

(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. Mai 2015 (28.05.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/075223 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B81B 3/00 (2006.01) **G02B 26/10** (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/075381

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2014 (24.11.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 223 937.8
22. November 2013 (22.11.2013) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **HOFMANN, Ulrich**; Edendorferstraße 1,
25224 Itzehoe (DE). **SENGER, Frank**; Lindenweg 6,
25560 Hardenfeld (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**;
Joachimstaler Str. 12, 10719 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.

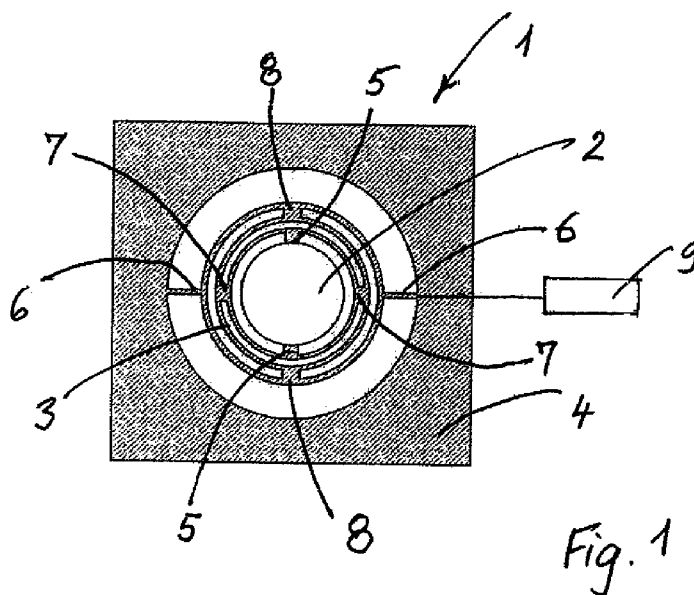
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: MICRO-MIRROR ASSEMBLY

(54) Bezeichnung : MIKROSPIEGELANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a micro-mirror assembly, comprising a mirror plate (2) fastened to a substrate by means of spring elements, wherein a drive unit (9, 10) is associated with the mirror plate, which drive unit is designed to drive the mirror plate about at least one axis such that the mirror plate oscillates about said axis. The spring elements are designed as a plurality of spring ring frames (3) that surround the mirror plate (2) substantially in the mirror plate plane of the mirror plate, wherein the innermost spring ring frame (3) adjacent to the mirror plate (2) is connected to the mirror plate (2) at two opposite connection points (4), the spring ring frames are connected among each other at two opposite connection points (7, 8, 13) in each case, and the outermost spring ring frame (3) adjacent to the substrate (4) is connected to the substrate (4) at two opposite connection points (6, 12). The connection points (5, 7, 8, 13) between the mirror plate (2) and the innermost spring ring frame (3), between the spring ring frames (3) themselves, and between the outermost spring ring frame (3) and the substrate (4) are offset from each other.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Es wird eine Mikrospiegelanordnung mit einer über Federelemente an einem Substrat befestigten Spiegelplatte (2), wobei der Spiegelplatte eine Antriebseinheit (9, 10) zugeordnet ist, die ausgebildet ist, die Spiegelplatte um mindestens eine Achse zur Schwingung um diese Achse anzutreiben, vorgeschlagen. Die Federelemente sind als mehrere, die Spiegelplatte (2) im Wesentlichen in ihrer Spiegelplattenebene umgebenden Federringrahmen (3) ausgebildet, wobei der innerste, an die Spiegelplatte (2) angrenzende Federringrahmen (3) an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (5) mit der Spiegelplatte (2) verbunden ist, die Federringrahmen untereinander jeweils an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (7, 8, 13) verbunden sind und der äußerste, an das Substrat (4) angrenzende Federringrahmen (3) an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (6, 12) mit dem Substrat (4) verbunden ist. Dabei sind die Verbindungsstellen (5, 7, 8, 13, 12) zwischen Spiegelplatte (2) und innerstem Federringrahmen (3), zwischen den Federringrahmen (3) selbst und zwischen äußerstem Federringrahmen (3) und Substrat (4) gegeneinander versetzt.

