Elektroden des Elektrodenpaars (03) gemeinsam an der der Verformungsschicht (04) abgewandten Seite der piezo-

elektrischen Schicht (01) angeordnet. Die Erfindung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/122016 A1

Veröffentlicht:

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

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

betrifft außerdem ein Mikroventil mit mindestens einem Ventilkanal (08, 09) und einer den Ventilkanal öffnenden oder schließenden Membran (04), wobei die Membran (04) zugleich die Verformungsschicht eines derartigen piezoelektrischen Antriebs bildet.

Piezoelektrischer Antrieb und Mikroventil mit einem solchen

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Antrieb mit einer Verformungsschicht, welche auf einer Seite an eine piezoelektrische Schicht gekoppelt ist, die zur elektrischen Versorgung mit mindestens einem Elektrodenpaar aus zwei gegenpoligen Elektroden versehen ist. Ein solcher Antrieb eignet sich insbesondere aber nicht ausschließlich für die Verstellung eines Mikroventils, wobei dessen Membran die Verformungsschicht des piezoelektrischen Antriebs bildet.

Mikroventile und die zugehörigen Antriebe werden im Bereich der Mikrofluidik eingesetzt, um Flüssigkeits- oder Gasströme zu steuern. Die Mikroventile nehmen dabei üblicherweise nur einen geöffneten oder geschlossenen Zustand ein, sodass sie eine Ein-/Ausschaltfunktion erfüllen. Für die Steuerung einer Durchflussmenge können solche Mikroventile mit kurzen Zykluszeiten getaktet werden. Das Stellelement des Mikroventils wird dabei durch eine Membran gebildet, die bei entsprechender Auslenkung einen Ventilkanal freigibt bzw. schließt. Bei herkömmlichen Mikroventilen wird der Fluidweg durch den Ventilkanal normalerweise im nicht ausgelenkten Zustand der Membran unterbrochen. Zur Auslenkung der Membran ist ein Mikroantrieb erforderlich.

In der Mikrotechnik werden elektrostatische und piezoelektrische Antriebe verwendet. Piezoelektrische Antriebe basieren auf dem hinlänglich bekannten piezoelektrischen Prinzip, wobei durch Anlegen einer elektrischen Spannung an eine Piezokeramik eine Längenänderung im Material hervorgerufen wird. Bei der Nutzung des so genannten Längseffektes tritt eine als Antrieb nutzbare Verformung des Piezomaterials in einer Richtung auf,

die mit der Richtung des elektrischen Feldes zwischen zwei gegenpoligen Elektroden übereinstimmt. Sogenannte Hochleistungspiezoelektrika (PZT), bei denen eine bezogen auf die Materialstärke relativ große Längenänderung feststellbar ist, basieren auf diesem Längseffekt, bei welchem die Polarisationsrichtung des Piezomaterials mit der elektrischen Feldrichtung übereinstimmt. Um beispielsweise eine Membran mit einem derartigen Antrieb zu bewegen, wird das Piezomaterial an einer Seite fest gelagert und an der anderen Seite mit der Membran verbunden.

Der erreichbare Verstellweg liegt bei diesen Anwendungen etwa bei 1/1000 der Dicke des Piezomaterials. Um einen mechanischen Hub von 1 µm zu erreichen, wird daher mindestens eine Piezomaterialdicke von 1 mm benötigt. Wenn ein größerer mechanischer Hub benötigt wird, steigt die Piezomaterialdicke entsprechend, was sich negativ für eine Anwendung dieser Antriebe in der Mikrotechnik auswirkt. Außerdem werden Ansteuerspannungen mit einer Feldstärke von etwa 3.000 V/mm zur Versorgung des Piezomaterials benötigt, die in mikrotechnischen Anwendungen schnell zu unerwünschten elektrischen Überschlägen führen können. Die für derartige Ansteuerspannungen benötigten Steuergeräte lassen sich in mikrotechnischen Lösungen kaum integrieren.

In der EP 0 914 563 B1 ist ein piezoelektrisch betätigtes Mikroventil beschrieben, welches sich den genannten piezoelektrischen Längseffekt zu Nutze macht. Dabei ist eine piezoelektrische Betätigungsvorrichtung an den Rahmen einer Aufhängungsvorrichtung gekoppelt. Die Aufhängungsvorrichtung trägt außerdem einen Stößel, der eine Durchlassöffnung im Ventil verschließt. Bei Spannungsbeaufschlagung der piezoelektrischen Betätigungsvorrichtung kommt es zu einer Längenänderung des

Piezomaterials, die eine Verformung der Aufhängungsvorrichtung zur Folge hat, wodurch der Stößel senkrecht zur Längenänderung des Piezomaterials verschoben wird.

Piezoelektrische Materialien zeigen außerdem den so genannten Quereffekt, der eine Verformung des Piezomaterials senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes zwischen den Elektroden hervorruft. Beim Anlegen einer Spannung an das Piezomaterial zieht sich dieses quer zur Feldrichtung zusammen. Die durch den Quereffekt erreichbare Verformung ist in jedem Fall kleiner als 1/1000 der Piezomaterialausdehnung.

