



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 063 643 A1** 2010.02.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 643.6**

(22) Anmeldetag: **18.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **25.02.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02N 2/08** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**097130000 07.08.2008 TW**

(74) Vertreter:  
**Andrae Flach Haug, 81541 München**

(71) Anmelder:  
**Industrial Technology Research Institute,  
Chutung, Hsinchu, TW**

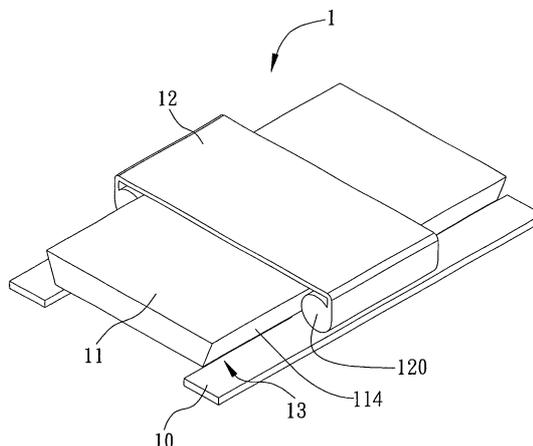
(72) Erfinder:  
**Chen, Yi-Cheng, Chutung, Hsinchu, TW; Wang,  
Yu-Jen, Chutung, Hsinchu, TW; Li, Chien,  
Chutung, Hsinchu, TW; Yeh, Chien-Shien,  
Chutung, Hsinchu, TW**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Ultraschall-Linearmotor**

(57) Zusammenfassung: Ein Ultraschall-Linearmotor (1) enthält ein Substrat (10), einen Vibrator (11), der auf dem Substrat (10) angeordnet ist und eine schräge oder gebogene Fläche an zwei Seiten hat, die zusammen mit den Oberflächen des Substrats (10) konkave Aufnahmeteile bilden; und einen Gleiter (12), der Klemmteile (120) auf zwei Seiten hat, um an die Aufnahmeteile entsprechend geklemmt zu werden. Der Vibrator (11) erzeugt eine Antriebskraft an dem Gleiter (12), während er an eine Energiequelle angeschlossen ist, derart, dass die Klemmteile des Gleiters (12) sich in den Aufnahmeteilen bewegen, wodurch eine lineare Translation erzeugt wird. Der Ultraschall-Linearmotor hat eine einfache Struktur mit wenigen Elementen, die eine leichte Herstellung und Integration mit anderen Elementen gestattet, wodurch Herstellungskosten reduziert werden.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Linearmotor und insbesondere einen Ultraschall-Linearmotor, der eine einfache Struktur und nur wenige Elemente hat.

**[0002]** Im Vergleich zu herkömmlichen elektromagnetischen Motoren haben Ultraschallmotoren mehrere Vorteile, wie z. B. schnelles Ansprechen, hohe Präzision, Unabhängigkeit von elektromagnetischer Störbeeinflussung, keine komplizierte Wicklungsstruktur. Aufgrund der linearen Antriebscharakteristik der Ultraschall-Linearmotoren können ein massiger und komplizierter Schraubenumwandlungsmechanismus und Energieverbrauch während der Bewegungsumwandlung vermieden werden. Außerdem sind Ultraschallmotoren selbstsperrend, wenn keine Energie zugeführt wird, wodurch anders als bei herkömmlichen elektromagnetischen Motoren, im stationären Zustand Energie gespart wird. Infolgedessen sind Ultraschallmotoren nach und nach an die Stelle von elektromagnetischen Motoren getreten, und sie werden verbreitet bei der Herstellung von Mikroantriebsselementen, wie dem Antriebselement einer Kameralinse, verwendet.

**[0003]** Der Antriebsmechanismus eines typischen Ultraschall-Linearmotors nutzt die auf einer Oberfläche eines Vibrators in dem Motor erzeugten Schwingungen aus, um einen Gleiter derart in Gang zu setzen, dass er sich dreht oder linear bewegt. Im Handel erhältliche Ultraschall-Linearmotoren können im Allgemeinen in zwei Typen eingeteilt werden: der Schrittmotortyp und der Resonanztyp. Der Erstere führt eine Schrittbewegung in Einheiten von wenigen Nanometern aus, während der Letztere in einem Resonanzzustand des Vibrators arbeitet und den Gleiter unter Verwendung von Resonanzwellen antreibt. Beide haben ihre Vorteile: der Erstere hat eine hohe Positionierauflösung, während der Letztere eine hohe Effizienz und eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit aufgrund des Resonanzzustandes hat. Ultraschall-Linearmotoren des Schrittmotortyps werden größtenteils für Positionierbewegungen im Nanobereich in Labors oder Halbleiterherstellungsverfahren verwendet. Dagegen sind Ultraschall-Linearmotoren des Resonanztyps sehr effizient und einfach zu betreiben, so dass sie besonders für Produkte der Unterhaltungselektronik, wie miniaturisierte (Photo- oder Video-)Kameras, die Verwackeln mit der Hand vermeiden und/oder optisch Zoomen können, oder für bruchsicere automatische elektronische Schlösser, die gegen eine elektromagnetische Störbeeinflussung immun sind, geeignet sind.

**[0004]** Jedoch besteht ein bei der Konstruktion von Ultraschall-Linearmotoren zur Zeit auftretendes Problem darin, dass die Formen der keramischen Vibratoren nicht leicht herstellbar sind, weil Keramik ein

zerbrechliches Material ist. Wenn die Form des Vibrators kompliziert ist, kann sie nicht auf einmal gegossen werden, und nachfolgende Schneidverfahren können schwierig sein (vgl. US-Patent Nr. 7,105,987, 7,053,525 und 7,205,703). Außerdem kann die Menge der begleitenden Elemente groß sein (vgl. US-Patent Nr. 5,453,653 und 6,765,335 und US-Veröffentlichungs-Nr. 2008/073,999, die alle zusätzliche Lager Teile erfordern, oder vgl. US-Patent Nr. 6,747,394, bei dem zwei Vibratoren verwendet werden und die Leistung eines solchen Motors beeinträchtigt werden kann, da die dynamischen Eigenschaften dieser beiden Vibratoren leicht verschieden sein können), und die Strukturen sind komplizierter. Dem entsprechend ist die Montagepräzision bei diesen Motorentypen derart kritisch, dass sie nicht kostengünstig hergestellt werden können. Ferner, wenn die Befestigungsstruktur des Vibrators nicht gut gestaltet ist, kann sie Vibratorschwingungen während des Betriebs unterdrücken.

**[0005]** Somit besteht ein Bedarf an einem Ultraschall-Linearmotor, der wenige Elemente und eine einfache Struktur hat und leicht herzustellen und mit anderen Elementen integrierbar ist, wodurch Herstellungskosten und die Forderungen nach einer hohen Montagepräzision verringert werden können.

**[0006]** Angesichts der vorgenannten Nachteile besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, einen Ultraschall-Linearmotor bereitzustellen, der wenige Elemente und eine einfache Struktur hat und leicht hergestellt und mit anderen Elementen integriert werden kann, wodurch Herstellungskosten und die Forderungen nach einer hohen Montagepräzision reduziert werden können.

**[0007]** Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, einen Ultraschall-Linearmotor zu schaffen, der es gestattet, die Vibratorschwingung vollständig auszunutzen.

**[0008]** Zum Erreichen der vorgenannten und anderer Ziele wird erfindungsgemäß ein Ultraschall-Linearmotor bereitgestellt, der aufweist ein Substrat; einen Vibrator, der auf dem Substrat angeordnet ist und eine schräge oder gebogene Fläche an beiden Seiten hat, um zusammen mit den Oberflächen des Substrats konkave Aufnahmeteile zu bilden; und einen Gleiter, der Klemmteile an beiden Seiten zum Anklemmen an den Aufnahmeteilen hat, wobei der Vibrator eine Antriebskraft an dem Gleiter erzeugt, wenn er an eine Energiequelle angeschlossen ist, derart, dass die Klemmteile des Gleiters sich in den Aufnahmeteilen bewegen, wodurch eine lineare Translation erzeugt wird.