Mikrospiegelanordnung

Die Erfindung betrifft eine Mikrospiegelanordnung mit einer über Federelementen an einem Substrat befestigten Spiegelplatte nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

5

Bewegliche Spiegel dienen der ein- oder auch mehrachsigen Ablenkung von Licht und sind grundsätzlich im Stand der Technik bekannt. Sie können konventionell aus Stahl, aber auch mittels der hochpräzisen Techniken der Mikrostrukturierung aus Silizium hergestellt sein. Je nach benötigter Qualität kommt jedoch auch eine Vielzahl von anderen Werkstoffen zur Herstellung beweglicher Spiegelplatten infrage, wobei sie unabhängig von den verwendeten Werkstoffen zur Erhöhung der Reflektivität zusätzlich metallisch oder auch durch dielektrischen Vielschichten verspiegelt werden. Um die Spiegelplatten, die beispielsweise über Federn an einem feststehenden Teil aufgehängt sind, anzutreiben, kommen galvanometrische Antriebe, elektrostatische, piezoelektrische oder auch elektromagnetische Antriebe infrage. Die genannten be-

10

15

weglichen Spiegel sind für die unterschiedlichsten Zwecke einsetzbar, z.B. bei Display-Anwendungen, bei der Materialbearbeitung, in der Sensorik usw. Auch die Größe der Spiegeldurchmesser hängt von der Applikation ab, so werden häufig Spiegel mit Durchmessern im Bereich von 0,5 bis 2 mm eingesetzt, es geht aber in anderen Applikationen darum, Spiegeldurchmesser von 2 mm bis 40 mm zu realisieren.

Bei großen Spiegeldurchmessern und gleichzeitig großen Geschwindigkeiten kommt es zu erheblichen Kräften, die auf die Spiegelplatte einwirken und diese unerwünscht deformieren. An den durch die Aufhängung der Spiegelplatte bestimmten Stellen wird die Kraft bzw. das Drehmoment für die Beschleunigung der Spiegelplatte eingeleitet, wobei gleichzeitig die gesamte Struktur mit ihrem Trägheitsmoment diesem Drehmoment entgegenwirkt. In den Umkehrpunkten der Spiegelplattenbewegung sind diese entgegengesetzt wirkenden Momente am größten und erzeugen daher die größte Deformation. Die Deformationen skalieren mit der fünften Potenz des Durchmessers, mit dem Quadrat der Frequenz und linear zur Auslenkung.

Um dynamische Deformationen zu verringern oder zu vermeiden, ist es in der Mikrotechnik, aber auch in der Makrotechnik bekannt, rückseitig an dem Spiegel bzw. der Spiegelplatte Versteifungsstrukturen vorzusehen. Aus der US 8 345 336 B2 ist beispielsweise ein MEMS-Scannerspiegel bekannt, der auf seiner Rückseite mit X-förmigen Streifen oder Rippen versehen ist. Dabei wird jedoch die Masse des Spiegels zusätzlich erhöht, wodurch sich das Trägheitsmoment vergrößert und als Folge sich die maximal erzielbare Scanngeschwindigkeit verringert.

Auch ist es in der Mikrotechnik bekannt, dass zur Reduktion der dynamischen Deformation Schlitz in die Spiegelplatte eingefügt werden, um damit den Ort der Kraft bzw. Drehmomenteinleitung zu optimieren. Aus der US 7 567 367 B2 ist eine Mikrospiegelvorrichtung mit einer Spiegelplatte bekannt, die von einem Außenrahmen umgeben wird, wobei zwischen Außenrahmen und Spiegelplatte eine Mehrzahl von Verbindungsstücken vorgesehen ist, an denen die Spiegelplatte an dem Außenrahmen festgelegt ist. Weiterhin ist in der US 7 369 288 B2 ein mikromechanisches optisches Element offenbart, das eine Spiegelplatte aufweist, die eine Schwenkachse für die Spiegelplatte vorgibt,

wobei die Mehrzahl von Federn an unterschiedlichen Stellen des Umfangs mit der Spiegelplatte verbunden ist.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mikrospiegelanordnung mit einer über Federelemente an einem Substrat befestigten Spiegelplatte zu schaffen, die sowohl als einachsige Mikrospiegelanordnung als auch als zweiachsige Mikrospiegelanordnung mit Drehung um zwei senkrecht aufeinander stehende Achsen einsetzbar ist und die eine verringerte dynamische Spiegelplattendeformation aufweist und die auch für größere Winkelauslenkungen
10 der Spiegelplatte geeignet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst.
15

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildung und Verbesserungen möglich.

