



(10) **DE 20 2015 100 719 U1** 2016.06.23

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2015 100 719.1**

(51) Int Cl.: **H02N 1/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **13.02.2015**

(47) Eintragungstag: **17.05.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **23.06.2016**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Beckmann, Günter, 85221 Dachau, DE; TUM ForTe  
Forschungsförderung & Technologietransfer,  
80333 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**US 2009 / 0 216 292 A1  
US 2013 / 0 238 072 A1  
WO 2003/ 038 969 A2  
JP 2014- 239 647 A**

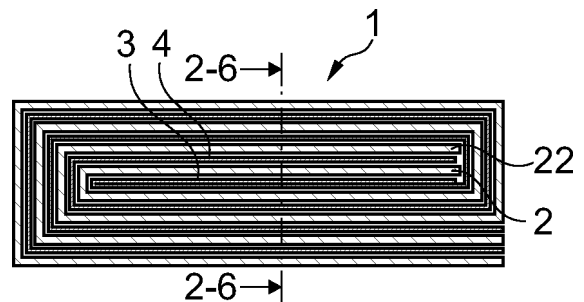
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Klemm, Rolf, Dipl.-Ing. (Univ.), 81379 München,  
DE**

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

(54) Bezeichnung: **Elektrostatischer Mikrogenerator und Taster**

(57) Hauptanspruch: Elektrostatischer Mikrogenerator (1) mit zwei polymeren, doppellagig übereinander angeordneten Elektretfolien (2, 22) mit jeweils einer einseitig darauf angeordneten metallischen Schicht als Elektrode, wobei die metallischen Schichten jeweils Kondensatorplatten (3, 4) ausbilden und mindestens eine in der Höhe veränderbare Fluidkammer (5, 6) zwischen den Kondensatorplatten (3, 4) ausgebildet ist und ein gasförmiges Fluid in der mindestens einen Fluidkammer (5, 6) als Isolationsmedium dient, wobei mittels Druckbeaufschlagung auf eine Solldruckfläche (8), die parallel zu den Kondensatorplatten (3, 4) außenliegend vorgesehen ist, eine Spannung durch eine Veränderung des Abstands der Kondensatorplatten (3, 4) erzeugbar ist, und das Fluid im Wesentlichen in paralleler Richtung zur Anordnung der Kondensatorplatten (3, 4) und in senkrechter Richtung zur Richtung der Druckbeaufschlagung in die Fluidkammer (5, 6) einführbar und aus der Fluidkammer (5, 6) ausdrückbar ist.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrostatischen Mikrogenerator mit zwei polymeren, doppellagig übereinander angeordneten Elektretfolien, sowie einen Taster mit einem solchen elektrostatischen Mikrogenerator.

**[0002]** Die US 2004/0113526 A1 beschreibt einen elektromechanischen Wandler mit einer mehrere Lagen umfassenden Struktur, die fähig ist, die Dicke zu verändern. In Richtung der Dicke vom Wandlerelement kann sowohl in als aus dem Wandlerelement Luft fließen. Hierfür sind luftdurchlässige Materialien, wie eine permeable Metallschicht als auch eine permeable Materialschicht, eingesetzt. Die Materialschicht ist permanent mit elektrischer Ladung geladen.

## Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen elektrostatischen Mikrogenerator und einen Taster zu schaffen, die eine stabile Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie gewährleisten.

**[0004]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch den Gegenstand der Patentansprüche 1 und 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0005]** Ein Gedanke der Erfindung ist, ein gasförmiges Fluid, insbesondere Luft, als Isolationsmedium parallel zu einer Solldruckfläche und parallel zu beabstandeten Kondensatorplatten ein- und ausströmen zu lassen, in dem der Abstand zwischen den Kondensatorplatten variiert wird, um elektrische Energie, also eine abgreifbare Spannung, zu erzeugen. Der elektrostatische Mikrogenerator weist hierfür zwei doppellagig übereinander angeordnete, polymere Elektretfolien mit einer jeweils einseitig darauf angeordneten metallischen Schicht als Elektrode auf, wobei die metallischen Schichten jeweils Kondensatorplatten und zwischen den Kondensatorplatten eine in der Höhe veränderbare Fluidkammer ausbilden, wobei ein gasförmiges Fluid in der mindestens einen Fluidkammer als Isolationsmedium dient und wobei mittels Druckbeaufschlagung auf eine Solldruckfläche, die parallel zu den Kondensatorplatten außenliegend vorgesehen ist, eine Spannung durch eine Veränderung des Abstandes der Kondensatorplatten erzeugbar ist, und wobei das gasförmige Fluid, insbesondere Luft und insbesondere ausschließlich, im Wesentlichen in paralleler Richtung zur Anordnung der Kondensatorplatten und in senkrechter Richtung zur Richtung der Druckbeaufschlagung in die Fluidkammer einführbar und aus der Fluidkammer ausdrückbar ist. Unter „Elektretfolie“ wird eine Folie verstan-

den, die dauerhaft elektrostatisch polarisiert ist. Die Elektretfolie hat bevorzugt eine Stärke von 1 µm bis ca. 100 µm, weiter bevorzugt ca. 20 µm bis ca. 50 µm. Somit wird ein stabiler elektrostatischer Mikrogenerator geschaffen mit einer stabilen Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie. Der elektrostatische Mikrogenerator ist derart vereinfacht aufgebaut, so dass er kosteneffizient herstellbar ist und eine breite Anwendung möglich ist.