**[0009]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind das Substrat und der Vibrator teilweise aneinander über mindestens einen Block oder

mindestens einen mit dem Vibrator verbundenen Vorsprung des Substrats oder mindestens einen mit dem Substrat verbundenen Vorsprung des Vibrators befestigt. Die Aufnahmeteile sind L-förmige konkave Strukturen, und ihre Oberfläche kann ebene oder beliebig gebogene Formen haben. Die mit den Aufnahmeteilen in Kontakt befindlichen Oberflächen der Klemmteile des Gleiters haben ebene oder beliebig gebogene Formen. Das Substrat und der Vibrator weisen eine ebene oder gebogene Platte oder Tafel auf. Der Vibrator ist aus einem piezoelektrischen Werkstoff hergestellt. Die Energiezufuhr liefert eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators. Eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode sind angrenzend aneinander an der Oberfläche des Vibrators angeordnet, die auf das Substrat weist, während eine Masseelektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist, die auf den Gleiter weist, wobei entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode für den Anschluss an die Energiequelle verwendet werden. Als Alternative dazu ist die Masseelektrode an der Oberfläche des Vibrators angeordnet, die auf das Substrat weist, während eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend aneinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind, die auf den Gleiter weist, wobei entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode für den Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

**[0010]** Zum Erreichen der oben genannten und anderer Ziele schafft die Erfindung einen Ultraschall-Linearmotor, der aufweist ein Substrat; einen Vibrator, der auf dem Substrat angeordnet ist und eine schräge oder gebogene Fläche an zwei Seiten hat; und einen Gleiter, der Klemmteile auf zwei Seiten zum Anklemmen an den beiden Seitenflächen des Vibrators und der Substratoberfläche hat, wobei der Vibrator eine Antriebskraft an dem Gleiter erzeugt, wenn er an eine Energiequelle angeschlossen ist, derart, dass die Klemmteile des Gleiters bezüglich der beiden Seitenflächen des Vibrators oder bezüglich der Substratoberfläche gleiten, um dadurch eine lineare Translation zu erzeugen.

**[0011]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind das Substrat und der Vibrator teilweise aneinander über mindestens einen Block oder mindestens einen mit dem Vibrator verbundenen Vorsprung des Substrats oder mindestens einen mit dem Substrat verbundenen Vorsprung des Vibrators aneinander befestigt. Die Oberflächen des Substrats können ebene oder beliebig gebogene Formen haben. Die Oberflächen der Klemmteile des Gleiters haben ebene oder beliebig gebogene Formen. Das Substrat und der Vibrator enthalten eine ebene oder gebogene Platte oder Tafel. Der Vibrator ist aus einem piezoelektrischen Werkstoff hergestellt. Die Energiequelle liefert eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators. Eine erste Elektrode und eine

zweite Elektrode sind angrenzend aneinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet, die auf das Substrat weist, während eine Masseelektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist, die auf den Gleiter weist, wobei entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode für den Anschluss an die Energiequelle verwendet werden. Als Alternative dazu ist eine Masseelektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet, die auf das Substrat weist, während eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend aneinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind, die auf den Gleiter weist, wobei entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode für den Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

**[0012]** Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Ultraschall-Linearmotor nach der Erfindung eine einfache Struktur bestehend aus einem Substrat, einem Vibrator und einem Gleiter hat, um einfach herstellbar und mit anderen Elementen integrierbar zu sein. Insbesondere sind die Oberflächen der beiden Seiten des Vibrators schräg, so dass er leicht herstellbar ist und in eine trapezförmige Querschnittsstruktur in einem einzelnen Verfahrensschritt gegossen werden kann, ohne dass ein nachfolgendes Schneidverfahren nötig wäre, wodurch die Herstellungskosten und die Forderungen nach einer hohen Montagepräzision verringert werden. Außerdem sind das Substrat und der Vibrator nur teilweise aneinander über den zuvor erwähnten Vorsprung oder Block aneinander befestigt, so dass die Vibratorschwingung vollständig ausgenutzt werden kann.

**[0013]** Die Erfindung wird nun anhand verschiedener Ausführungsbeispiele, die nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben sind, weiter erläutert. Hierbei zeigen:

**[0014]** [Fig. 1](#) eine dreidimensionale Ansicht eines Ultraschall-Linearmotors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0015]** [Fig. 2](#) eine dreidimensionale auseinandergelagerte Ansicht eines Ultraschall-Linearmotors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0016]** [Fig. 3](#) eine schematische Querschnittsansicht eines Ultraschall-Linearmotors gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0017]** [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht eines Substrats eines Ultraschall-Linearmotors gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0018]** [Fig. 5](#) einen Schaltplan eines Vibrators eines Ultraschall-Linearmotors mit Anschluss an eine Energiequelle gemäß dem ersten oder weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0019] [Fig. 6\(A\)](#) bis [Fig. 6\(D\)](#) schematische Darstellungen von Wellen, die einer elliptischen Trajektorie folgen, wenn ein Vibrator eines Ultraschall-Linearmotors an eine Energiequelle angeschlossen ist, gemäß dem ersten oder weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0020] [Fig. 7\(A\)](#) und [Fig. 7\(B\)](#) schematische Darstellungen von Varianten von Vorsprüngen an einem Substrat eines Ultraschall-Linearmotors gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0021] [Fig. 8\(A\)](#) und [Fig. 8\(B\)](#) schematische Darstellungen von verschiedenen Arten der Befestigung eines Substrats und eines Vibrators in einem Ultraschall-Linearmotor gemäß anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0022] [Fig. 9\(A\)](#) bis [Fig. 9\(C\)](#) schematische Darstellungen von verschiedenen Formen eines Vorsprungs oder von Vorsprüngen oder eines Blockes oder von Blöcken eines Ultraschall-Linearmotors gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0023] [Fig. 10\(A\)](#) und [Fig. 10\(B\)](#) schematische Darstellungen von Substratoberflächen in einem Ultraschall-Linearmotor gemäß noch weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0024] [Fig. 11\(A\)](#) bis [Fig. 11\(C\)](#) schematische Darstellungen von zwei Seitenflächen eines Vibrators in einem Ultraschall-Linearmotor gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0025] [Fig. 12\(A\)](#) und [Fig. 12\(B\)](#) schematische Darstellungen von Oberflächen von Klemmteilen eines Gleiters in einem Ultraschall-Linearmotor gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung; und

[0026] [Fig. 13\(A\)](#) und [Fig. 13\(B\)](#) schematische Darstellungen von Ingangsetzungen eines Ultraschall-Linearmotors gemäß der Erfindung.

[0027] In den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist jeweils eine dreidimensionale Ansicht, eine auseinandergezogene Ansicht und eine Querschnittsansicht eines Ultraschall-Linearmotors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Der Ultraschall-Linearmotor **1** enthält ein Substrat **10**, einen Vibrator **11** und einen Gleiter **12**, die im Folgenden näher beschrieben werden.

[0028] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Substrat **10** eine H-förmige Tafel oder Schale, die einen in ihrem Zentrum angeordneten Vorsprung hat. Hervorzuheben ist, dass die Form des Substrats **10** und die Form, die Größe, der Ort und die Anzahl der Vorsprünge **100** bei tatsächlichen Anwendungen nicht auf diejenigen beschränkt sind, die im Zusammenhang mit diesem Ausführungsbeispiel dargestellt

sind. Die Form des Substrats **10** kann rechteckig sein (wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist), oder es kann irgend eine andere Form haben. Der Zweck dieser H-Form des bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Substrats wird unten erläutert.