Die DE 36 18 107 A1 zeigt einen Tintenschreibkopf mit piezoelektrisch anregbarer Membran, wobei der Antrieb von dem erwähnten piezoelektrischen Quereffekt Gebrauch macht. Der Antrieb der Membran ist durch einen typischen Schichtenaufbau realisiert. Eine metallische Stützschicht ist an einem Grundsubstrat befestigt und erstreckt sich über eine flüssigkeitsführenden Kanalöffnung. Die metallische Stützschicht trägt eine polarisierte Schicht aus Piezokeramik auf der der Kanalöffnung abgewandten Seite. Die Stützschicht wirkt als Massenelektrode zum Aufbau des das Piezomaterial anregenden elektrischen Feldes. An der gegenüberliegenden Seite der Piezokeramik sind Ansteuerelektroden vorgesehen, welche eine lokal begrenzte Aktivierung des Piezomaterials ermöglichen. Das benötigte elektrische Feld baut sich somit zwischen der Massenelektrode und der jeweiligen Ansteuerelektrode auf, welche an gegenüberliegenden Seiten des Piezomaterials positioniert sind. Durch Ansteuerung der Elektroden kommt es zur Verformung der piezoelektrischen Keramikschicht und der daran befestigten metallischen Stützschicht, die als Membran wirkt. Durch die spezielle Anordnung der mehreren Ansteuerelektroden lässt sich eine Verformung der Stützschicht in Richtung zum

Piezomaterial erreichen. Allerdings müssen dazu in bestimmten Bereichen Feldrichtungen aufgebaut werden, die entgegen der Polarisationsrichtung im Piezomaterial gerichtet sind. Ein Betrieb von Piezomaterial gegen die Polarisationsrichtung führt erfahrungsgemäß zu einer Entpolarisierung des Piezomaterials, was mittelfristig einen Verlust der piezoelektrischen Eigenschaften zur Folge hat. Problematisch ist außerdem, dass die metallische Stützschicht unmittelbar in Kontakt mit der Flüssigkeit in dem zu steuernden Kanal steht, was zur Korrosion der Stützschicht und zu elektrischen Problemen führen kann. Für viele mikrotechnische Anwendungen ist ein derartiger Aufbau daher nicht gewünscht.

Die US 6,222,304 B1 zeigt einen schalenförmigen Wandler, der beispielsweise zur Bewegung eines flüssigen oder festen Mediums ausgebildet sein kann. Ein elektroaktives Medium in Form einer piezoelektrischen Schicht ist z.B. über einer Pufferschicht aus ZrO_2 angeordnet, welche sich gemeinsam mit dem elektroaktiven Medium verformen soll. Das elektroaktive Medium wird durch zwei Elektroden bestromt.

Aus der US 5,255,016 ist ein Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker bekannt. Der Druckkopf weist Vibrationsplatten auf, welche als Pumpen für die Tinte fungieren. Die Vibrationsplatten bestehen aus einem piezoelektrischen Material. Auf eine Oberfläche des piezoelektrischen Materials sind zwei Elektroden aufgebracht.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen piezoelektrischen Antrieb bereit zu stellen, der sich insbesondere für mikrotechnische Anwendungen eignet und die Ankopplung einer piezoelektrischen Schicht an eine Verformungsschicht, insbesondere eine Membran gestattet, welche

keine Elektrodenfunktion für die Ansteuerung des Piezomaterials übernehmen muss. Eine Teilaufgabe besteht darüber hinaus darin, ein Mikroventil mit einer Membran bereit zu stellen, wobei die Membran bei Aktivierung einer angekoppelten piezoelektrischen Schicht mit nennenswertem Hub verformbar ist und gleichzeitig aus einem Material besteht, welches nicht die Funktion einer Elektrode für die piezoelektrische Schicht übernimmt.

Diese Aufgabe wird zunächst durch einen piezoelektrischen Antrieb mit den Merkmalen des beigefügten Anspruchs 1 gelöst. Dieser Antrieb zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass die beiden gegenpoligen Elektroden, die für den Aufbau eines sich durch das piezoelektrische Material erstreckenden elektrischen Feldes benötigt werden, auf ein und derselben Seite der piezoelektrischen Schicht angebracht sind und zwar an der der Verformungsschicht abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht. Die herkömmliche Schichtenstruktur, bei welcher die piezoelektrische Schicht zwischen zwei Elektrodenschichten eingeschlossen ist, wird erfindungsgemäß aufgegeben. Durch die Anordnung der gegenpoligen Elektroden auf einer gemeinsamen Seite der piezoelektrischen Schicht kommt es zu einer Überlagerung von Längs- und Quereffekt, die eine flächenhafte Dehnung der piezoelektrischen Schicht zur Folge hat.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Elektroden die piezoelektrische Schicht im Wesentlich vollständig bedecken. Insbesondere ist es zweckmäßig, wenn die äußere Begrenzung der piezoelektrischen Schicht im Wesentlichen deckungsgleich mit der äußeren Begrenzung der aufgebrachten Elektroden ist. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die gewünschte, nach Außen gerichtete Verformung der piezoelektrischen Schicht, die auf der den Elektroden gegenüberliegenden

Seite an die Verformungsschicht übertragen werden kann, vorwiegend in Bereichen entsteht, die von den Elektroden bedeckt sind. In Bereichen, die entfernt von den Elektroden liegen, lässt die nach Außen gerichtete Verformung der piezoelektrischen Schicht zunehmend nach. Bevorzugte Ausführungsformen besitzen daher eine piezoelektrische Schicht, die nicht mehr als die doppelte Breite der äußeren Elektrode über die von den Elektrodenstrukturen bedeckte Fläche hinausreicht. Ebenso ist es zweckmäßig, wenn die zwischen den gegenpoligen Elektroden verbleibenden Flächen, die nicht von einer Elektrode bedeckt sind, nicht größer als die durchschnittliche doppelte Breite der angrenzenden Elektroden ist. Es ist darauf hinzuweisen, dass die an der gegenüberliegenden Seite der piezoelektrischen Schicht angebrachte Verformungsschicht natürlich flächenmäßig größer sein kann als die piezoelektrische Schicht bzw. die von den Elektroden bedeckte Fläche.