**[0006]** Um den Wirkungsgrad deutlich zu erhöhen, sind im Querschnitt gesehen die Elektretfolien zu mehreren Folienkondensatoren in Serie mit einem veränderbaren Abstand der Kondensatorplatten zu einem Folienwickel flächig gewickelt, wobei jeweils Seiten der Elektretfolie gleicher Polarität zueinander angeordnet und die Kondensatorplatten als Elektroden gleicher Polarität zusammen zu einer Leitung verschaltet sind. Somit wird eine deutlich höhere Spannung erzeugt abhängig von der Anzahl der in Serie geschalteten Folienkondensatoren.

**[0007]** Es hat sich bei einer weiter bevorzugten Ausführungsform als vorteilhaft herausgestellt, dass die auf der Elektretfolie angeordnete metallische Schicht und insbesondere die Elektretfolie im Wesentlichen undurchlässig für das gasförmige Fluid, insbesondere Luft, ausgebildet ist. Dadurch wird der Wirkungsgrad weiter erhöht, und aufgrund des einfachen Aufbaus ist eine effiziente Fertigung für eine wirtschaftliche Umsetzung besser realisierbar.

**[0008]** Gemäß einer die Erfindung weiterbildenden Ausführungsform, und um das Fertigungsverfahren weiter zu vereinfachen und einen hohen Wirkungsgrad des elektrostatischen Mikrogenerators zu erzeugen, ist die metallische Schicht als separate Metallfolie auf der polymeren Elektretfolie angeordnet. Die Effizienz wird somit nicht beeinträchtigt durch eine Durchlöcherung der Elektretfolie und/oder der metallischen Schicht. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform ist in einem besonderen Fertigungsverfahren die metallische Schicht auf der polymeren Elektretfolie als Metallisierung ausgebildet.

**[0009]** Gemäß einer die Erfindung weiterbildenden Ausführungsform, um das Wechselspiel zwischen Einführen von dem gasförmigen Fluid, insbesondere der Luft, und einem Herauspressen aus den zwischen den Kondensatorplatten angeordneten Fluidkammern zu vereinfachen, ist bevorzugt die Elektretfolie als Folienwickel in einer hermetisch abgedichteten Hülle eingelagert. Somit wird das gasförmige Fluid in seinem Volumen begrenzt und die Hülle kann eingesetzt werden, um darauf aufgewendete und einwirkende Druckkraft zur Wandlung in elektrische Energie zu transformieren. Ebenso kann an einer anderen Stelle eine Druckkraft auf die Hülle einwirken, um einen gasförmigen Fluss in die entgegengesetzte Richtung zu bewirken.

**[0010]** Gemäß einer die Erfindung weiterbildenden Ausführungsform ist die Elektretfolie flächig und locker gewickelt und einseitig in der hermetisch abgedichteten Hülle mit einem vordefinierten Volumen des gasförmigen Fluids angeordnet. Im ersten Zustand ist somit das gasförmige Fluid zwischen den Kondensatorplatten in Fluidkammer aufgefüllt und die Hülle auf einer gegenüberliegenden Seite entsprechend entleert. Die Hülle wird auf der der Elektretfolie gegenüberliegenden Seite aufgeblasen, wenn eine Druckkraft auf die Hülle und den darunterliegenden Elektretfolienwickel einwirkt. Die gewickelte Elektretfolie mit ihren metallischen Elektroden wird somit an den Fluidkammern zusammenpresst. Um den Ursprungszustand mit aufgeblasen Fluidkammern zwischen den Kondensatorplatten wieder herbeizuführen, wird nun der Hüllenabschnitt mit einem Ausgleichsraum für das Fluid, der keine Elektretfolie aufweist, mit einer Druckkraft beaufschlagt, so dass das gasförmige Fluid, insbesondere die Luft, zwischen die Kondensatorplatten strömt und die Fluidkammern wieder auffüllt.

**[0011]** Gemäß einer weiter besonders bevorzugten Ausführungsform, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzeugen und das Herstellungsverfahren sowie den Aufbau des Mikrogenerators zu vereinfachen, weist die Elektretfolie die metallische Schicht auf der einen Seite der Elektretfolie vollständig überdeckend auf.

**[0012]** Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform weist die Elektretfolie die metallische Schicht im Wesentlichen mittig auf der einen Seite mit parallelen freien Randstreifen ohne metallische Schicht auf. Die freien parallelen Randstreifen dienen weiter bevorzugt für elastische Abstandshalter, die jeweils zwischen zwei Lagen der Elektretfolie jeweils an den zwei freien Randstreifen ohne metallische Schicht angeordnet sind. Somit wird sichergestellt, dass für das gasförmige Fluid, insbesondere die Luft, ein Raum mit Fluidkammern geschaffen wird, der zusammenpressbar ist und durch Gegenstand des Fluids wieder seinen ursprünglichen Raum mit den maximal großen Fluidkammern einnimmt.

**[0013]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist die metallische Schicht auf der Elektretfolie einseitig auf parallelen Randstreifen mit einem freien mittleren Streifen ohne metallische Schicht ausgebildet.

**[0014]** Hierfür sind weiter bevorzugt elastische Abstandshalter mittig zwischen zwei Lagen der Elektretfolie auf dem freien mittleren Streifen ohne Metallschicht angeordnet. Diese Ausführungsform ist eine alternative Ausführungsform zur oben beschriebenen Ausführungsform, die sicherstellt, dass aus einem Betriebszustand mit zusammengedrückten Elektrodenplatten wieder ein Ursprungszustand hergestellt wird. Außerdem können wechselseitig, also abwechselnd

die in Serie geschalteten Elektroden bezüglich des freien mittleren Streifens zusammengepresst werden, so dass automatisch die gegenüberliegenden Kondensatorplatten durch Einströmen des gasförmigen Fluids aufgeweitet werden. Somit ist eine kontinuierliche Energieerzeugung gewährleistet, wobei die Solldruckflächen auf der Oberfläche der Hülle abwechselnd mit einer Druckkraft zu beaufschlagen sind.