[0029] Der Vibrator **11** ist auf dem Substrat **10** angeordnet. Schräge Flächen **114** auf beiden Seiten des Vibrators **11** bilden zusammen mit den Oberflächen des Substrats **10** konkave Aufnahmeteile **13** zum Erzeugen einer Antriebskraft während er mit einer Energiequelle verbunden ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann der Vibrator eine ebene (oder gebogene) Platte (oder Tafel) sein, die aus einem piezoelektrischen Werkstoff hergestellt ist. Außerdem liefert die Energiequelle eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators. Eine erste Elektrode **110** und eine zweite Elektrode **111**, die aneinandergrenzen, sind auf der Oberfläche des Vibrators bereitgestellt, die dem Substrat **10** zugekehrt ist. Eine Masseelektrode **112** ist auf der Oberfläche des Vibrators bereitgestellt, die dem Gleiter **12** zugekehrt ist. Entweder die erste Elektrode **110** oder die zweite Elektrode **111** und die Masseelektrode **112** sind mit der Energiequelle verbunden, um Wellen zu erzeugen, die einer elliptischen Trajektorie (d. h. der Antriebskraft) folgen. Wenn, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, die erste Elektrode **110** und die Masseelektrode **112** des Vibrators mit der Energiequelle **2** verbunden sind, erzeugt der Vibrator **11** Wellen, die einer elliptischen Trajektorie folgen, wie in den [Fig. 6\(A\)](#) bis [Fig. 6\(D\)](#) gezeigt ist. Kleine Rechtecke C1, C2, C3 und C4 stellen die gleiche Stelle auf dem Vibrator **1** zu verschiedenen Zeitpunkten jeweils dar (nur vier spezifische Zeitpunkte werden abgetastet). Mit dieser Positionsänderung kann gezeigt werden, dass, wenn der Vibrator **11** mit der Energiequelle **2** verbunden ist, Wellen, die einer elliptischen Trajektorie folgen, die durch den Pfeil in [Fig. 6\(D\)](#) gezeigt ist, erzeugt werden können. Natürlich ist die Wandertrajektorie der Antriebskraft nicht auf diejenige beschränkt, die bei diesem Ausführungsbeispiel dargestellt ist, sondern sie kann eine Vor- und Zurück-Lineartrajektorie oder eine andere Art von Trajektorie sein. Außerdem kann bei anderen Ausführungsbeispielen (nicht gezeigt) die Masseelektrode **112** auch auf der Oberfläche des Vibrators **11** angeordnet sein, die dem Substrat **10** zugekehrt ist, und dem entsprechend können die erste Elektrode **110** und die benachbarte zweite Elektrode **111** auf der Oberfläche des Vibrators **11** angeordnet sein, die dem Gleiter **12** zugekehrt ist.

[0030] Es ist hervorzuheben, dass zum Unterbringen der ersten und zweiten Elektrode **110** bzw. **111** auf der Oberfläche des Vibrators **11**, die dem Substrat **10** zugekehrt ist, das Substrat **10** so gestaltet ist, dass es eine „H“-Form hat, um die erste und zweite Elektrode **110** bzw. **111** freizulegen, so dass sie mit den Energieleitungen verbunden werden können. Wenn die Form des verwendeten Substrats **10** recht-

eckig ist (wie in den [Fig. 4](#), [Fig. 7\(A\)](#) und [Fig. 7\(B\)](#) gezeigt), dann sollten kleine Löcher in dem Substrat **10** an geeigneten Stellen gemacht werden, damit die Energieleitungen zu der ersten Elektrode **110** oder der zweiten Elektrode **111** hindurchgehen können.

**[0031]** Außerdem sind der Vibrator **11** und das Substrat **10** nur teilweise aneinander befestigt, d. h. über den Vorsprung **100** des Substrats **10** und dem entsprechenden unterseitigen Teil des Vibrators **11**. Durch Kleinermachen des Kontaktbereichs zwischen dem Substrat **10** und dem Vibrator **11** wird, wenn der Vibrator **11** mit Energie versorgt wird, die Auswirkung des Substrats **10** auf den Vibrator **11** verringert, mit der Folge, dass eine hoch wirksame Antriebskraft erzeugt werden kann. Der einen Teil des Vibrators **11** berührende Vorsprung **100** des Substrats **10** kann irgend eine beliebige Form haben. Es ist hervorzuheben, dass, wie in den [Fig. 7\(A\)](#) und [Fig. 7\(B\)](#) gezeigt, eine Mehrzahl von Vorsprüngen **100** auf dem Substrat **10** sein kann. Es ist natürlich klar, dass die Form des Substrats **10** und die Orte der ersten und zweiten Elektrode **110** bzw. **111** (nicht gezeigt in den [Fig. 7\(A\)](#) und [Fig. 7\(B\)](#)) entsprechend der Form, der Größe, der Anzahl und des Ortes des Vorsprungs **100** des Substrats **10** geändert werden müssen.

**[0032]** Wie in [Fig. 8\(A\)](#) kann bei anderen Ausführungsbeispielen ein Block **14** zwischen dem Substrat **10** und dem Vibrator **11** vorgesehen werden. Als Alternative dazu kann, wie in [Fig. 8\(B\)](#) gezeigt, ein Vorsprung **113** unter dem Vibrator **11** vorgesehen werden, um das Substrat **10** zu berühren. Bei allen vorgenannten Ausführungsbeispielen kann, wie in den [Fig. 9\(A\)](#) bis [Fig. 9\(C\)](#) gezeigt, der Block **14**, der Vorsprung **100** oder der Vorsprung **113**, die teilweise an dem Vibrator **11** oder dem Substrat **10** angebracht sind, irgend eine beliebige Form haben.

**[0033]** Außerdem können bei diesem Ausführungsbeispiel die Aufnahmeteile **13** L-förmige konkave Strukturen sein, bei denen die L-förmige konkave Struktur der spitze Winkel (kleiner als 90 Grad) zwischen den beiden Seiten des Vibrators **11** und des Substrats **10** ist. Natürlich kann bei anderen Ausführungsbeispielen der Winkel größer als 90 Grad sein, wie in den [Fig. 10\(A\)](#) und [Fig. 10\(B\)](#) gezeigt ist. Die die Aufnahmeteile **13** bildenden Oberflächen des Substrats **10** können ebene oder beliebig gebogene Oberflächen sein, wie in den [Fig. 11\(A\)](#) bis [Fig. 11\(C\)](#) gezeigt ist. Die die Aufnahmeteile **13** bildenden Oberflächen der beiden Seiten des Vibrators **11** können schräge oder beliebig gebogene Oberflächen sein. Es ist klar, dass, wenn die die Aufnahmeteile **13** bildenden Oberflächen des Substrats **10** beliebig gebogene Oberflächen sind oder die die Aufnahmeteile **13** bildenden Oberflächen der beiden Seiten des Vibrators **11** beliebig gebogene Oberflächen sind, der Winkel zwischen den Seiten des Vibrators **11** und des Substrats **10** durch den Winkel bestimmt wird, den

die Tangenten bilden, wo der Gleiter **12** das Substrat **10** und den Vibrator **11** jeweils berührt.

**[0034]** Der Gleiter **12** weist auf seinen beiden Seiten Klemmteile **120** zum Anklemmen an den Aufnahmeteilen **13** und Empfangen der von dem Vibrator **11** erzeugten Antriebskraft und Erzeugen einer linearen Translation auf. Wie in [Fig. 12\(A\)](#) oder [Fig. 12\(B\)](#) gezeigt, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die in Kontakt mit den Aufnahmeteilen **13** befindlichen Oberflächen der Klemmteile **120** des Gleiters **12** ebene oder beliebig gebogene Oberflächen.

**[0035]** Mit Bezug auf die [Fig. 13\(A\)](#) und [Fig. 13\(B\)](#) wird der Ingangsetzungsmechanismus des Ultraschall-Linearmotors **1** gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung näher erläutert.