20 Die erfindungsgemäße Mikrospiegelanordnung weist eine über Federelemente an einem Substrat befestigte Spiegelplatte auf, die einer Antriebseinheit zugeordnet ist, wobei letztere ausgebildet ist, die Spiegelplatte um mindestens eine Achse zur Schwingung um die Achse anzutreiben. Die Federelemente sind dabei als mehrere, die Spiegelplatte umgebenden Federringrahmen ausgebildet, die im Ruhezustand der Mikrospiegelanordnung im Wesentlichen
25 in der Spiegelplattenebene liegen, wobei der innerste, an die Spiegelplatte angrenzende Federringrahmen an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen mit der Spiegelplatte verbunden ist, die Federringrahmen untereinander jeweils an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen verbunden sind und der äußerste, an das Substrat angrenzende Federringrahmen an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen mit dem Substrat verbunden ist, wobei die
30 Verbindungsstellen zwischen Spiegelplatte und innerstem Federringrahmen, zwischen den Federringrahmen selbst und zwischen äußerstem Federringrahmen und Substrat zueinander versetzt sind. Durch diese Anordnung können die für den Antrieb um eine Achse oder aber auch um zwei Achsen erforderlichen Drehmomente auf die Spiegelplatte einwirken, ohne dabei in erheblicher Weise Deformationen der Spiegelplatte zu erzeugen. Insbesondere wird
35

auch die Deformation des unmittelbar an die Spiegelplatte angrenzenden Federringrahmens bei einachsiger Mikrospiegelanordnung bzw. im zweiachsigen oder zweidimensionalen Fall auch des von innen gesehenen zweiten Federringrahmens reduziert. Somit treten die Deformationen im Wesentlichen nur in den umgebenden Federringrahmen auf und von Federringrahmen zu Federringrahmen, von außen nach innen betrachtet, kann durch die ineinander geschachtelte Struktur und durch die alternierende, verdrehte Anordnung der Verbindungsstellen die Deformation immer weiter reduziert werden. Gleichzeitig kann jeder der Federringrahmen gezielt, z.B. durch eine auf die gewünschte Funktion angepasste Breite, als Biege- und Torsionsfeder gestaltet sein, so dass sich in vorteilhafter Weise eine sehr kompakte Struktur ergibt, die über diese kaskadierten Federstrecken eine große Auslenkung der Spiegelplatte sowohl in einer, aber auch in beiden Achsen erlaubt. Die Anzahl der Federringrahmen kann den unterschiedlichen Notwendigkeiten hinsichtlich Deformation, Platzbedarf, Auslenkung, Federstress, Modenspektrum usw. individuell angepasst sein.

Die erfindungsgemäßen Federringrahmen dienen insbesondere der Reduktion der dynamischen Deformation der Spiegelplatte und stellen somit Elemente dar, die in ihrer Gesamtheit dynamisch verbogen werden können und sogar verbogen werden sollen, damit die Spiegelplatte möglichst wenig verbogen wird. Die Federringrahmen können dabei eine Torsionsfederkonstante von kleiner als 1 Nm/rad besitzen.

In bevorzugter Weise sind die Verbindungsstellen zwischen Spiegelplatte und Federringrahmen, zwischen Federringrahmen untereinander und zwischen Federringrahmen und Substrat jeweils um 90° gegeneinander verdreht. Durch diese Maßnahme, bei der die Angriffspunkte bzw. Verbindungsstellen senkrecht zur Drehachse liegen, kann die Deformation gleichmäßig vom äußeren Federringrahmen zum inneren Federringrahmen abgebaut werden.

In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel, in dem die Antriebseinheit ausgebildet ist, die Spiegelplatte um eine Schwingachse zum Schwingen anzuregen, sind mindestens drei Federringrahmen zwischen Spiegelplatte und Substrat angeordnet, wodurch eine große Auslenkung der Spiegelplatte beim Schwingen unter reduzierter Deformation erzielt wird. Bei drei Federringrah-

men dient beispielsweise der mittlere Federringrahmen als Entkopplungsring.

Für einen zweiachsigen Mikrospiegel ist die Antriebseinheit ausgebildet, die Spiegelplatte um zwei senkrecht zueinanderstehende Schwingachsen zum Schwingen anzuregen, wobei mindestens vier Federringrahmen zwischen Spiegelplatte und Substrat angeordnet sind. In diesem Fall dient der von innen gesehene zweite Federringrahmen als Entkopplungsring für die senkrecht zu den Verbindungsstellen liegende Drehachse und der von innen gesehene dritte Federringrahmen als Entkopplungsring für die andere Drehachse. Durch diese Maßnahme kann auf relativ geringer Fläche ein großer Spiegel mit zweiachsiger Aufhängung für schnelle Scan-Achsen untergebracht werden.

Die Antriebseinheit kann als ein elektrostatischer Antrieb, piezoelektrischer Antrieb, elektromagnetischer Antrieb und/oder galvanometrischer Antrieb realisiert werden, so dass die Mikrospiegelanordnung an die unterschiedlichsten Applikationen und Bedingungen angepasst werden.