**[0015]** Gemäß einer die Erfindung weiterbildenden Ausführungsform sind somit auf der Oberseite der Hülle zwei Solldruckflächen angeordnet, die abwechselnd betätigbar sind, insbesondere ist eine Mechanik vorgesehen, die abwechselnd beide Solldruckflächen mit einer Druckkraft beaufschlagt ausgehend von der Beaufschlagung einer definierten zentralen Tastdruckfläche.

**[0016]** Weiter bevorzugt weist der elektrostatische Mikrogenerator eine Federmechanik auf, die einem Zusammendrücken auf die mindestens eine Solldruckfläche entgegenwirkt und angenäherte Kondensatorplatten zur elektrischen Energieerzeugung wieder aufweitet. Somit wird sichergestellt, dass der elektrostatische Mikrogenerator immer wieder auf Druckeinwirkung stabil mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt und zwar in beide Richtungen einmal bei der Annäherung der Kondensatorplatten und einmal bei der Aufweitung der Kondensatorplatten.

**[0017]** Die Aufgabe wird auch durch einen Taster, mit einem oben beschriebenen elektrostatischen Mikrogenerator dadurch gelöst, wobei der Taster ein gefedert gelagertes Tastenelement und eine Signalsteuerung zur Abgabe eines elektronischen Signals bei Betätigung des Tastelements mit Auslösung einer Druckbeaufschlagung auf die Solldruckfläche des Mikrogenerators aufweist. Ein derartiger Taster hat den Vorteil, dass mechanische Energie stabil in elektrische Energie gewandelt wird, einfach aufgebaut ist und der Taster sowohl stationär als auch mobil einsetzbar ist, vor allem überall dort, wo ein Verkabelungsaufwand unvorteilhaft oder aufwändig oder unerwünscht ist.

**[0018]** In Verbindung mit einem Funkmodul kann somit ein autarker Taster geschaffen werden, der von der begrenzten Energiespeicherfähigkeit einer Batterie unabhängig ist, indem elektrische Signale bei Betätigung des Tasters ausgelöst und weitergegeben werden.

**[0019]** Ein Verfahren zur Herstellung eines oben beschriebenen elektrostatischen Mikrogenerators mit einer polymeren Elektretfolie umfasst, dass die Elektretfolie derart gewickelt wird, so dass ein gasförmiges Fluid, insbesondere Luft, im Wesentlichen senkrecht zur Richtung der Druckbeaufschlagung auf eine

Solldruckfläche des Mikrogenerators zwischen Lagen der Elektretfolie mit Elektroden als Kondensatorplatten parallel zu diesen heraus- und hineinströmbar ist, und die gewickelte Elektretfolie in einer Hülle mit einem definierten Luftvolumen hermetisch dicht verschlossen wird. Dabei ist bevorzugt Luft als gasförmiges Fluid in der Hülle mit einem definierten Volumen eingeschlossen und durch unterschiedliche Druckbeaufschlagung auf die Hülle kann der Abstand zwischen den Kondensatorplatten der gewickelten polymeren Elektretfolie verändert werden, so dass stabil mechanische in elektrische Energie effizient gewandelt wird.

**[0020]** Ein Verfahren zur Erzeugung von elektrischer Energie mittels eines oben beschriebenen elektrostatischen Mikrogenerators umfasst, dass ein gasförmiges Fluid, insbesondere Luft, als Isolationsmedium parallel zu Kondensatorplatten und senkrecht zu einer Druckbeaufschlagung auf eine Solldruckfläche in einen Ausgleichsraum einer Hülle herausgedrückt wird und umgekehrt das gasförmige Fluid aus dem Vorratsraum der Hülle aus Fluidkammern zwischen Kondensatorplatten zur Aufweitung des Abstandes zwischen diesen parallel zu den Kondensatorplatten in die Fluidkammer eingeführt und zurückgeführt wird. Durch die Konzentration der Strömungsrichtung parallel zu den Kondensatorplatten und senkrecht zur Druckrichtung wird das stabile Umwandlungsverfahren von mechanischer in elektrische Energie geschaffen. Das Verfahren ist einfach aufgebaut und kosteneffizient realisierbar.

**[0021]** Es versteht sich, dass die, vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden, Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar sind.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0022]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0023]** Fig. 1a einen locker gewickelten Aufbau eines elektrostatischen Mikrogenerators ohne Hülle;

**[0024]** Fig. 1b den gewickelten elektrostatischen Mikrogenerator gemäß Fig. 1 mit einwirkender Druckkraft;

**[0025]** Fig. 2 eine schematische Anordnung der Elektretfolien mit metallischer Schicht sowie deren Leitungsveranschaltung;

**[0026]** Fig. 3a eine schematische erste Ausführungsform des elektrostatischen Mikrogenerators im entspannten Zustand;

**[0027]** Fig. 3b den schematisch dargestellten Mikrogenerator gemäß Fig. 3a mit einwirkender Druckkraft;

**[0028]** Fig. 4a eine zweite Ausführungsform des elektrostatischen Mikrogenerators im entspannten Ausgangszustand;

**[0029]** Fig. 4b die zweite Ausführungsform des Mikrogenerators gemäß Fig. 4a mit einwirkender Druckkraft auf eine Solldruckfläche;

**[0030]** Fig. 5 eine dritte Ausführungsform in schematischer Seitenansicht vom elektrostatischen Mikrogenerator;

**[0031]** Fig. 5a eine schematische Ansicht der dritten Ausführungsform gemäß Fig. 5 mit einer einwirkenden Druckkraft im Querschnitt gesehen linksseitig;