Die Verformungsschicht kann vorzugsweise aus nicht elektrisch leitfähigem Material bestehen, da sie keine Elektrodenfunktion übernehmen muss. Damit kann an die Verformungsschicht auch mit aggressiven Medien in Kontakt kommen, ohne dass eine Korrosion der Elektroden befürchtet werden muss.

Bei Ansteuerung der Elektroden in Polarisationsrichtung dehnt sich die piezoelektrische Schicht aus, so dass eine daran angekoppelte Verformungsschicht oder Membran je nach Gestaltung der Elektroden entweder in Richtung zur piezoelektrischen Schicht oder auch von dieser weg verformt wird.

Die oben genannte Aufgabe wird darüber hinaus durch ein Mikroventil gemäß dem beigefügten Anspruch 11 gelöst. Die Membran des Mikroventils bildet zugleich die Verformungsschicht des genannten piezoelektrischen Antriebs. Durch die erwähnte

Ausdehnung der piezoelektrischen Schicht bei Ansteuerung der Elektroden kann die Membran einen Ventilkanal bzw. Fluidweg freigeben und beim Abschalten der Versorgungsspannung sperren. Durch die Anordnung der Elektroden ist außerdem sichergestellt, dass sie nicht mit dem im Mikroventil geführten Fluid in Kontakt kommen.

Die gegenpoligen Elektroden können unterschiedlich strukturiert sein, wobei sie vorzugsweise in Form zahlreicher, nebeneinander verlaufender Streifen mit alternierender Polarität ausgebildet sind. Bei kreisförmigen piezoelektrischen Schichten verlaufen die Elektroden beispielsweise Strahlenförmig in radialer Richtung. Um einen möglichst gleichförmigen Feldstärkenverlauf zu erhalten, können zahlreiche Elektrodenabschnitte im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Ein abschnittweise paralleler Elektrodenverlauf ist auch durch Verwendung von sinusförmigen Elektrodenstreifen erreichbar, welche die zu aktivierende Fläche des piezoelektrischen Materials bedecken.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die piezoelektrische Schicht unmittelbar auf der Verformungsschicht aufgebracht. Dies gestattet eine verlustfreie Kraftübertragung und ermöglicht die Herstellung des piezoelektrischen Antriebs durch Verwendung von in der Mikrotechnik üblichen Verfahren.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Querschnittsansicht des Grundaufbaus eines erfindungsgemäßen piezoelektrischen Antriebs;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine piezoelektrische Schicht des Antriebs mit strahlenförmigem Verlauf von Elektroden, wobei eine der Elektrodengruppen über einen im Zentrum liegenden Anschluss kontaktiert ist;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform der Elektrodenanordnung an der piezoelektrischen Schicht mit zwei im Außenbereich kontaktierten Elektrodengruppen;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf eine dritte Ausführungsform der Elektrodenstruktur mit parallel zueinander verlaufenden Streifenelektroden;

Fig. 5 eine schematische Draufsicht einer vierten Ausführungsform der Elektrodenstruktur der piezoelektrischen Schicht mit streifenförmigen und keilförmigen Elektroden;

Fig. 6 eine schematische Draufsicht einer fünften Ausführungsform mit sinusförmigen Elektrodenstreifen;

Fig. 7 zwei prinzipielle Schnittansichten eines Mikroventils mit dem erfindungsgemäßen piezoelektrischen Antrieb in einer geöffneten und einer geschlossenen Stellung.

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau eines erfindungsgemäßen piezoelektrischen Antriebs im Querschnitt gezeigt. Als aktives Antriebselement agiert eine piezoelektrische Schicht 01, die an ihrer Oberseite mindestens ein gegenpoliges Elektrodenpaar 03 zur Beaufschlagung mit einer Versorgungsspannung trägt. Es ist darauf hinzuweisen, dass ein wesentlicher Aspekt der

Erfindung darin zu sehen ist, dass beide das Elektrodenpaar 03 bildende Elektroden an einer gemeinsamen Seite der piezoelektrischen Schicht angeordnet sind. Ein wie im Stand der Technik gegenüberliegendes Elektrodenpaar ist hier nicht vorgesehen. Vielmehr ist im dargestellten Beispiel an der den Elektroden abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht 01 unmittelbar eine Membran 04 angeordnet, die eine Verformungsschicht des Antriebs bildet. Die Elektroden sind bevorzugt als Gruppen aus zahlreichen Einzelelektrodenstreifen gebildet, die alternierend auf der zu aktivierenden Fläche der piezoelektrischen Schicht angebracht sind.

Die Membran 04 ist in ihrem Randbereich an einer Membranauflage 05 befestigt, die beispielsweise ringförmig gestaltet ist. Soweit der piezoelektrische Antrieb nicht in einem Mikroventil eingesetzt wird, können über die Verformungsschicht 04 andere Antriebsaufgaben erfüllt werden, beispielsweise die Positionierung eines optischen Elements.