Die Spiegelplatte und/oder die Federringrahmen können je nach Anwendung vorteilhafterweise unterschiedliche Formen aufweisen, d.h. sie können rund oder mehreckig ausgestaltet sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Mikrospiegelanordnung nach einem ersten Ausführungsbeispiel in der Aufsicht,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Mikrospiegelanordnung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel in der Aufsicht und

Fig. 3 einen Teilschnitt durch die Anordnung nach Fig. 1 senkrecht zur Schwenkachse.

In Fig. 1 ist ein einachsiger Mikrospiegel 1 dargestellt, der eine Spiegelplatte 2

aufweist, die über drei Federringrahmen 3 in einem hier mit Substrat 4 bezeichneten feststehenden Teil der Mikrospiegelanordnung aufgehängt ist. Das Substrat 4 kann beispielsweise als Elektrodenchip mit darauf fest verbund-

5 Spiegelplatte 2 und die Federringrahmen 3 enthält. Wie ausgeführt, sind die die Spiegelplatten 2 mit dem Substrat 4 verbindenden Federelemente als Federringrahmen 3 ausgebildet, wobei der innerste, die Spiegelplatte 2 direkt umgebende Federring an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen 5, die vorzugsweise im Wesentlichen punktförmig sind, mit der Spiegelplatte 2 verbunden.

10 Diese Verbindungsstellen 5 liegen um 90° versetzt zu der Schwingachse der Spiegelplatte, die durch Verbindungsstellen 6 zwischen dem äußersten Federringrahmen 3 und dem Substrat 4 vorgegeben ist. Weiterhin sind Verbindungsstellen 7 zwischen dem innersten und dem im vorliegenden Fall mittleren Federringrahmen und Verbindungsstellen 8 zwischen dem mittleren

15 Federringrahmen 3 und dem äußersten Federringrahmen vorgesehen, wobei die Verbindungsstellen 7 mit der Schwenkachse bzw. mit den Verbindungsstellen 6 fluchten und die Verbindungsstellen 8 mit den Verbindungsstellen 5 fluchten. Der mittlere Federringrahmen dient als Entkopplungsring zur Unterbrechung des Federweges, der durch den innersten Federringrahmen vorge-

20 geben ist. In Fig. 3 ist ein Querschnitt durch die Spiegelplatte 2 und die sie umgebenden Federringrahmen 3 dargestellt, der verdeutlicht, wie die die Spiegelplatte 2 und die Federringrahmen 3 verbiegenden Drehmomente übertragen werden. Es kann daran besser erkannt werden, dass es eine „Entkopplung“ zwischen Verbindungsstellen 5 samt daran anknüpfendem Federring-

25 rahmen 3 und den Verbindungsstellen 8 samt daran anknüpfenden Federringen 3 geben muss. Wären die Verbindungsstellen 5 und 8 direkt miteinander verbunden, dann würde sich die starke Biegung und das starke wirkende Biegemoment der äußeren Ringfeder-Elemente auch auf die Spiegelplatte 2 übertragen. Dem mittleren „Entkopplungs-Ring“ kommt daher die Aufgabe zu,

30 mechanischen Stress entlang der durch ihn zur Verfügung gestellten Federstrecke abzubauen. Diese ist umso länger je weiter die nächste Verbindung vom Ort der Verbindungsstellen 5 und 8 entfernt ist. Die weiteste realisierbare Entfernung, die gleichzeitig am meisten Entkopplung und Abbau von Federstress zulässt, stellt die Verbindung bei 90° Verdrehung dar. Der Entkopplungsring ermöglicht somit den in Fig. 3 entstehenden Höhenunterschied der

35 verschiedenen Aufhängungssegmente.

Für die Anregung der Schwingplatte 2 zu Schwingungen ist ein schematisch angedeuteter Antrieb 9 vorgesehen, der beispielsweise Elektroden, die auf einem Elektrodenchip ausgebildet sind, für einen elektrostatischen Antrieb aufweisen kann. Selbstverständlich sind auch andere Antriebe, wie elektromagnetische, piezoelektrische oder galvanometrische Antriebe denkbar.