**[0032]** Fig. 5b einen schematischen Querschnitt der dritten Ausführungsform gemäß Fig. 5 mit rechtsseitig einwirkender Druckkraft,

**[0033]** Fig. 6 eine vierte Ausführungsform des elektrostatischen Mikrogenerators;

**[0034]** Fig. 6a eine Querschnittsansicht schematisch mit linksseitig einwirkender Druckkraft der Ausführungsform gemäß Fig. 6;

**[0035]** Fig. 6b eine schematische Ansicht einer Ausführungsform gemäß Fig. 6 mit rechtsseitig einwirkender Druckkraft;

**[0036]** Fig. 7 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Tasters;

**[0037]** Fig. 8 den Verfahrensablauf eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens eines elektrostatischen Mikrogenerators; und

**[0038]** Fig. 9 Verfahrensschritte mittels eines Flussdiagramms zur Erzeugung elektrischer Energie mittels eines Mikrogenerators.

**[0039]** Die Fig. 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen elektrostatischen Mikrogenerator **1** mit zwei doppellagig angeordneten, polymeren Elektretfolien **2, 22**. Eine Elektretfolie ist definiert als eine dauerhaft elektrostatisch aufgeladene Folie. Einseitig ist eine metallische Schicht als Elektrode auf der Elektretfolie **2, 22** angeordnet. Die Elektretfolien **2, 22** bilden in Doppellage mit zwei metallischen Elektroden Kondensatorplatten **3, 4** zu wenigstens einen Folienkondensator aus. Bevorzugt sind wie in der Fig. 1a gezeigt die doppellagig angeordneten, polymeren Elektretfolien **2, 22** mehrfach flächig zu einem Folienwickel locker gewickelt. Die Fig. 1a zeigt eine dreifache Wicklung. Es versteht sich, dass die Wick-

lung mehr oder weniger als dreifach gewickelt sein kann. Es ergeben sich bei Mehrfachwicklungen somit mehrere in Serie übereinander angeordnete Folienkondensatoren. In dem Mikrogenerator **1** ist zwischen den einzelnen polymeren Elektretfolien **2, 22** ein gasförmiges Fluid, bevorzugt Luft, als Isolationsmedium, in Fluidkammern **5, 6** eingeschlossen. Die Fluidkammer **5, 6** werden durch Kondensatorplatten **3, 4** sowie den Oberflächenseiten der Elektretfolien **2, 22** ohne metallische Schicht gebildet. Es ist ein veränderbarer Abstand der Kondensatorplatten **3, 4** erzeugbar, wenn eine äußere Druckkraft wie in der **Fig. 1b** gezeigt auf den Mikrogenerator **1** einwirkt. Bevorzugt ist jeweils die metallische Schicht direkt auf der Elektretfolie **2, 22** ohne Zwischenspalt einseitig angeordnet, so dass kein Luftspalt zwischen Metallschicht, die entweder als separate Metallfolie ausgebildet ist oder als auf der polymeren Elektretfolie **2, 22** angeordneten Metallisierung ausgebildet ist, und der polymeren Elektretfolie **2, 22** vorliegt. Somit ist jede Elektretfolie **2, 22** ein Träger einer Kondensatorplatte **3, 4**.

**[0040]** Die **Fig. 1b** zeigt die gleiche schematische Querschnittsansicht wie die **Fig. 1a**, mit dem Unterschied, dass flächig auf eine Solldruckfläche **8** von einer Seite gegen eine Lagerfläche **12** der elektrostatische Mikrogenerator **1** aus der **Fig. 1a** mit Druck beaufschlagt wird, so dass die eingelagerte Luft zwischen den doppelten Lagen der polymeren Elektretfolie **2, 22** aus den Fluidkammern **5, 6** herausgedrückt ist. Sowohl im ausdrückenden Prozess als auch im Prozess, der die Luft wieder zwischen die Kondensatorplatten **3, 4** in die Fluidkammer **5, 6** einführt, wird eine abgreifbare Spannung mit einer effektiven Stromstärke erzeugt, die insbesondere nach Gleichrichtung als elektrisches Signal erfassbar ist und einem elektrischen Verbraucher zuführbar ist.

**[0041]** Die **Fig. 2–Fig. 6** bzw. **Fig. 3b–Fig. 6b** zeigen schematische Schnittansichten der **Fig. 1a, Fig. 1b** mit einer hermetisch abgedichteten Hülle **10**.

**[0042]** Die **Fig. 2** zeigt eine schematische vergrößerte Schnittansicht mit zwei doppellagig übereinander angeordneten Elektretfolien **2, 22** zur Bildung des elektrostatischen Mikrogenerators **1**. In dieser Figur sind die permanenten Polarisierungen der Elektretfolien **2, 22** beispielhaft dargestellt. Bei der obersten, ersten Elektretfolie **2** ist deren Oberschicht positiv mit einer metallischen Schicht als Kondensatorplatte **3** geladen. Die untere Seite der Elektretfolie **2** weist eine negative Aufladung ohne metallische Schicht auf. Im entspannten Zustand dem Kondensatoraufbau senkrecht zur Kondensatorplatte **3** folgend ist eine Fluidkammer **5** mit veränderbarer Höhe für das gasförmige Fluid, hier bevorzugt Luft, vorgesehen. Die Höhe der Fluidkammer **5, 6** ist als minimale Höhe zwischen einem direktem Kontakt der Unterseite von der Elektretfolie **2** mit der zweiten Kon-

