

(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
4. März 2010 (04.03.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/022896 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 41/193 (2006.01) H01L 41/083 (2006.01)
H01L 41/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/006062

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. August 2009 (17.08.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08015365.3 30. August 2008 (30.08.2008) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): BAYER MATERIALSCIENCE AG
[DE/DE]; 51368 Leverkusen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JENNINGER, Werner
[DE/DE]; Zülpicher Strasse 34, 50674 Köln (DE).
WAGNER, Joachim [DE/DE]; Semmelweisstr. 135,
51061 Köln (DE). DÖRR, Sebastian [DE/DE]; Weststr.
6, 40597 Düsseldorf (DE). ALTSTÄDT, Volker
[DE/DE]; Albert Einstein Ring 12, 95448 Bayreuth (DE).
LOVERA, Deliani [VE/DE]; Birkenstr. 39, 95447 Bay-
reuth (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: BAYER MATERIALS-
CIENCE AG et al.; Law and Patents, Patents and Licen-
sing, 51368 Leverkusen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

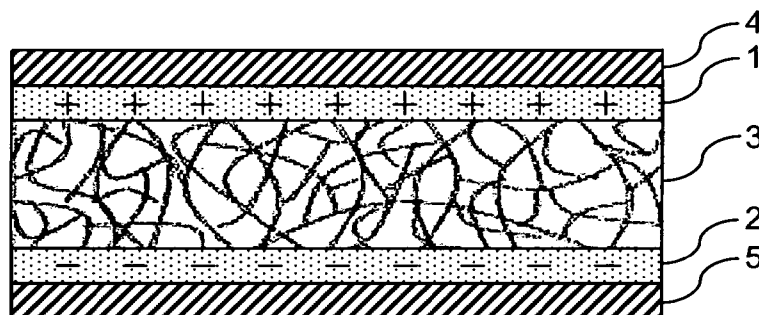
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMECHANICAL CONVERTER

(54) Bezeichnung : ELEKTROMECHANISCHER WANDLER

Fig. 1c



(57) Abstract: The invention relates to an electromechanical converter, to a method for the production thereof, to the use of same, and to the use of polarised and/or charged polycarbonates, aromatic polyethers or polyether imides or mixtures thereof, as electret in an electromechanical converter. The converter comprises at least two electrodes (4, 5), two polymer films (1, 2) with different charges, and a fibrous layer (3) arranged between the two polymer films.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektromechanischen Wandler, ein Verfahren zu dessen Herstellung, dessen Verwendung sowie die Verwendung von polarisierten und/oder aufgeladenen Polycarbonaten, aromatischen Polyethern oder Polyetherimiden oder Mischungen davon als Elektret in einem elektromechanischen Wandler. Der Wandler umfasst mindestens zwei Elektroden (4, 5), zwei Polymerfilme (1, 2) mit unterschiedlicher Ladung und eine dazwischen angeordnete Faserschicht (3).



WO 2010/022896 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

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

Elektromechanischer Wandler

Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandler, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie dessen Verwendung.

Die Fähigkeit einiger Materialien, ein elektrisches Potential aufgrund einer ausgeübten mechanischen Belastung auszubilden, bezeichnet man als Piezoelektrizität.

Etablierte piezoelektrische Materialien sind Blei-Zirkonium-Titanat (PZT) und fluorierte Polymere wie Polyvinylidenfluorid (PVDF).

Piezoelektrisches Verhalten wurde auch in geschäumtem, geschlossenporigen Polypropylen (PP) beobachtet. Um Piezoelektrizität zu erreichen, wird ein solcher Polypropylenschaum in einem hohen elektrischen Feld aufgeladen. Dadurch finden innerhalb der Poren elektrische Durchschläge statt, welche Makrodipole generieren und das Material makroskopisch polarisieren. Derartige Polypropylenferroelektrate können einen piezoelektrischen Koeffizienten von bis zu einigen Hundert Pikocoulomb pro Newton aufweisen. Um die Sensitivität der Sensorwirkung weiter zu erhöhen, wurden Mehrschichtsysteme aus mehreren übereinander gestapelten Schäumen entwickelt. Allerdings ist die Verwendung solcher Polymerferroelektrate insbesondere aufgrund der geringen thermischen Stabilität von Polypropylen auf Temperaturen von weniger als 70°C eingeschränkt. Andere untersuchte Materialien wie z.B. zelluläres Polyethylenterephthalat und zelluläre Cyloolefincopolymere erwiesen sich als relativ steif und zeigten nur einen ziemlich kleinen piezoelektrischen Koeffizienten.