In Fig. 2 ist ein zweiachsig schwingender Mikrospiegel 10 schematisch dargestellt, wobei ein Antrieb 11 derart ausgebildet ist, dass er die Spiegelplatte 2 in zwei Achsen, die senkrecht aufeinander stehen, zum Schwingen anregen kann. Die Ausführung nach Fig. 2 unterscheidet sich zu der nach Fig. 1 weiterhin dadurch, dass vier Federringrahmen zwischen Spiegelplatte 2 und Substrat 4 angeordnet sind, wobei die Verbindungsstellen 5, 7 und 8 denen der Fig. 1 entsprechen. Verbindungsstellen 12 zwischen dem äußersten Federringrahmen 3 und dem Substrat fluchten im Ausführungsbeispiel mit den Verbindungsstellen 5, die die Spiegelplatte 2 mit dem innersten Federringrahmen 3 verbinden. Weiterhin weisen die äußersten zwei Federringrahmen Verbindungsstellen 13 untereinander auf, die mit den Verbindungsstellen 7 fluchten. Die jeweils gegenüberliegenden Verbindungsstellen 5 bis 8 und 12 und 13 sind somit Federringrahmen 3 zu Federringrahmen 3 um 90° versetzt. Bei dieser Ausführungsform dient der von innen gesehene zweite Federringrahmen als Entkopplungsring für die in der Figur vorgegebene waagerechte Schwingachse und der von innen gesehene dritte Federringrahmen als Entkopplungsring für die senkrechte Schwing- oder Drehachse. Die Wirkung der Entkopplungsringe entspricht derjenigen, die mit der Anordnung nach Fig. 3 erzielt wird.

Wenn die Antriebe 9, 11 die Spiegelplatte 2 zum Schwingen anregen, lassen sich die Deformationen im Wesentlichen an Teilen von der Spiegelplatte 2 fernhalten und auf die Federringrahmen 3 übertragen. Die Gesamtdrehamplitude wird auf die kaskadierten bzw. ineinander geschachtelten Federringrahmen 3 aufgeteilt. Dadurch wirkt speziell an den Orten der Verbindungsstellen zum nächstfolgenden Federringrahmen 3 ein geringeres biegendes Drehmoments, so dass das Gesamtdrehmoment aufgeteilt wird. Die Biegungen treten im Wesentlichen in den durch die jeweiligen Verbindungsstellen vorgegebenen Federringrahmensegmenten auf und an der Spiegelplatte 2 ist das biegende Drehmoment gering.

Die Antriebe 9 und 11 könnten beispielsweise als Parallelplattenkondensator ausgelegt sein, indem im einachsigen Fall zwei Elektroden und im zweiachsigen Fall vier Quadranten-Elektroden unter der Spiegelplatte so positioniert sind, dass sie eine Anziehungskraft auf je eine Hälfte bzw. auf einen Quadranten ausüben. Im Fall eines magnetischen Antriebs könnte eine Planarspule an der Unterseite der Spiegelplatte angebracht sein und im externen Feld zweier Permanentmagnete durch Stromfluss zum Schwingen angeregt werden. Ebenso wäre denkbar, dass ein Permanentmagnet an der Unterseite der Spiegelplatte befestigt wird, der mit Hilfe der Kraft eines externen Elektromagneten periodisch angeregt wird. Im Fall eines piezoelektrischen Antriebs könnten so genannte Piezo-Bimorphs so erzeugt werden, dass die Piezoschicht mit Ansteuer-Elektroden auf den Federringrahmen abgeschieden wird und geeignet so segmentiert wird, dass die Trennung der Ansteuerung beider Achsen möglich ist.

Patentansprüche

5

1. Mikrospiegelanordnung mit einer über Federelemente an einem Substrat befestigten Spiegelplatte (2), wobei der Spiegelplatte eine Antriebseinheit (9, 10) zugeordnet ist, die ausgebildet ist, die Spiegelplatte um mindestens eine Achse zur Schwingung um diese Achse anzutreiben,

10

dadurch gekennzeichnet, dass

die Federelemente als mehrere, die Spiegelplatte (2) im Wesentlichen in ihrer Spiegelplattenebene umgebenden Federringrahmen (3) ausgebildet sind, wobei der innerste, an die Spiegelplatte (2) angrenzende Federringrahmen (3) an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (5) mit der Spiegelplatte (2) verbunden ist, die Federringrahmen untereinander jeweils an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (7, 8, 13) verbunden sind und der äußerste, an das Substrat (4) angrenzende Federringrahmen (3) an zwei gegenüberliegenden Verbindungsstellen (6, 12) mit dem Substrat (4) verbunden ist, wobei die Verbindungsstellen (5, 7, 8, 13, 12) zwischen Spiegelplatte (2) und innerstem Federringrahmen (3), zwischen den Federringrahmen (3) selbst und zwischen äußerstem Federringrahmen (3) und Substrat (4) gegeneinander versetzt sind.