densatorplatte **4** und als maximale Höhe mit einem definierten Abstand von der Unterseite der Elektretfolie **2** und der Kondensatorplatte **4** veränderbar. Im Aufbau senkrecht zu dem Kondensator ist die metallische Schicht der Kondensatorplatte **4** mit negativer Polarisierung aufgeladen und mit der zweiten Elektretfolie **22** verbunden. Bei der zweiten Elektretfolie **22** ist umgekehrt die Oberseite negativ und die Unterseite positiv geladen. Es folgt im Aufbau eine weitere Fluidkammer **6** mit veränderbarer Höhe und wiederum der gleichen wie zuvor beschriebenen Anordnung einer ersten Elektretfolie **2** mit einer ersten positiv geladenen Elektrode als Kondensatorplatte **3** und nach einer weiteren Fluidkammer **5**, und darauf eine weitere zweite Elektretfolie **22** mit negativ aufgeladener zweiter Elektrode als Kondensatorplatte **4**. Wie in der **Fig. 2** gezeigt, sind jeweils die Seiten der Elektretfolie **2, 22** gleicher Polarität zueinander angeordnet und die Kondensatorplatten gleicher Polarität zusammen zu einer Leitung verschaltet. Die beiden Kondensatorplatten **4** sind also miteinander zu einer Leitung **40** mit negativer Polarisierung verschaltet sowie die beiden positiv geladenen Kondensatorplatten **3**, die die erste Elektrode ausbilden, sind zur positiven Leitung **30** mit positiver Polarisierung verschaltet.

**[0043]** Die **Fig. 3a** zeigt eine schematische Querschnittsansicht des elektrostatischen Mikrogenerators **1** in einer bevorzugten Ausführungsform eingebracht in eine hermetisch abgedichtete Hülle **10**, die ein definiertes Fluidvolumen, hier insbesondere ein Luftvolumen in einem entspannten Zustand aufweist. Im Querschnitt gesehen ist der Folienwickel mit Elektretfolien **2, 22** linksseitig angeordnet, wohingegen auf der rechten Seite die Hülle **10** bis zu einem definierten Minimum verkleinert ist. Über den zwei doppellagig gewickelten Elektretfolien **2, 22** ist auf der Hülle **10** eine Solldruckfläche **8** angeordnet. Gegenüberliegend im Querschnitt gesehen rechts in der **Fig. 3a** dargestellt ist eine entspannte Feder **9** angeordnet, die auf eine Gegendruckfläche **7** von der Hülle **20** drückt. Die Feder **9** dient als Mechanik, die der Solldruckfläche **8** entgegenwirkt.

**[0044]** Die **Fig. 3b** zeigt den elektrostatischen Mikrogenerator **1** in einem Zustand, mit einer maximalen Druckeinwirkung auf die Solldruckfläche **8**, so dass die Fluidkammern **5, 6** mit der veränderbaren Höhe zu einem minimalen Raum mit minimaler Höhe mit im Wesentlichen direktem Kontakt zwischen der negativ geladenen Unterseite der Elektretfolie **2** mit der negativ geladenen metallischen Schicht der zweiten Elektretfolie **22** kontaktieren. Die Luft als Isolationsmedium ist aus dem Folienwickel gedrückt worden und definiert nun einen hermetisch abgedichteten Ausgleichsraum **20** rechtsseitig in der Hülle **10**. Während des Vorgangs der Druckbeaufschlagung auf die Solldruckfläche **8** gemäß der **Fig. 3a** zur **Fig. 3b** erfolgt aufgrund der Abstandsänderung zwischen den Kondensatorplatten **3, 4** eine Kapazitätsänderung. Die-

se Kapazitätsänderung führt zu der gewünschten auftretenden Spannung und ebenso eine Druckbeaufschlagung auf die Gegendruckfläche 7 in umgekehrter Richtung. Mittels der Feder 9 wird wiederum in die Fluidkammern 5 und 6 die vorhandene Luft aus dem Ausgleichsraum 20 gepumpt, so dass die Elektretfolien 2, 22 mit den beiden Elektroden 3, 4 zu einem Zustand gemäß der Fig. 3a aufgeweitet werden.

**[0045]** Die Fig. 4a zeigt im Querschnitt gesehen eine zweite besondere Ausführungsform des elektrostatischen Mikrogenerators 1. Bei diesem elektrostatischen Mikrogenerator 1 sind die metallischen Schichten 3, 4 jeweils mittig auf der Elektretfolie 2, 22 angeordnet, wobei an parallelen Randstreifen ohne metallische Schicht stattdessen elastische Abstandshalter 11 bevorzugt aus Kunststoff angeordnet sind. Die Solldruckfläche 8 befindet sich ebenfalls direkt über den metallischen Schichten der Kondensatorplatten 3, 4 und ebenfalls nicht an den parallelen Randstreifen im Gegensatz zur Fig. 3a, Fig. 3b. Aufgrund der elastischen Abstandshalter 11 werden die Fluidkammer 5 und 6 vordefiniert, so dass die Luft, die aus den Fluidkammern 5, 6 durch Einwirkung von Druckkraft auf die Solldruckfläche 8 herausgedrückt worden ist, leichter wieder hineinfindet. Hierfür ist das Luftvolumen durch die hermetisch abgedichtete Hülle 10 definiert.

**[0046]** Die Fig. 4b zeigt einen elektrostatischen Mikrogenerator 1 im belasteten Zustand mit maximal einwirkenden Druckkraft auf die Solldruckfläche 8. Der rechtsseitig in der Fig. 4b angeordnete Ausgleichsraum 20 ist maximal mit dem Luftvolumen aus den minimal verkleinerten Fluidkammern 5, 6 aufgefüllt. Wie zur Fig. 3a, Fig. 3b beschrieben, wird der Ausgleichsraum 20 wiederum durch eine Mechanik oder äquivalente Mechanik entleert und die Fluidkammern 5, 6 mittels des Luftvolumens wieder vergrößert.