Der piezoelektrische Antrieb ist in Fig. 1 in einem aktivierten Zustand dargestellt, d. h. über das Elektrodenpaar 03 wird die piezoelektrische Schicht 01 mit einer Versorgungsspannung beaufschlagt, wodurch eine flächenhafte Dehnung der piezoelektrischen Schicht 01 hervorgerufen wird. Dies führt zu einer Verformung der piezoelektrischen Schicht und der daran angekoppelten Membran 04 bzw. Verformungsschicht in Richtung zur piezoelektrischen Schicht. Diese Verformung wird durch Erzeugung eines inhomogenen elektrischen Feldes erreicht, welches aufgrund einer speziellen Strukturierung bzw. Anordnung der Elektroden aufgebaut wird. Dafür werden nachfolgend bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass durch veränderte Anordnung zueinander und Strukturierung der Elektroden auch eine Verformung der

piezoelektrischen Schicht und der daran angekoppelten Membran bzw. Verformungsschicht in entgegen gesetzter Richtung, also hin zur Verformungsschicht erreichbar ist, was ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Draufsicht eine erste Ausführungsform der prinzipiellen Strukturierung des Elektrodenpaars an der Oberseite der piezoelektrischen Schicht 01. Die zahlreichen Elektroden verlaufen hier als gerade Streifen im Wesentlichen radial zwischen dem Zentrum und dem Rand der piezoelektrischen Schicht 01 und der darunter liegenden Membran 04. Die Elektroden sind zu zwei Gruppen unterschiedlicher Polarität zusammengefasst und können damit elektrisch als zwei in Abschnitte zergliederte Elektroden betrachtet werden. Jeder Elektrode erster Polarität liegt eine Elektrode zweiter Polarität gegenüber, sodass ein elektrisches Feld entsteht, wenn eine Versorgungsspannung angelegt wird. Aufgrund der Verteilung der einzelnen Elektroden ist dieses Feld weitgehend inhomogen. Die Elektroden bestehen aus elektrisch gut leitfähigem Material und können durch in der Mikrotechnik übliche Verfahren hergestellt werden.

Die aktive Fläche der piezoelektrischen Schicht 01 ist bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführung kreisförmig ausgebildet, wobei der äußere Rand des aktiven Bereichs durch die darunter liegende Membranauflage 05 (Fig. 1) definiert ist, an welcher die Membran 04 eingespannt ist. Die ersten Elektroden des Elektrodenpaars 03 gehen von einer äußeren, kreisförmigen Kontaktierungsstelle 06 aus und die zweiten Elektroden gehen von einer im Zentrum der piezoelektrischen Schicht 01 angeordneten zweiten Kontaktierungsstelle 07 aus. Der minimale Elektrodenabstand zwischen den gegenpoligen Elektroden muss an jeder Stelle so groß sein, dass ein elektrischer Überschlag

bei den verwendeten Versorgungsspannungen vermieden wird. Durch Erhöhung der alternierenden Elektrodenzahl und damit einhergehender Reduzierung des Elektrodenabstands kann die erforderliche Versorgungsspannung reduziert werden.

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform der Strukturierung der Elektroden auf der piezoelektrischen Schicht 01. Bei dieser Ausführung verläuft die erste Kontaktierungsstelle 06 wiederum kreisförmig am äußeren Rand des aktiven Bereichs der piezoelektrischen Schicht 01. Die zweite Kontaktierungsstelle 07 ist vom Zentrum weg ebenfalls in den äußeren Randbereich verlagert. Von der zweiten Kontaktierungsstelle 07 wird das angelegte Spannungspotential zum Zentrum geführt und von dort an die mehreren zweiten Elektroden verteilt, die wiederum strahlenförmig nach außen und alternierend zu den ersten Elektroden verlaufen.

Fig. 4 zeigt eine dritte Ausführungsform strukturierter Elektroden auf der piezoelektrischen Schicht 01. Anders als bei den beiden zuvor beschriebenen Ausführungsformen, bei denen die elektrischen Feldstärken zwischen den Elektroden vom Zentrum zum äußeren Rand hin aufgrund des größer werdenden Elektrodenabstandes abnehmen, können hier im wesentlichen gleich bleibende Feldstärken generiert werden. Dazu werden parallel verlaufende Streifenelektroden verwendet, die wiederum über erste und zweite Kontaktierungsstellen 06, 07 an die Versorgungsspannung angelegt werden. Durch die Vielzahl der Elektrodenstreifen kommt es beim Anlegen der Versorgungsspannung zu einer piezoelektrischen Reaktion der unter den Elektroden liegenden Piezomaterialschicht. Aufgrund der Interaktionen zwischen piezoelektrischen Längs- und Quereffekt wird unter den Elektroden eine Flächendehnung hervorgerufen.

Fig. 5 zeigt eine vierte Ausführungsform der Elektrodenstruktur, bei welcher sich die gegenpoligen Elektroden wiederum an parallelen Grenzflächen gegenüberstehen. Dazu sind streifenförmige erste Elektroden ausgebildet, die mit der ersten Kontaktierungsstelle 06 verbunden sind, und zwischenliegende keilförmige zweite Elektroden, die mit der zweiten Kontaktierungsstelle 07 verbunden sind.