15

20

25

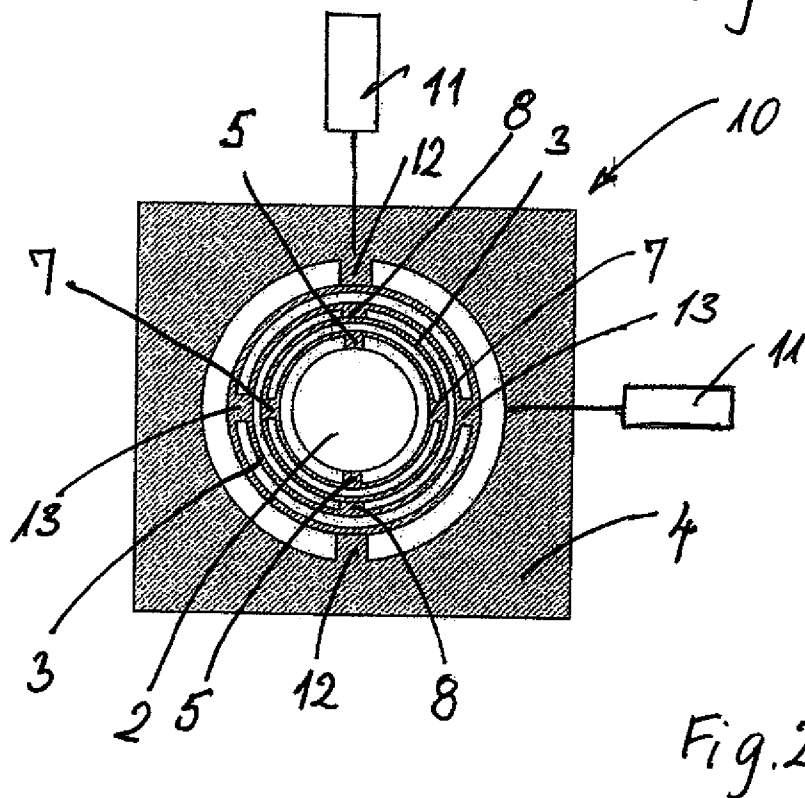
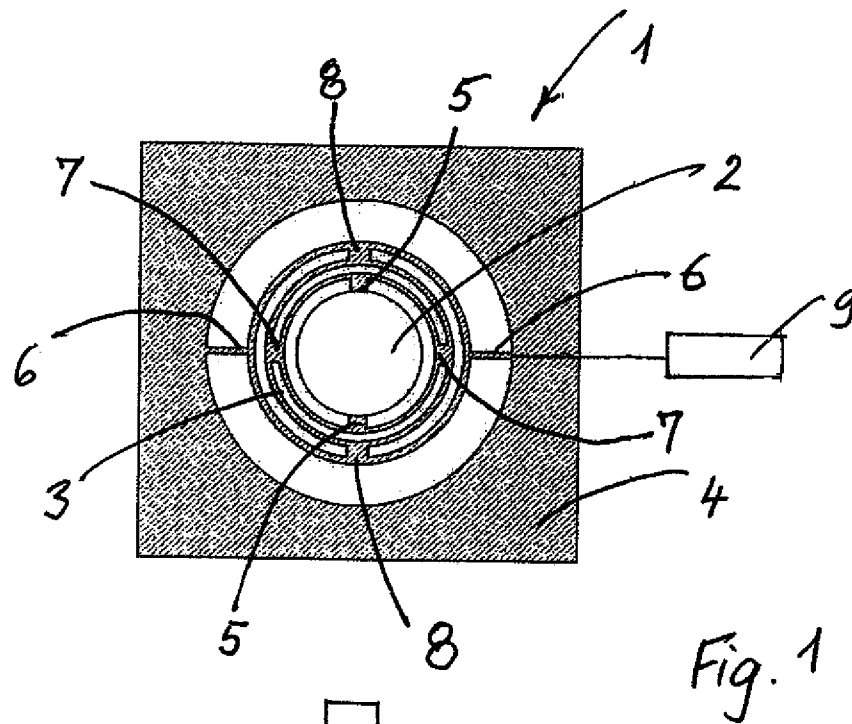
2. Mikrospiegelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstellen (5, 6, 7, 8, 13, 12) zwischen Spiegelplatte (2) und innerstem Federringrahmen (3), zwischen Federringrahmen (3) untereinander und zwischen äußerem Federringrahmen (3) und Substrat (4) jeweils um 90° gegeneinander versetzt sind.

30

3. Mikrospiegelanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (9) ausgebildet ist, die Spiegelplatte (2) um eine Schwingachse zum Schwingen anzuregen, wobei

mindestens drei Federringrahmen (3) zwischen Spiegelplatte (3) und Substrat (4) angeordnet sind.