**[0036]** Wenn, wie in [Fig. 13\(A\)](#) gezeigt, eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators **11** an der ersten Elektrode **110** und der Masseelektrode **112** des Vibrators **11** angelegt wird, schwingt die Oberfläche des Vibrators **11** und erzeugt Wellen, die einer elliptischen Trajektorie folgen, wodurch der Gleiter **12** erregt wird, so dass er sich linear in einer Richtung bewegt, die durch den Pfeil A angezeigt ist. Wenn dagegen, wie in [Fig. 13\(B\)](#) gezeigt, eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators **11** an der zweiten Elektrode **111** und der Masseelektrode **112** des Vibrators **11** angelegt wird, schwingt die Oberfläche des Vibrators **11** und erzeugt Wellen, die einer elliptischen Trajektorie folgen, wodurch der Gleiter **12** erregt wird, so dass er sich linear in einer Richtung bewegt, die durch den Pfeil B angezeigt ist. Bei tatsächlichen Anwendungen kann somit die Spannung an der ersten Elektrode **110** und der Masseelektrode **112** oder der zweiten Elektrode **111** und der Masseelektrode **112** zu verschiedenen Zeiten angelegt werden, um eine Vor- und Zurück-Linear-Translation des Gleiters **12** zu erhalten, wodurch die Linearbewegung des Ultraschall-Linearmotors erzielt wird.

**[0037]** Zusammenfassend ist festzustellen, dass der erfindungsgemäße Ultraschall-Linearmotor eine einfache Struktur hat, die ein Substrat, einen Vibrator und einen Gleiter umfasst, so dass er leicht herstellbar und mit anderen Elementen zusammenfügbar ist. Genauer ausgedrückt sind die Oberflächen der beiden Seiten des Vibrators schräg, so dass er leicht herstellbar ist und zu einer trapezförmigen Querschnittstruktur in einem einzigen Verfahren geformt werden kann, ohne dass ein nachfolgendes Schneidverfahren nötig wäre, wodurch die Herstellungskosten und die Forderungen hinsichtlich einer hohen Montagepräzision reduziert werden. Außerdem sind das Substrat und der Vibrator nur teilweise aneinander über den oben erwähnten Vorsprung oder Block befestigt, so dass die Schwingung voll ausgenutzt werden kann.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 7105987 [0004]
- US 7053525 [0004]
- US 7205703 [0004]
- US 5453653 [0004]
- US 6765335 [0004]
- US 2008/073999 [0004]
- US 6747394 [0004]

**Patentansprüche**

1. Ultraschall-Linearmotor mit:  
einem Substrat;

einem Vibrator, der auf dem Substrat angeordnet ist und eine schräge oder gebogene Fläche an beiden Seiten hat, um zusammen mit den Oberflächen des Substrats konkave Aufnahmeteile zu bilden; und einem Gleiter, der Klemmteile an beiden Seiten zum Ankleben an den Aufnahmeteilen hat, wobei der Vibrator eine Antriebskraft an dem Gleiter erzeugt, wenn er an eine Energiequelle angeschlossen ist, derart, dass die Klemmteile des Gleiters sich in den Aufnahmeteilen bewegen, wodurch eine lineare Translation erzeugt wird.

2. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator über bestimmte Teile aneinander befestigt sind.

3. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator über mindestens einen Block aneinander befestigt sind, der mit einem Teil des Vibrators oder des Substrats in Kontakt ist.

4. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat mindestens einen Vorsprung zum Befestigen des Vibrators aufweist, wobei er mit einem Teil des Vibrators in Kontakt ist.

5. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vibrator mindestens einen Vorsprung zum Befestigen des Substrats aufweist, wobei er mit einem Teil des Substrats in Kontakt ist.

6. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeteile L-förmige konkave Strukturen und Winkel sind, die zwischen den jeweiligen Seiten des Vibrators und des Substrats gebildet sind.

7. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen des Substrats, die die Aufnahmeteile bilden, ebene Oberflächen sind.

8. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen der Klemmteile des Gleiters, der in Kontakt mit den Aufnahmeteilen ist, ebene Oberflächen sind.

9. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator eine ebene oder gebogene Platte oder Tafel aufweist.

10. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vibrator aus einem piezoelektrischen Werkstoff hergestellt ist.

11. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiequelle eine Wechsellspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators liefert.

12. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend zueinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind und auf das Substrat weisen, während eine Masselektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist und auf den Gleiter weist und entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masselektrode zum Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

13. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Masselektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist und auf das Substrat weist, während eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend zueinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind und auf den Gleiter weisen, und entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masselektrode zum Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

14. Ultraschall-Linearmotor mit:  
einem Substrat;  
einem Vibrator, der auf dem Substrat angeordnet ist und eine schräge oder gebogene Fläche an zwei Seiten hat; und  
einem Gleiter, der Klemmteile auf zwei Seiten hat, um mit zwei Seitenflächen des Vibrators oder den Substratoberflächen in Kontakt zu treten, wobei der Vibrator eine Antriebskraft an dem Gleiter erzeugt, während er an eine Energiequelle angeschlossen ist, derart, dass die Klemmteile des Gleiters relativ zu den beiden Seitenflächen des Vibrators oder relativ zu der Substratoberfläche gleiten, um dadurch eine lineare Translation zu erzeugen.

15. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator über bestimmte Teile aneinander befestigt sind.

16. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator über mindestens einen Block befestigt sind, der sich in Kontakt mit einem Teil des Vibrators oder dem Substrat befindet.

17. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat mindestens einen Vorsprung zum Befestigen an dem Vibra-

tor enthält, der in Kontakt mit einem Teil des Vibrators ist.

18. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Vibrator mindestens einen Vorsprung zum Befestigen an dem Substrat enthält, der in Kontakt mit einem Teil des Substrats ist.

19. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 14, wobei die Oberflächen des Klemmteiles des Gleiters ebene Oberflächen sind.

20. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat und der Vibrator eine ebene oder gebogene Platte oder Tafel aufweist.

21. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Vibrator aus einem piezoelektrischen Werkstoff hergestellt ist.

22. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiequelle eine Wechselspannung mit der Resonanzfrequenz des Vibrators liefert.

23. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend zueinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind und auf das Substrat weisen, während eine Masseelektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist und auf den Gleiter weist, wobei entweder die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode zum Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

24. Ultraschall-Linearmotor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass eine Masseelektrode auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet ist und auf das Substrat weist und eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode angrenzend zueinander auf der Oberfläche des Vibrators angeordnet sind und auf den Gleiter weisen, wobei die erste Elektrode oder die zweite Elektrode und die Masseelektrode zum Anschluss an die Energiequelle verwendet werden.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