**[0047]** Die Fig. 5, Fig. 5a, Fig. 5b zeigen eine dritte Ausführungsform des elektrostatischen Mikrogenerators 1. Bei dieser besonderen Ausführungsform sind die metallischen Schichten parallel beidseitig jeweils auf der Oberseite einer Elektretfolie 2, 22 angeordnet, wobei mittig ein freier Streifen 23, 24 ohne metallische Schicht angeordnet ist. Diese Ausführungsform hat zwei Solldruckflächen 81, 82, die jeweils über den metallischen Schichten parallel angeordnet sind. Mittig, wo keine metallischen Schichten angeordnet sind, ist somit auch keine Solldruckfläche vorgesehen.

**[0048]** Die Fig. 5 zeigt den oben beschriebenen Folienwickel im entspannten, unbelasteten Zustand. Alle Fluidkammern 51, 52, 61, 62 weisen zwischen den Kondensatorplatten 3, 4 im Wesentlichen das gleiche Luftvolumen und somit die gleiche Größe und Höhe auf.

**[0049]** Die Fig. 5a zeigt eine linksseitige Druckbelastung der schematischen Querschnittsansicht der Fig. 5, so dass die Fluidkammern 51, 52, 61, 62 aus der Fig. 5 zu einem Minimalvolumen mit minimaler Höhe zusammengedrückt sind und das rechtsseitige Volumen mit Luft maximal aufgefüllt ist. Alle Fluidkammern 51, 61 sind soweit geleert, dass die Elektrode 31 somit die hermetische Hülle 10 von der Innenseite her und die Unterseite der zweiten Elektretfolie 22 berührt und die linksseitige negative Elektrode 41 jeweils die Unterseite der ersten Elektretfolie 2 kontaktiert.

**[0050]** Die Fig. 5b zeigt wie anschließend die Solldruckfläche 82 rechtsseitig maximal mit einer Druckkraft auf die Hülle 10 einwirkt, so dass rechtsseitig und die umgekehrte Richtung auch linksseitig eine maximale Kapazitätsänderung erzeugt wird und die Luft in den Fluidkammern 5, 51, 61 parallel zu den Kondensatorplatten 31, 41 und in senkrechter Richtung zur Druckbeaufschlagung aus den Fluidkammern 52, 62 in die vorher geschlossenen Fluidkammern 51, 61 gedrückt wird. Bei dieser Ausführungsform wird somit bei jeder linksseitigen und rechtsseitigen Druckbeaufschlagung eine im Wesentlichen identische elektrische Charakteristik bezüglich Spannung und Stromstärke erzeugt.

**[0051]** Die Fig. 6, Fig. 6a, Fig. 6b zeigen eine weitere verbesserte Ausführungsform der Fig. 5. Bei dieser Ausführungsform sind zwischen den Elektretfolien 2, 22 jeweils mittig Abstandshalter 14 angeordnet. Die Abstandshalter 14 dienen, wie in der Fig. 4a, Fig. 4b beschrieben, dazu, leichter in die entspannten Zustände nach einer Druckkrafteinwirkung auf die Solldruckfläche 81 bzw. 82 zurückzufinden.

**[0052]** Die Fig. 7 zeigt schematisch im Querschnitt gesehen einen erfindungsgemäßen Taster 23 mit einem Tasterelement 25, einem Gehäuse 24 und einem erfindungsgemäßen vorher beschriebenen elektrostatischen Mikrogenerator 1. Bei Betätigung des Tasterelements 25 als zentrale Tastdruckfläche wird eine Druckkraft auf die Solldruckfläche 8 des elektrostatischen Mikrogenerators 1 ausgeübt, so dass eine elektrische Energie und Spannung erzeugt wird. Die rechtsseitig angeordnete Feder 9 führt den Mikrogenerator wieder in einen entspannten Zustand, so dass der Taster 23 erneut betätigt werden kann. Der elektrostatische Mikrogenerator 1 ist an eine Signalsteuerung 26 gekoppelt, die bei Betätigung des Tasterelements 25 die gewandelte elektrische Energie als elektrisches Signal weitergibt, beispielsweise an ein Funkmodul, so dass das Signal des Tasters 23 in einer gesamten elektrischen Anwendung verarbeitet wird.

**[0053]** Die Fig. 8 zeigt die zwei Verfahrensschritte zur Herstellung eines erfindungsgemäßen elektrostatischen Mikrogenerators 1. In einem ersten Verfah-

rensschritt S1 wird eine polymere Elektretfolie **2, 22** mit einer angeordneten metallischen Schicht doppel-  
lagig, flächig und locker gewickelt und in einem zwei-  
ten Schritt S2 wird die gewickelte Elektretfolie **2, 22**  
in einer Hülle **10** mit einem definierten Luftvolumen  
hermetisch dicht verschlossen.

**[0054]** Die **Fig. 9** zeigt die zwei Verfahrensschrit-  
te zur Erzeugung elektrischer Energie mittels eines  
elektrostatischen Mikrogenerators **1**, wie er oben be-  
schrieben wurde. Ein gasförmiges Fluid, hier beson-  
ders bevorzugt Luft, wird in einem ersten Schritt als  
Isolationsmedium parallel zu Kondensatorplatten **3,**  
**4**, die als metallische Schichten auf jeweils einer  
Elektretfolie **2, 22** angeordnet sind, und senkrecht zu  
einer Druckbeaufschlagung auf die Solldruckfläche **8**,  
aus Fluidkammern **5, 6** in einen Ausgleichsraum **20**,  
insbesondere einem Vorratsraum der Hülle **10** Schritt  
S10 herausgedrückt und umgekehrt wird das gasför-  
mige Fluid aus dem Ausgleichsraum **20** von der Hülle  
im Schritt S20 zwischen die Kondensatorplatten **3, 4**  
parallel zur Aufweitung des Abstandes zwischen die-  
sen wieder in die Fluidkammern **5, 6** eingeführt und  
somit zurückgeführt.