Sofern anstelle einer piezoelektrischen Schicht und einer darunter liegenden kreisförmigen Membran eine andere Membrangeometrie bevorzugt wird, muss die Elektrodenstruktur angepasst werden. Es können ebenfalls streifenförmige Elektroden eingesetzt werden, die auf der aktiven Fläche der piezoelektrischen Schicht zu verteilen sind.

Fig.6 zeigt dazu eine fünfte Ausführungsform der Elektrodenstruktur, die auf einer rechteckigen piezoelektrischen Schicht 01 angebracht ist, welche an eine ebenfalls rechteckige Membran angekoppelt ist. Wie bereits oben erwähnt wurde, lässt sich die Versorgungsspannung reduzieren, wenn möglichst viele parallel verlaufende Elektrodenabschnitte realisiert werden. In der dargestellten Ausführungsform geschieht dies durch sinusförmige Elektroden, die alternierend angeordnet sind und über die erste bzw. zweite Kontaktierungsstelle 06, 07 versorgt werden. Damit sind große Feldstärken in Oberflächennähe erreichbar, die große Dehnungen der oberflächennahen Gebiete in der piezoelektrischen Schicht hervorrufen.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung beider Elektrodengruppen auf ein und derselben Seite der piezoelektrischen Schicht wird ein inhomogenes elektrisches Feld aufgebaut. Diese inhomogene Feldverteilung führt zu unterschiedlichen Dehnungen und Kontraktionen im gesamten vom Feld durchdrungenen Bereich der

piezoelektrischen Schicht. Wenn die Elektroden in der beschriebenen Weise angeordnet werden, dominiert der Längseffekt im Piezomaterial, was zu einer Dehnung dieser Gebiete führt. Die Dicke des piezoelektrischen Materials spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle, denn das erzeugte elektrische Feld dringt nur in geringe Tiefen des Piezomaterials vor, so dass in den nicht vom elektrischen Feld beeinflussten Materialbereichen kaum piezoelektrische Effekte auftreten.

Fig. 7 zeigt zwei Querschnittsansichten des prinzipiellen Aufbaus eines Mikroventils, welches den zuvor erläuterten piezoelektrischen Antrieb verwendet. In der Abb. A) ist das Mikroventil im geschlossenen Zustand gezeigt, während Abb. B) den geöffneten Zustand des Ventils zeigt. Die Membran 04 und die daran angebrachte piezoelektrische Schicht 01 überdecken einen Zulaufkanal 08 und einen Ablaufkanal 09 des Ventils. Im geschlossenen Zustand sind beide Kanäle durch die Membran 04 verschlossen, so dass kein Fluid zwischen dem Zulaufkanal und dem Ablaufkanal strömen kann. Bei Aktivierung der piezoelektrischen Schicht 01 kommt es zur beschriebenen Flächendehnung, so dass sich die Membran 04 in Richtung zur piezoelektrischen Schicht 01 wölbt und damit die Kanäle 08, 09 freigibt. Ein zu steuerndes Fluid kann dann zwischen den Kanälen über einen sich ausbildenden Ventilraum 10 strömen.

Für den Fachmann ist ersichtlich, dass unter Verwendung des erfindungsgemäßen piezoelektrischen Antriebs unterschiedliche Mikroventile aufgebaut werden können. Ebenso ist der piezoelektrische Antrieb für andere Antriebsfälle einsetzbar.

Bezugszeichenliste

01	piezoelektrische Schicht
02	-
03	Elektrodenpaar
04	Membran / Verformungsschicht
05	Membranauflage
06	erste Kontaktierungsstelle
07	zweite Kontaktierungsstelle
08	Zulaufkanal
09	Ablaufkanal
10	Ventilraum

Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Antrieb, insbesondere für Mikroventile, umfassend eine Verformungsschicht (04), welche auf einer Seite an eine piezoelektrische Schicht (01) gekoppelt ist, die zur elektrischen Versorgung mit mindestens einem Elektrodenpaar (03) aus zwei gegenpoligen Elektroden versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden gegenpoligen Elektroden des Elektrodenpaars (03) gemeinsam an der der Verformungsschicht (04) abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht (01) angeordnet sind.

2. Piezoelektrischer Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsschicht (04) aus einem elektrisch nicht leitenden Material besteht.

3. Piezoelektrischer Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden gegenpoligen Elektroden durch zahlreiche nebeneinander verlaufende Streifen alternierender Polarität gebildet sind.

4. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden gegenpoligen Elektroden derart strukturiert sind, dass beim Anlegen einer Spannung eine Verformung der piezoelektrischen Schicht (01) in zur Lage der Verformungsfläche (04) entgegen gesetzten Richtung resultiert.

5. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenpoligen Elektroden innerhalb einer kreisförmigen Fläche als radial verlaufende Streifen alternierender Polarität angeordnet sind.

6. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenpoligen Elektroden als sinusförmige Streifen alternierender Polarität angeordnet sind.

7. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zahlreiche gegenpoligen Elektroden parallel zueinander verlaufend auf der der Verformungsschicht (04) abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht (01) angebracht sind.

8. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zahlreiche gegenpoligen Elektroden so auf der der Verformungsschicht (04) abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht (01) angebracht sind, dass sich ein inhomogenes elektrisches Feld im oberflächennahen Bereich der piezoelektrischen Schicht (01) ausbildet.

9. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich die von den gegenpoligen Elektroden bedeckte Fläche im Wesentlichen bis zum äußeren Rand der piezoelektrischen Schicht (01) erstreckt.

10. Piezoelektrischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoelektrische Schicht (01) unmittelbar an der Verformungsschicht (04) angebracht ist.

11. Mikroventil mit mindestens einem Ventilkanal (08, 09) und einer den Ventilkanal öffnenden oder schließenden Membran (04), dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (04) zugleich die Verformungsschicht eines piezoelektrischen Antriebs nach einem der Ansprüche 1 bis 10 bildet.

12. Mikroventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (04) bei nicht aktiviertem piezoelektrischen Antrieb im nicht verformten Zustand ist und den Ventilkanal (08, 09) verschließt und zur Öffnung des Ventilkanals von diesem weg verformt wird durch Aktivierung des Antriebs.

13. Mikroventil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoelektrische Schicht (01) des Antriebs auf der dem Ventilkanal (08, 09) abgewandten Seite der Membran (04) angeordnet ist.

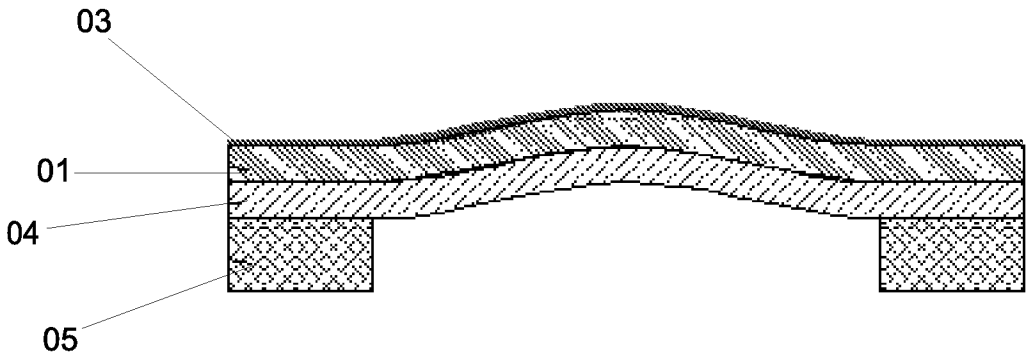


Fig. 1

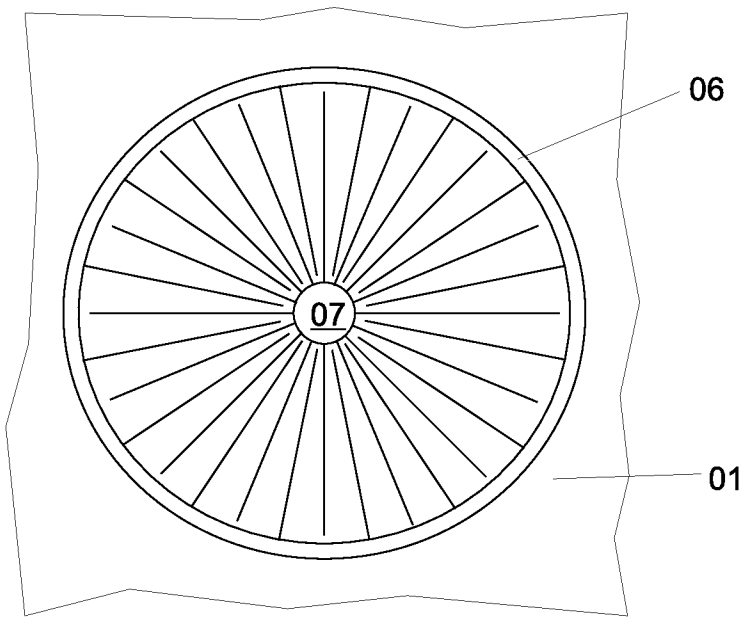


Fig. 2

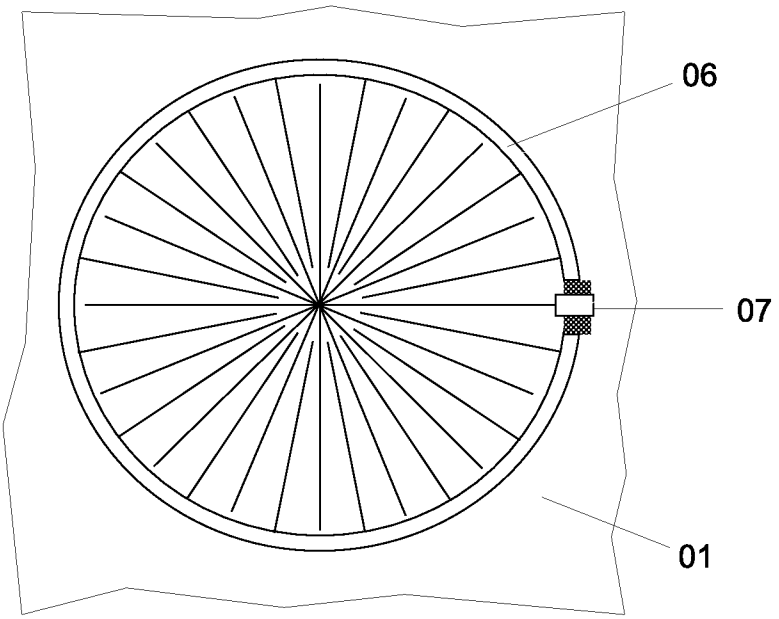


Fig. 3

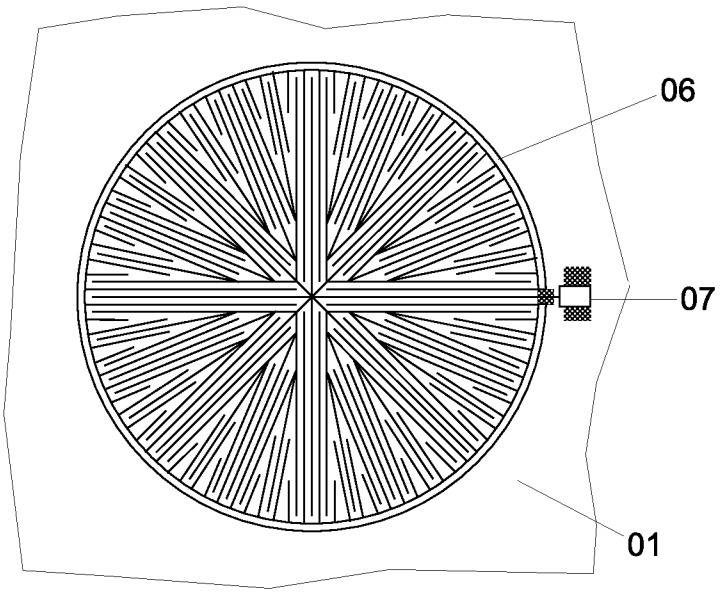


Fig. 4

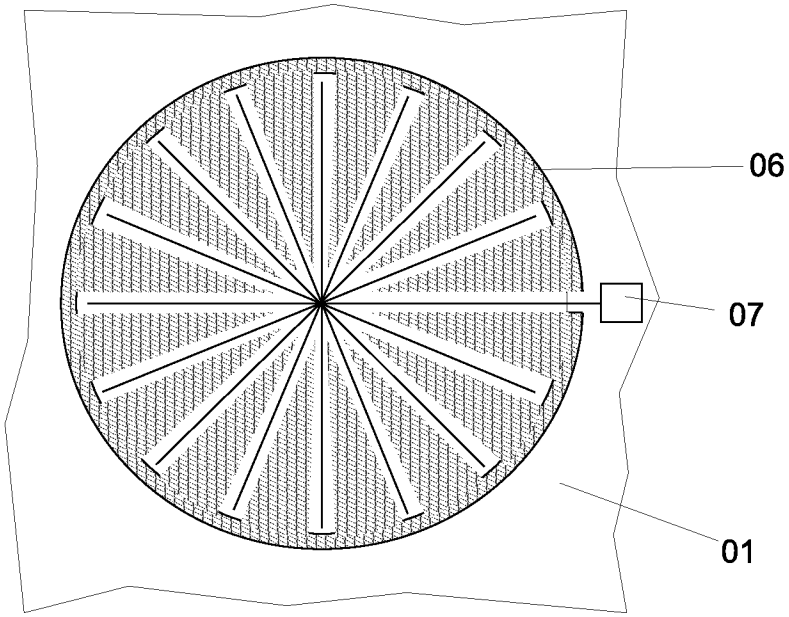


Fig. 5

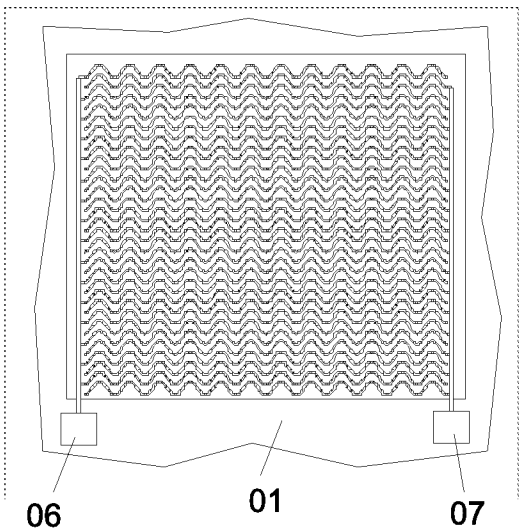


Fig. 6

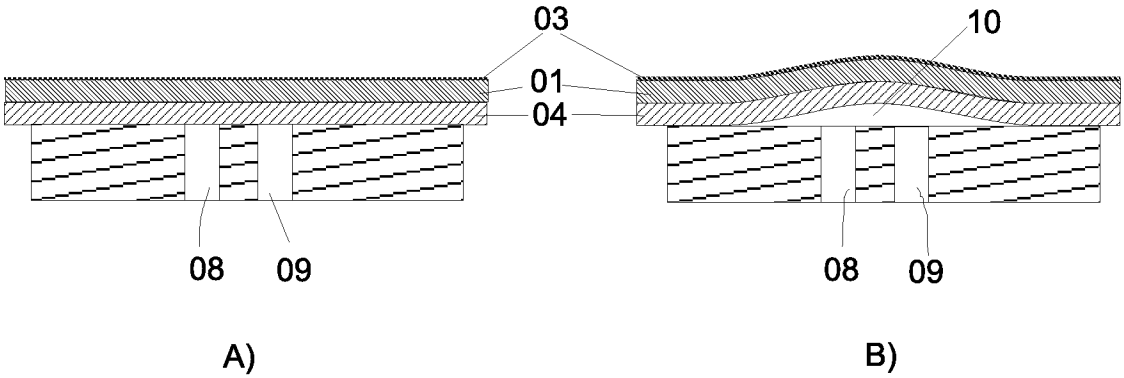


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/055186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/047 H01L41/09 F16K31/00