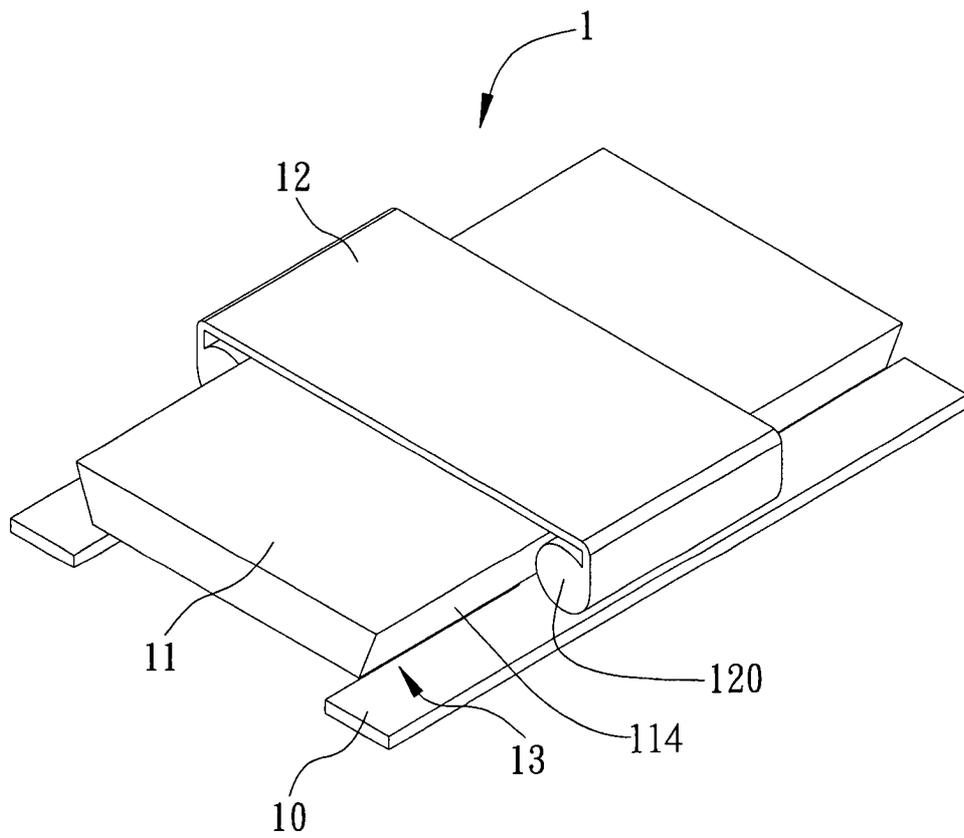


FIG. 1

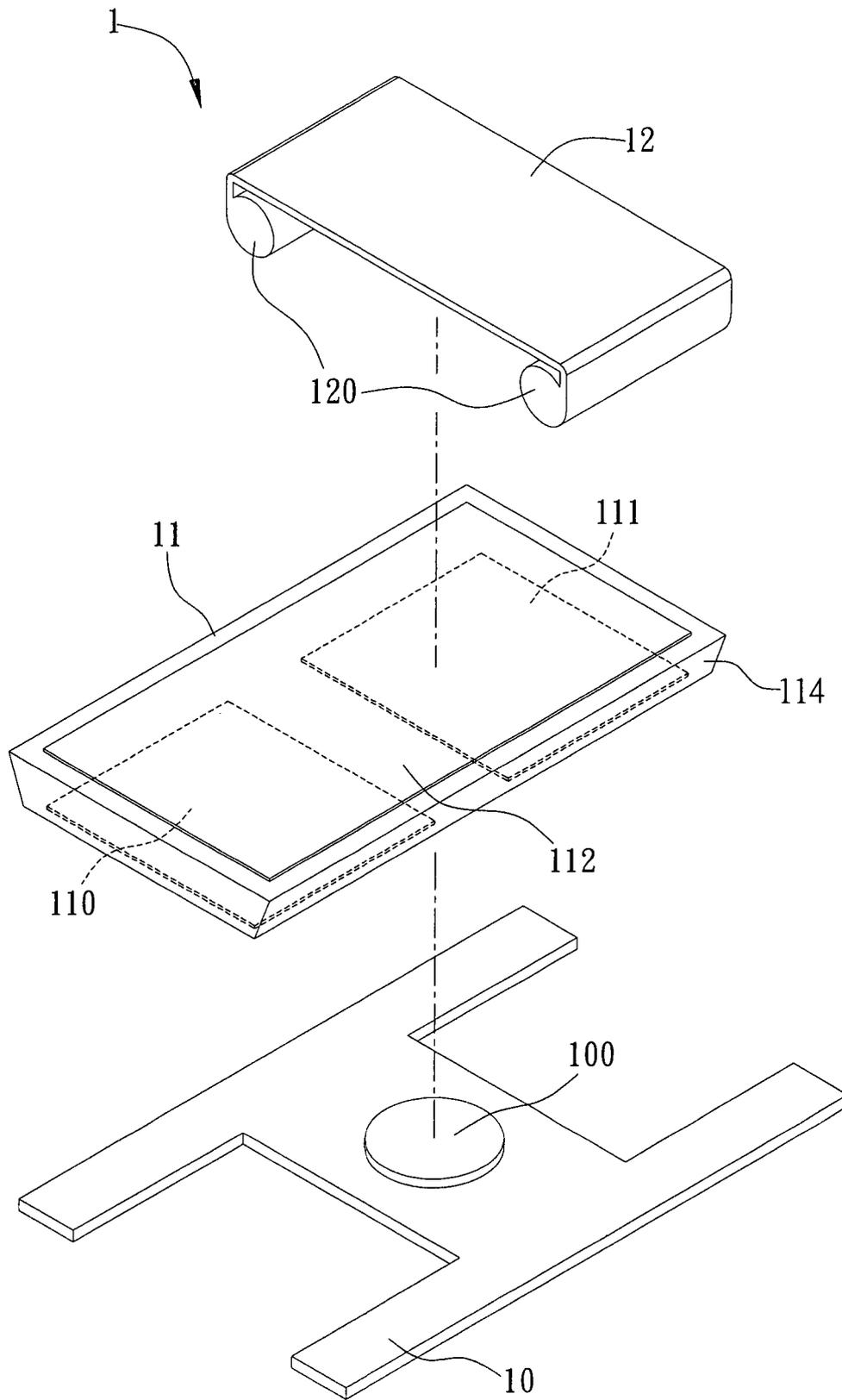


FIG. 2

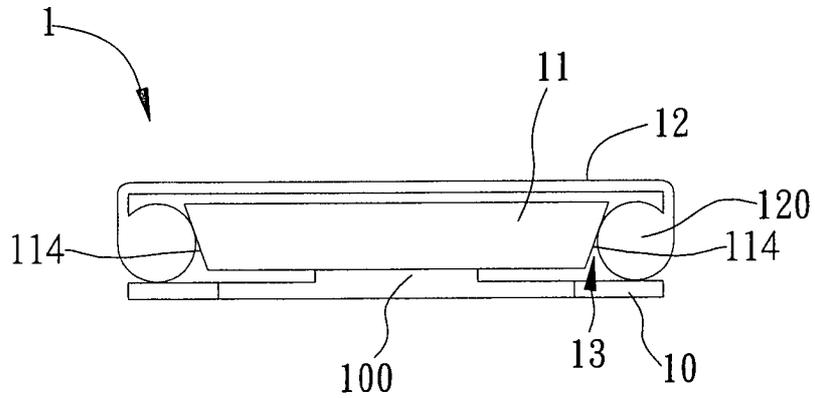


FIG. 3

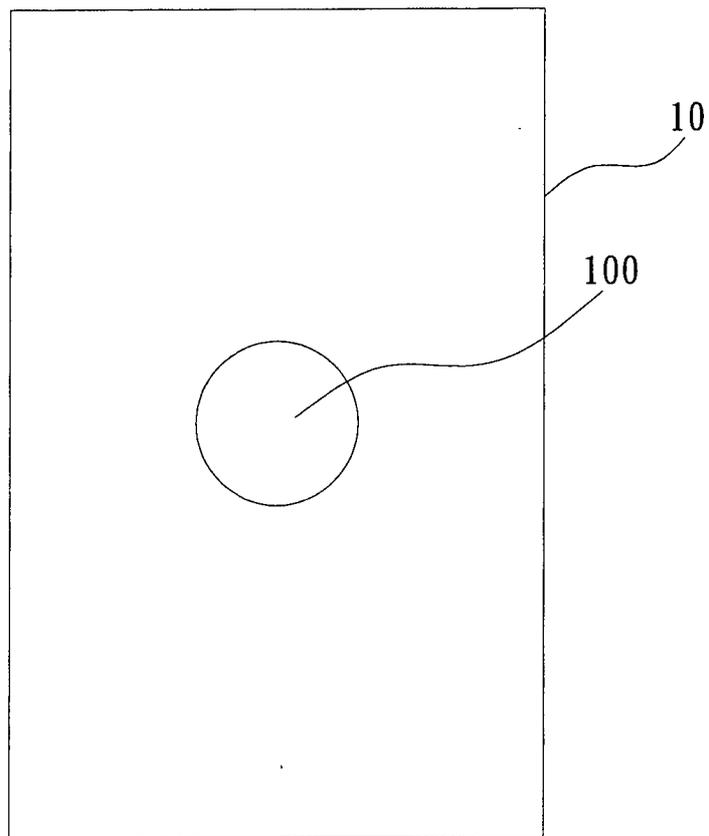


FIG. 4

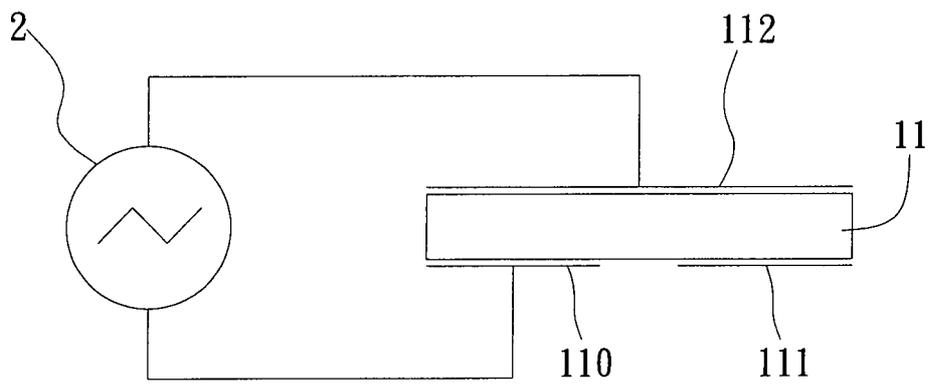