**[0055]** Durch das parallele Einführen von Luft und  
umgekehrt dem Herauspressen wird somit ein sehr  
hoher Wirkungsgrad bei einem stabilen Umwand-  
lungsverfahren von mechanischer in elektrische En-  
ergie geschaffen. Es ist somit der elektrostatische Mi-  
krogenerator deutlich einfacher und somit kostenre-  
duzierter herstellbar, wobei auch eine breite Material-  
auswahl möglich ist. Jedes bekannte Elektretmateri-  
al wie zum Beispiel Polytetrafluorethylen (PTFE), Po-  
lyethylenterephthalat (PET), Polyvinylchlorid (PVC)  
etc. oder insbesondere Polyvinylidenfluorid (PVDF)  
kann als Folie verwendet werden.

**[0056]** Obwohl in der vorliegenden Beschreibung ex-  
emplarische Ausführungen erläutert wurden, sei dar-  
auf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwand-  
lungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewie-  
sen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführun-  
gen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutz-  
bereich, die Anwendung und den Aufbau in keiner  
Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fach-  
mann durch die vorausgehende Beschreibung ein  
Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer  
exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse  
Änderungen, insbesondere im Hinblick auf die Funk-  
tion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile,  
vorgenommen werden können, ohne den Schutzbe-  
reich zu verlassen, wie es sich aus den Ansprüchen  
und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen er-  
gibt.

**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 2004/0113526 A1 [0002]



## Schutzansprüche

1. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) mit zwei polymeren, doppellagig übereinander angeordneten Elektretfolien (2, 22) mit jeweils einer einseitig darauf angeordneten metallischen Schicht als Elektrode, wobei die metallischen Schichten jeweils Kondensatorplatten (3, 4) ausbilden und mindestens eine in der Höhe veränderbare Fluidkammer (5, 6) zwischen den Kondensatorplatten (3, 4) ausgebildet ist und ein gasförmiges Fluid in der mindestens einen Fluidkammer (5, 6) als Isolationsmedium dient, wobei mittels Druckbeaufschlagung auf eine Solldruckfläche (8), die parallel zu den Kondensatorplatten (3, 4) außenliegend vorgesehen ist, eine Spannung durch eine Veränderung des Abstands der Kondensatorplatten (3, 4) erzeugbar ist, und das Fluid im Wesentlichen in paralleler Richtung zur Anordnung der Kondensatorplatten (3, 4) und in senkrechter Richtung zur Richtung der Druckbeaufschlagung in die Fluidkammer (5, 6) einführbar und aus der Fluidkammer (5, 6) ausdrückbar ist.

2. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Querschnitt gesehen die Elektretfolien (2, 22) zu mehreren Folienkondensatoren in Serie mit einem veränderbaren Abstand der Kondensatorplatten (3, 4) zu einem Folienwickel flächig gewickelt sind, wobei jeweils Seiten der Elektretfolie (2, 22) gleicher Polarität zueinander angeordnet sind und die Kondensatorplatten (3, 4) als Elektroden gleicher Polarität zusammen zu einer Leitung (30, 40) verschaltet sind.

3. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Schicht (3, 4) und insbesondere die Elektretfolie (2, 22) im Wesentlichen undurchlässig für das gasförmige Fluid, insbesondere Luft, ausgebildet ist.

4. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Schicht (3, 4) als separate Metallfolie auf der polymeren Elektretfolie (2, 22) angeordnet ist oder insbesondere die metallische Schicht (3, 4) auf der polymeren Elektretfolie (2, 22) als Metallisierung ausgebildet ist.

5. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektretfolie (2, 22) in einer für das gasförmige Fluid hermetisch abgedichteten Hülle (10) eingelagert ist.

6. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektretfolie (2, 22) flächig, locker gewickelt und einseitig in der hermetisch abgedichteten Hülle (10) mit ei-

nem definierten Volumen des gasförmigen Fluids angeordnet ist.

7. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektretfolie (2, 22) die metallische Schicht (3, 4) auf der einen Seite vollständig überdeckend aufweist.

8. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektretfolie (2, 22) die metallische Schicht (3, 4) im Wesentlichen mittig auf der einen Seite mit parallelen freien Randstreifen ohne metallische Schicht (3, 4) aufweist, wobei elastische Abstandshalter (11, 14) jeweils zwischen zwei Lagen der Elektretfolie (2, 22) jeweils an den zwei freien Randstreifen ohne metallische Schicht (3, 4) angeordnet sind.

9. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Schicht (3, 4) auf der Elektretfolie (2, 22) einseitig auf parallelen Randstreifen mit einem freien mittigen Streifen ohne metallische Schicht (3, 4) ausgebildet ist.

10. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass elastische Abstandshalter (11, 14) mittig zwischen zwei Lagen der Elektretfolie (2, 22) auf dem freien mittigen Streifen ohne metallischer Schicht (3, 4) angeordnet sind.

11. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Oberseite der Hülle (10) zwei Solldruckflächen (81, 82) angeordnet sind, die abwechselnd betätigbar sind, insbesondere eine Mechanik vorgesehen ist, die abwechselnd beide Solldruckflächen (81, 82) mit einer Druckkraft beaufschlagt, ausgehend von der Beaufschlagung einer definierten zentralen Tastdruckfläche.