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 F16K

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, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 841 708 A1 (NGK INSULATORS LTD) 13 May 1998 (1998-05-13) column 13, line 57 - column 15, line 10; figures 1,3-5 column 16, lines 8-24; figure 2 column 16, line 25 - column 18, line 2; figures 11-13 column 24, lines 19-31 -/--	1-4,7-10 5

[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
23 Juli 2010	27/09/2010

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	Köpf, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/055186

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HONG E ET AL: "Micromachined piezoelectric diaphragms actuated by ring shaped interdigitated transducer electrodes" SENSORS AND ACTUATORS A, vol. 119, no. 2, 13 April 2005 (2005-04-13), pages 520-526, XP025325141 ISSN: 0924-4247 [retrieved on 2005-04-13]	1-4,7,8
A	Abschnitte 2, 3;figures 1, 3	5
X	JP 01 041283 A (UBE INDUSTRIES LTD) 13 February 1989 (1989-02-13) abstract; figures 1, 2	1,3,4, 7-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2010/055186

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

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

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

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

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

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

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

see the supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-5, 7-10

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

PCT/ISA/210

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

1. Claims 1-5, 7-10

Piezoelectric drive comprising a deformation layer coupled on one side to a piezoelectric layer, which is provided with at least one pair of electrodes, made of two electrodes of opposite polarities, to provide electricity, wherein both electrodes of opposite polarities of the pair of electrodes are arranged together on the side of the piezoelectric layer facing away from the deformation layer, characterized in that the electrodes of opposite polarities are arranged within a circular surface as radially extending strips having alternating polarity.

---

2. Claim 6

Piezoelectric drive comprising a deformation layer coupled on one side to a piezoelectric layer, which is provided with at least one pair of electrodes, made of two electrodes of opposite polarities, to provide electricity, wherein both electrodes of opposite polarities of the pair of electrodes are arranged together on the side of the piezoelectric layer facing away from the deformation layer, characterized in that the electrodes of opposite polarities are arranged as sinusoidal strips having alternating polarity.

---

3. Claims 11-13

Microvalve comprising at least one valve channel and a membrane that opens or closes the valve channel, characterized in that the membrane simultaneously forms the deformation layer of a piezoelectric drive according to claim 1.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/055186

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0841708 A1	13-05-1998	US 6091182 A	18-07-2000
JP 1041283 A	13-02-1989	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/055186

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L41/047 H01L41/09 F16K31/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L F16K

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, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 0 841 708 A1 (NGK INSULATORS LTD) 13. Mai 1998 (1998-05-13) Spalte 13, Zeile 57 - Spalte 15, Zeile 10; Abbildungen 1,3-5 Spalte 16, Zeilen 8-24; Abbildung 2 Spalte 16, Zeile 25 - Spalte 18, Zeile 2; Abbildungen 11-13 Spalte 24, Zeilen 19-31 ----- -/--	1-4,7-10 5

[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
23. Juli 2010	27/09/2010

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	Köpf, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/055186

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HONG E ET AL: "Micromachined piezoelectric diaphragms actuated by ring shaped interdigitated transducer electrodes" SENSORS AND ACTUATORS A, Bd. 119, Nr. 2, 13. April 2005 (2005-04-13), Seiten 520-526, XP025325141 ISSN: 0924-4247 [gefunden am 2005-04-13]	1-4,7,8
A	Abschnitte 2, 3;Abbildungen 1, 3	5
X	JP 01 041283 A (UBE INDUSTRIES LTD) 13. Februar 1989 (1989-02-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2	1,3,4, 7-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/055186

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

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

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

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

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

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-5, 7-10

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchengebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.

☐ Die zusätzlichen Recherchengebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.

☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN PCT/ISA/ 210

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

1. Ansprüche: 1-5, 7-10

   Piezoelektrischer Antrieb umfassend eine Verformungsschicht, welche auf einer Seite an eine piezoelektrische Schicht gekoppelt ist, die zur elektrischen Versorgung mit mindestens einem Elektrodenpaar aus zwei gegenpoligen Elektroden versehen ist, wobei die beiden gegenpoligen Elektroden des Elektrodenpaars gemeinsam an der der Verformungsschicht abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenpoligen Elektroden innerhalb einer kreisförmigen Fläche als radial verlaufende Streifen alternierender Polarität angeordnet sind

   ---

2. Anspruch: 6

   Piezoelektrischer Antrieb umfassend eine Verformungsschicht, welche auf einer Seite an eine piezoelektrische Schicht gekoppelt ist, die zur elektrischen Versorgung mit mindestens einem Elektrodenpaar aus zwei gegenpoligen Elektroden versehen ist, wobei die beiden gegenpoligen Elektroden des Elektrodenpaars gemeinsam an der der Verformungsschicht abgewandten Seite der piezoelektrischen Schicht angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenpoligen Elektroden als sinusförmige Streifen alternierender Polarität angeordnet sind

   ---

3. Ansprüche: 11-13

   Mikroventil mit mindestens einem Ventilkanal und einer den Ventilkanal öffnenden oder schliessenden Membran, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran zugleich die Verformungsschicht eines piezoelektrischen Antriebs nach Anspruch 1 bildet

   ---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/055186

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0841708 A1	13-05-1998	US 6091182 A	18-07-2000
JP 1041283 A	13-02-1989	KEINE	