FIG. 5

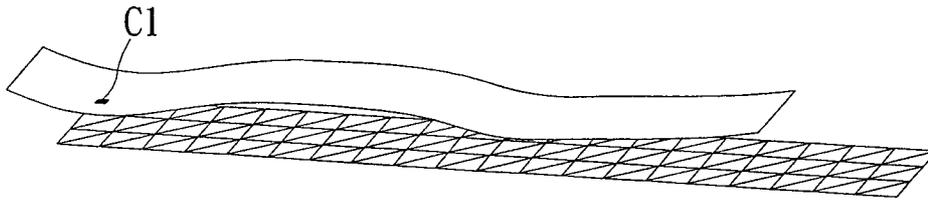


FIG. 6(A)

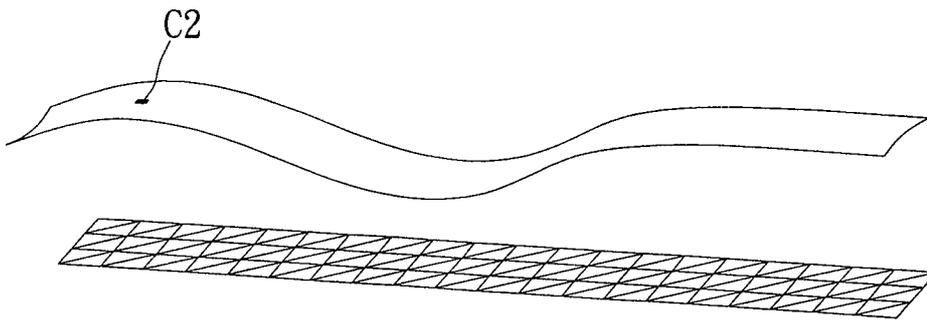


FIG. 6(B)

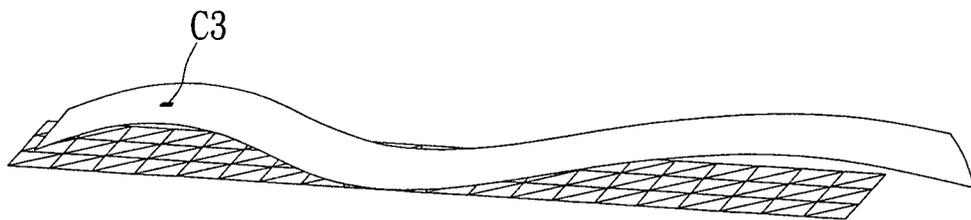


FIG. 6(C)

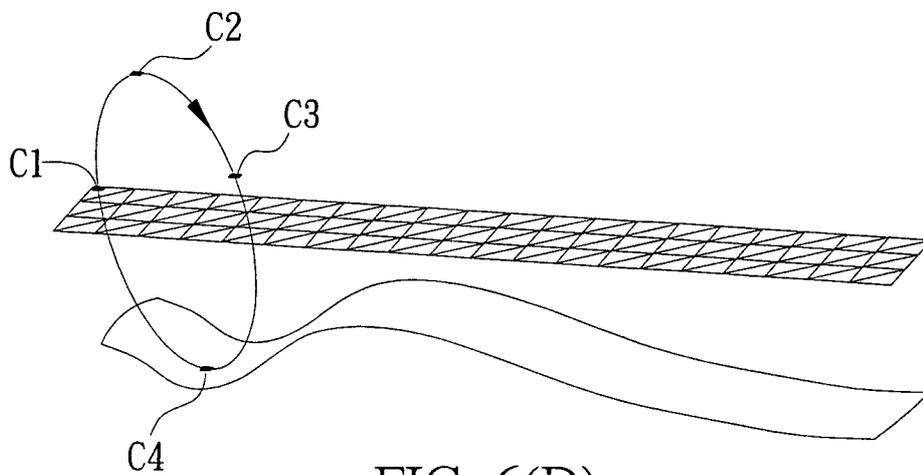


FIG. 6(D)