- 5 4. Mikrospiegelanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (11) ausgebildet ist, die Spiegelplatte (2) um zwei senkrecht zueinanderstehende Schwingachsen zum Schwingen anzuregen, wobei mindestens vier Federringrahmen (3) zwischen Spiegelplatte (2) und Substrat (4) angeordnet sind.
- 10 5. Mikrospiegelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (9, 11) als ein elektrostatischer Antrieb, piezoelektrischer Antrieb, elektromagnetischer Antrieb und/oder galvanometrischer Antrieb realisiert ist.
6. Mikrospiegelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelplatte und/oder die Federringrahmen rund oder mehreckig ausgebildet sind.
- 15 7. Mikrospiegelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis, dadurch gekennzeichnet, dass die Torsionsfederkonstante der Federringrahmen kleiner als 1 Nm/rad gewählt ist.



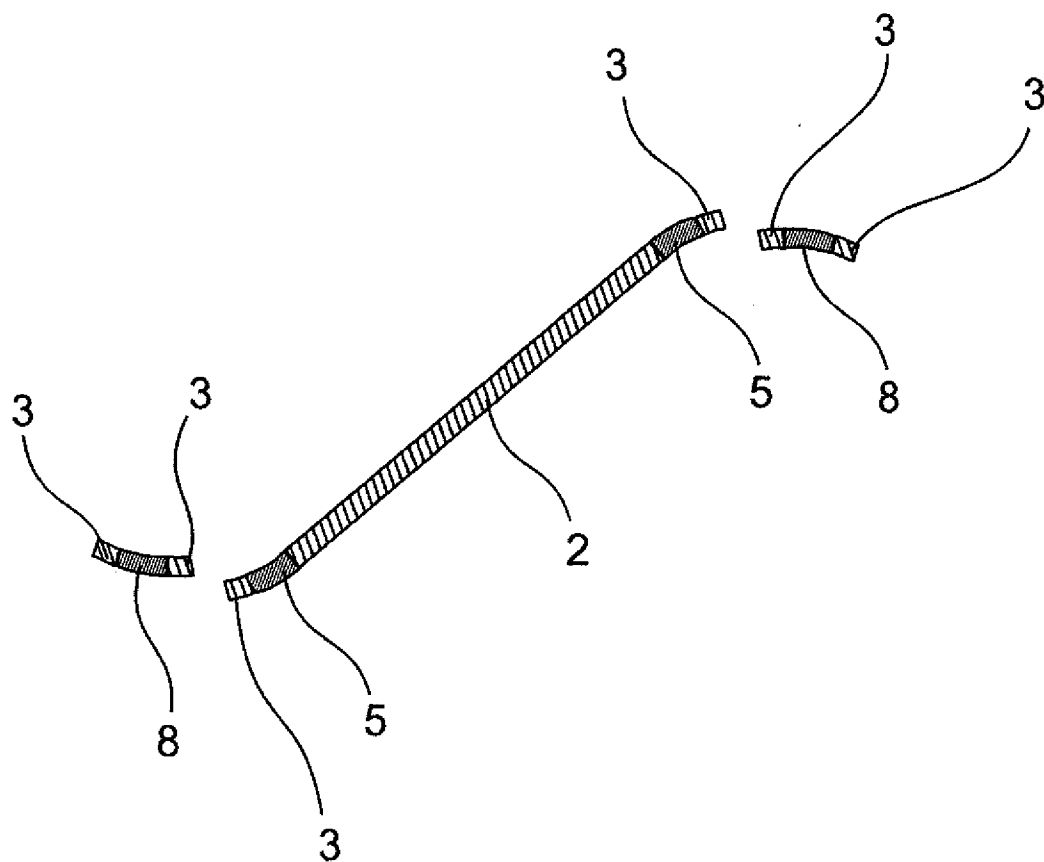


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/075381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B81B3/00 G02B26/08 G02B26/10
ADD.

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)

B81B G02B

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 practicable, 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	JP 2003 117897 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 23 April 2003 (2003-04-23) paragraphs [0001], [0002], [0024] - [0031]; figures 11-13 -----	1-7
X	EP 2 040 105 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 25 March 2009 (2009-03-25) figure 2 -----	1-7
X	US 2009/284816 A1 (DAVIS WYATT O [US] ET AL) 19 November 2009 (2009-11-19) figure 10 -----	1-7
X	US 2013/257693 A1 (UENAKA HIROYUKI [JP] ET AL) 3 October 2013 (2013-10-03) figure 3 ----- -/-	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 application or patent 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