12. Elektrostatischer Mikrogenerator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrostatische Mikrogenerator (1) eine Federmechanik aufweist, die einem Zusammendrücken auf die mindestens eine Solldruckfläche (8) entgegenwirkt und zur elektrischen Energieerzeugung angenäherte Kondensatorplatten (3, 4) wieder aufweitet.

13. Taster (23) mit einem elektrostatischen Mikrogenerator (1), nach einem der Ansprüche 11 oder 12, einem gefedert gelagerten Tasterelements (25) und einer Signalsteuerung (26) zur Abgabe eines elektronischen Signals bei Betätigung des Tasterelements

(25) mit Auslösung einer Druckbeaufschlagung auf die Solldruckfläche (8) des Mikrogenerators.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

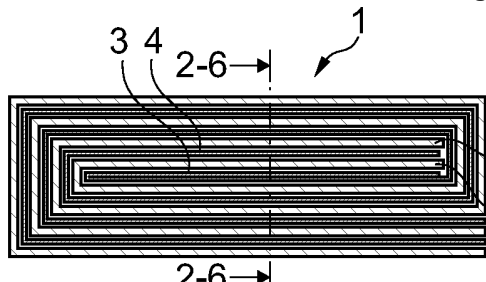


Fig. 1a

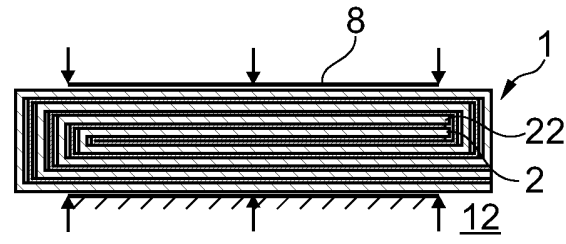


Fig. 1b

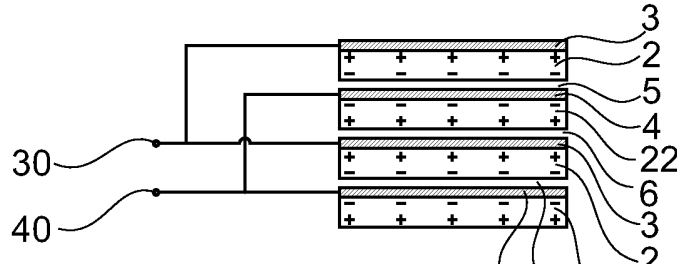


Fig. 2

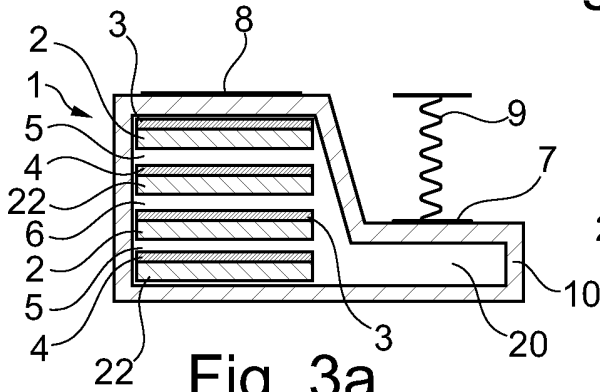


Fig. 3a

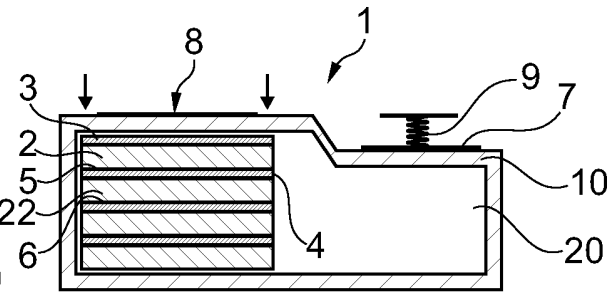


Fig. 3b

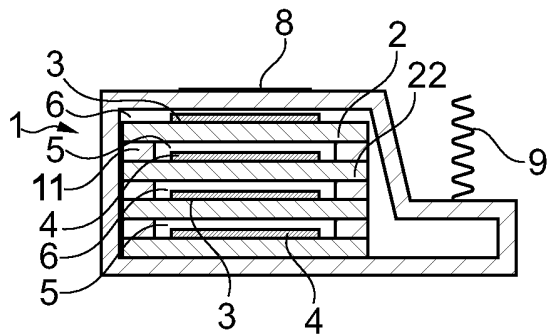


Fig. 4a

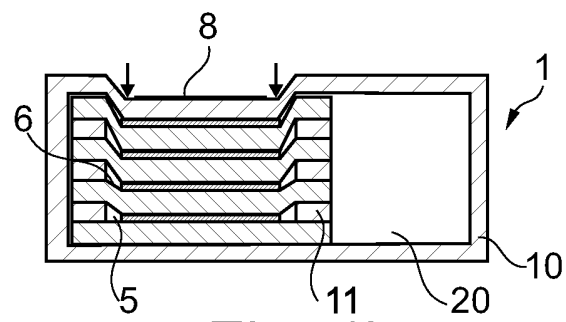


Fig. 4b

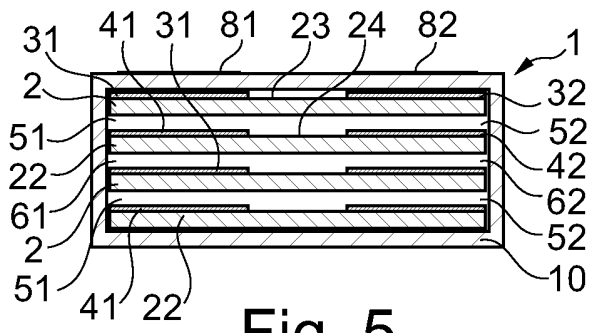


Fig. 5