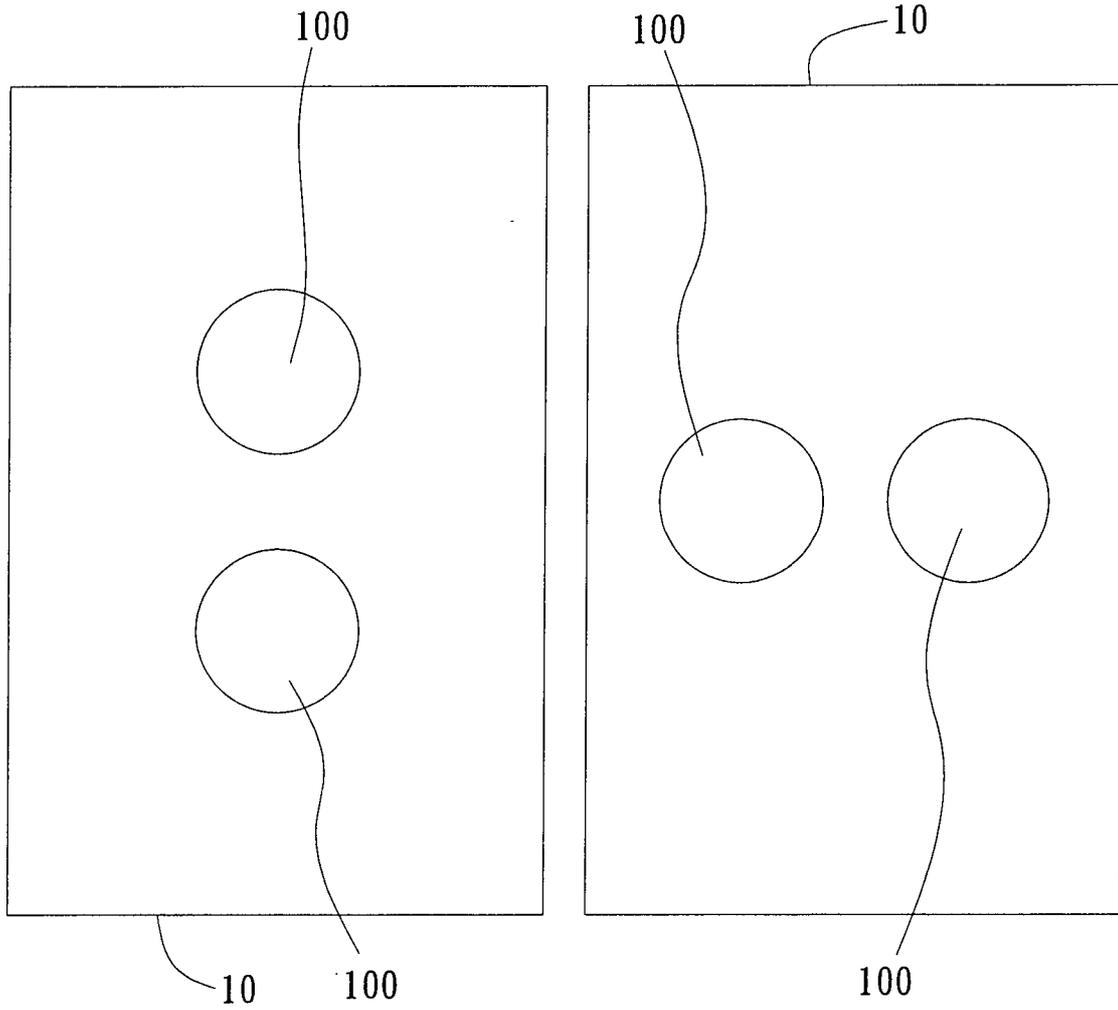


FIG. 7(A)

FIG. 7(B)

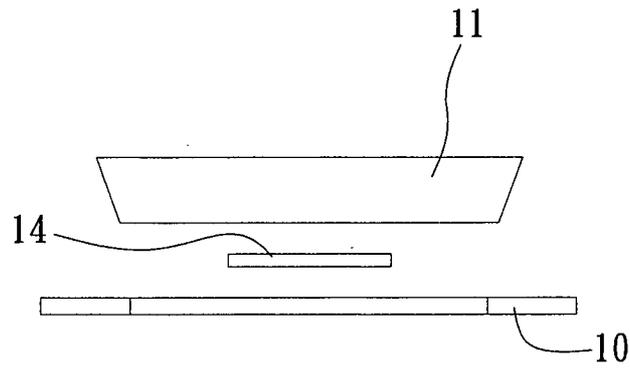


FIG. 8(A)

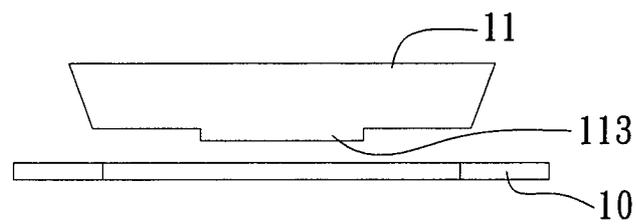


FIG. 8(B)

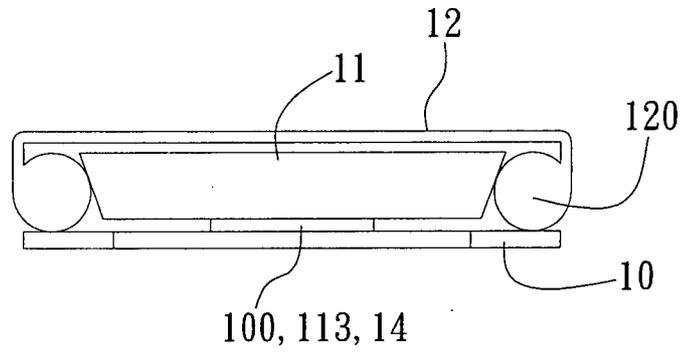


FIG. 9(A)

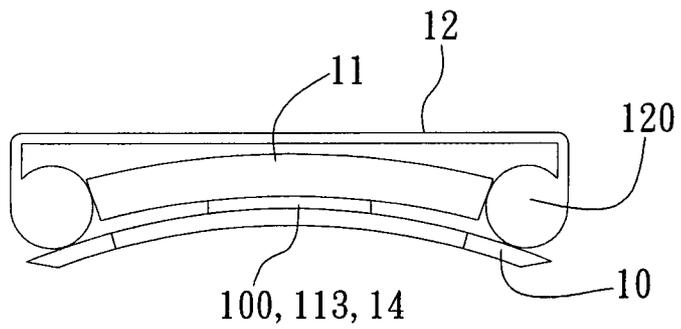


FIG. 9(B)

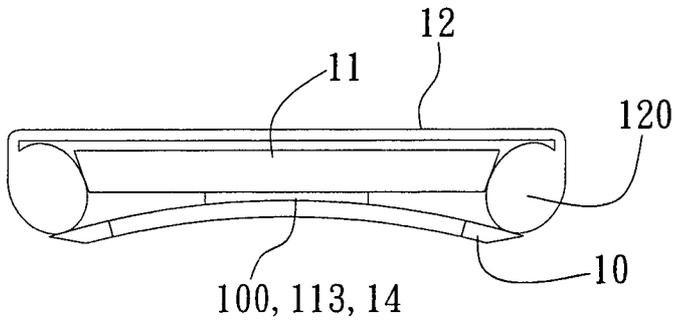


FIG. 9(C)

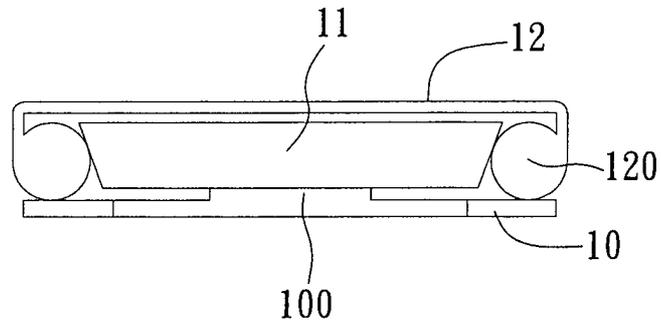


FIG. 10(A)

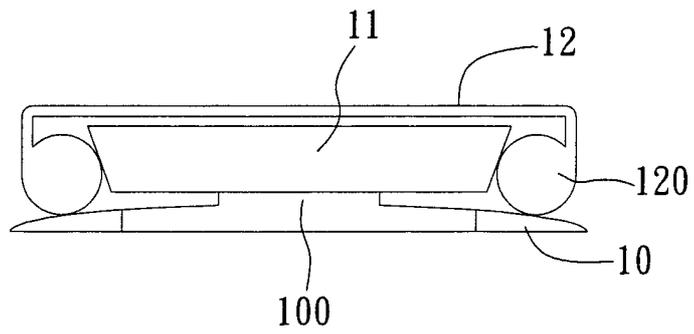


FIG. 10(B)

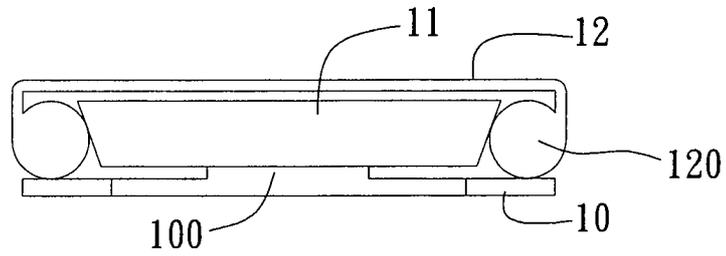


FIG. 11(A)