5 February 2015

Date of mailing of the international search report

13/02/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baur, Christoph

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/075381

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/128552 A1 (YASUDA SUSUMU [JP] ET AL) 16 June 2005 (2005-06-16) paragraphs [0043], [0044]; figure 1 -----	7
A	EP 1 526 399 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 27 April 2005 (2005-04-27) paragraphs [0029] - [0034] -----	7
L	Anonymous: "Villard de Honnecourt - Sketchbook - 17 - Gimbal - Wikipedia, the free encyclopedia", 14 September 2013 (2013-09-14), XP055167006, Retrieved from the Internet: URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Gimbal#mediaviewer/File:Villard_de_Honnecourt_-_Sketchbook_-_17.jpg [retrieved on 2015-02-03] -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/075381

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2003117897	A	23-04-2003	NONE
EP 2040105	A1	25-03-2009	EP 2040105 A1 25-03-2009
		JP 5085476 B2	28-11-2012
		JP 2009075587 A	09-04-2009
		KR 20090031104 A	25-03-2009
		US 2009080049 A1	26-03-2009
US 2009284816	A1	19-11-2009	CN 102027404 A 20-04-2011
		EP 2277076 A2	26-01-2011
		JP 5596671 B2	24-09-2014
		JP 2011521288 A	21-07-2011
		US 2009284816 A1	19-11-2009
		WO 2009140017 A2	19-11-2009
US 2013257693	A1	03-10-2013	JP 5426800 B1 26-02-2014
		US 2013257693 A1	03-10-2013
		WO 2013124913 A1	29-08-2013
US 2005128552	A1	16-06-2005	JP 2005181394 A 07-07-2005
		US 2005128552 A1	16-06-2005
EP 1526399	A1	27-04-2005	DE 602004008182 T2 30-04-2008
		EP 1526399 A1	27-04-2005
		JP 4012535 B2	21-11-2007
		JP 2005128551 A	19-05-2005
		KR 20050039232 A	29-04-2005
		US 2005088720 A1	28-04-2005
		US 2007236767 A1	11-10-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B81B3/00 G02B26/08 G02B26/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B81B G02B		
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	JP 2003 117897 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 23. April 2003 (2003-04-23) Absätze [0001], [0002], [0024] - [0031]; Abbildungen 11-13 -----	1-7
X	EP 2 040 105 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 25. März 2009 (2009-03-25) Abbildung 2 -----	1-7
X	US 2009/284816 A1 (DAVIS WYATT O [US] ET AL) 19. November 2009 (2009-11-19) Abbildung 10 -----	1-7
X	US 2013/257693 A1 (UENAKA HIROYUKI [JP] ET AL) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) Abbildung 3 ----- -/-	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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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
5. Februar 2015		13/02/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Baur, Christoph

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2005/128552 A1 (YASUDA SUSUMU [JP] ET AL) 16. Juni 2005 (2005-06-16) Absätze [0043], [0044]; Abbildung 1 -----	7
A	EP 1 526 399 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 27. April 2005 (2005-04-27) Absätze [0029] - [0034] -----	7
L	Anonymous: "Villard de Honnecourt - Sketchbook - 17 - Gimbal - Wikipedia, the free encyclopedia", 14. September 2013 (2013-09-14), XP055167006, Gefunden im Internet: URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Gimbal#mediaviewer/File:Villard_de_Honnecourt_-_Sketchbook_-_17.jpg [gefunden am 2015-02-03] -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/075381

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2003117897 A	23-04-2003	KEINE	
EP 2040105 A1	25-03-2009	EP 2040105 A1	25-03-2009
		JP 5085476 B2	28-11-2012
		JP 2009075587 A	09-04-2009
		KR 20090031104 A	25-03-2009
		US 2009080049 A1	26-03-2009
US 2009284816 A1	19-11-2009	CN 102027404 A	20-04-2011
		EP 2277076 A2	26-01-2011
		JP 5596671 B2	24-09-2014
		JP 2011521288 A	21-07-2011
		US 2009284816 A1	19-11-2009
		WO 2009140017 A2	19-11-2009
US 2013257693 A1	03-10-2013	JP 5426800 B1	26-02-2014
		US 2013257693 A1	03-10-2013
		WO 2013124913 A1	29-08-2013
US 2005128552 A1	16-06-2005	JP 2005181394 A	07-07-2005
		US 2005128552 A1	16-06-2005
EP 1526399 A1	27-04-2005	DE 602004008182 T2	30-04-2008
		EP 1526399 A1	27-04-2005
		JP 4012535 B2	21-11-2007
		JP 2005128551 A	19-05-2005
		KR 20050039232 A	29-04-2005
		US 2005088720 A1	28-04-2005
		US 2007236767 A1	11-10-2007