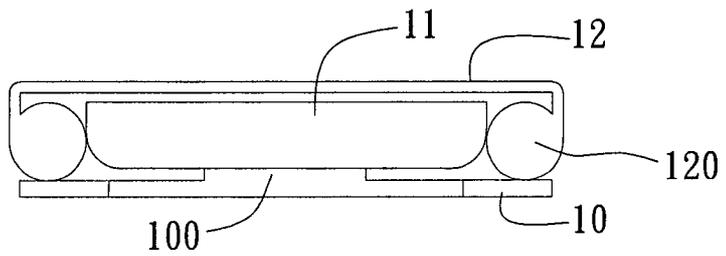


FIG. 11(B)

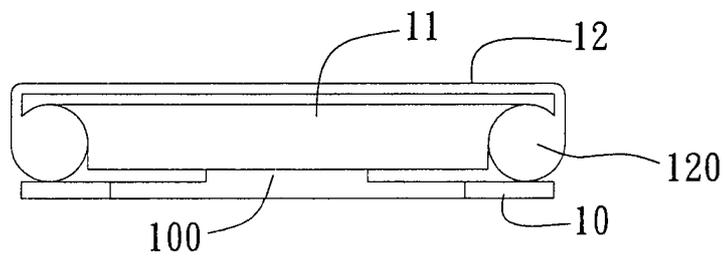


FIG. 11(C)

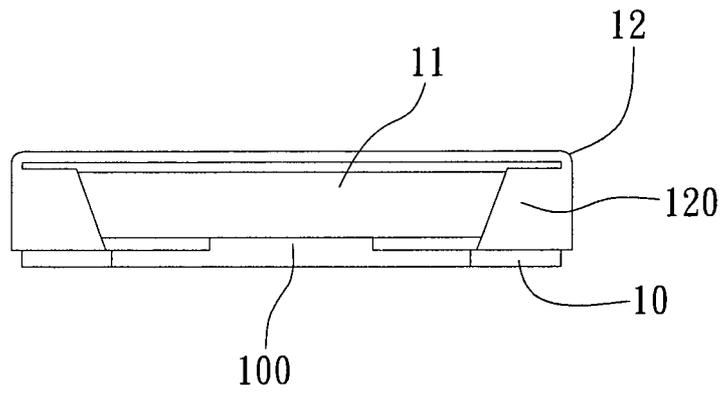


FIG. 12(A)

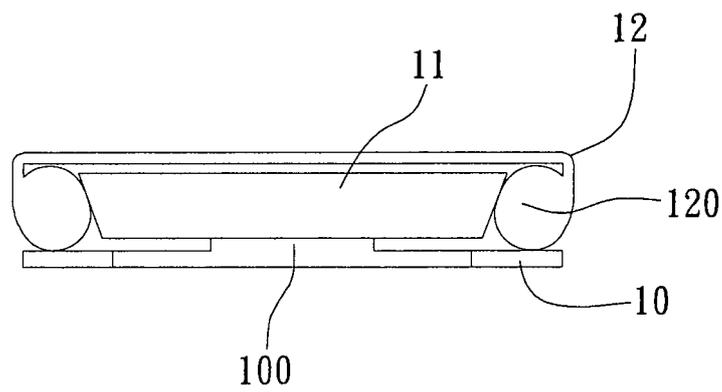


FIG. 12(B)

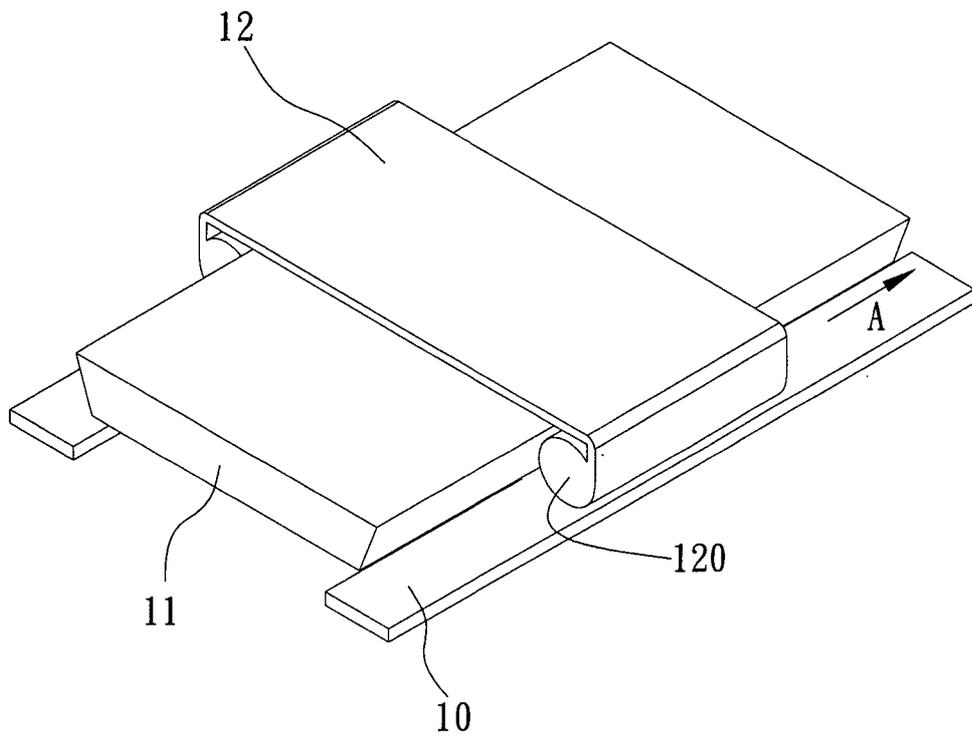


FIG. 13(A)

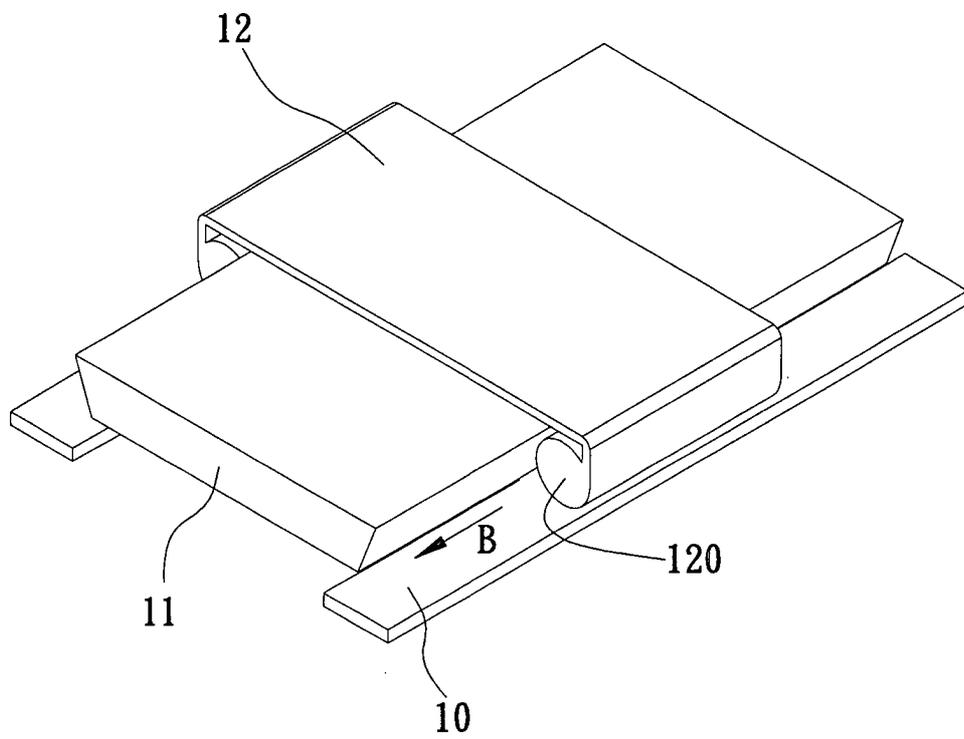


FIG. 13(B)