Weiterhin zeigen Doppelschicht-Anordnungen, bei denen eine weiche Polypropylenschicht mit einer harten Polystyrolschicht verbunden ist, Piezoelektrizität. Die Verwendung einer derartigen Doppelschicht-Anordnung ist jedoch ebenfalls aufgrund der geringen thermischen Stabilität von Polypropylen auf Temperaturen von weniger als 70°C einschränkt.

Ferner verwendet man Fluorpolymerfilme zur Verbesserung der Ladungsspeicherung und zur Verbesserung der Anhaftung von herkömmlicherweise nur offenporig herstellbaren Fluorpolymerschäumen an den Elektroden in Mehrschichtanordnungen aus weichen, porösen Filmen und harten Fluorpolymerschichten und in Sandwich-Systemen mit einem weichen, porösen Film zwischen zwei kompakten Fluorpolymerfilmen.

Kacprzyk et al. (Journal of Electrostatics, 1997, 39, Seiten 33 bis 44) beschreiben eine Zweischichtanordnung mit einer aufgeladenen Polytetrafluorethylenschicht und einer elastischen Schicht aus einem Polypropylenvlies.

Von Seggern et al. (J. Appl. Phys., 2006, 99, 024102) beschreiben eine Dreischichtanordnung mit zwei äußeren Fluorethylenpropylenfilmen und einem mittleren faserförmigen Polytetrafluorethylenfilm.

Die Herstellung von Filmen und Fasern aus fluorierten Polymeren ist jedoch aufwändig und mit hohen Kosten verbunden. Darüber hinaus setzen auf fluorierten und anderen halogenierten Polymeren basierende Anordnungen, insbesondere beim Abbrand, toxische und umweltschädliche Verbindungen frei.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war daher, einen elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandler zur Verfügung zu stellen, welcher einen möglichst hohen und möglichst zeit- und/oder temperaturbeständigen piezoelektrischen Koeffizienten aufweist, mit geringen Kosten und/oder einem einfachen Verfahren hergestellt werden kann, und einen möglichst geringen Anteil an fluorierten, insbesondere halogenierten, Polymeren aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandler gelöst, welcher

- 15 - mindestens zwei Elektroden,
 - mindestens zwei Polymerfilme, die eine Ladung mit unterschiedlichem Vorzeichen aufweisen, und
 - mindestens eine Faserschicht
- aufweist,
- 20 wobei eine Faserschicht zwischen zwei Polymerfilmen, insbesondere angrenzend, angeordnet ist, wobei jeder Polymerfilm eine Elektrode kontaktiert, und der dadurch gekennzeichnet ist, dass
- die Faserschicht aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren (Polymerblend) ausgebildet ist, und/oder
- die Polymerfilme aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren
- 25 unfluorierten Polymeren (Polymerblend) ausgebildet sind.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass ein erfindungsgemäßer Wandler einen hohen und zeitbeständigen piezoelektrischen Koeffizienten aufweist, wenn die Polymerfilme und/oder die Faserschicht aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren beziehungsweise aus einem

unhalogenierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unhalogenierten Polymeren ausgebildet sind.

- Vorteilhafterweise ermöglicht dies, den Anteil von fluorhaltigen beziehungsweise halogenhaltigen Komponenten deutlich zu verringern oder sogar den Einsatz von fluorierten oder halogenierten Polymeren beziehungsweise von fluorhaltigen oder halogenhaltigen Komponenten zu vermeiden.

- Wenn eine mechanische Beanspruchung auf einen derartigen Wandler ausgeübt wird, so deformiert sich der Wandler entlang seiner Dicke und ein starkes elektrisches Signal kann an den Polymerfilmen detektiert werden. Damit wird mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Diesen elektromechanischen, insbesondere piezoelektrischen, Effekt bezeichnet man als „direkten“ piezoelektrischen Effekt. Der erfindungsgemäße Wandler kann folglich sowohl als Generator als auch als Sensor eingesetzt werden.

Unter Ausnutzung des entgegengesetzten elektromechanischen, insbesondere piezoelektrischen, Effekts, nämlich der Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Energie, kann der erfindungsgemäße Wandler andererseits gleichermaßen als Aktuator dienen.

- Ein erfindungsgemäßer Wandler kann daher vorteilhafterweise als Sensor, Generator und/oder Aktuator in elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Anwendungen Verwendung finden.

- Bei dem erfindungsgemäßen Wandler hat die Faserschicht die Aufgabe, den Wandler entlang seiner Dicke weicher zu machen und damit dessen Elastizitätsmodul zu erniedrigen. Außerdem ermöglicht die Porosität der Faserschicht den Polungsprozess in den Hohlräumen zwischen den Fasern. Darüber hinaus ermöglicht es diese Faserschicht, die nach dem Aufladungsprozess in den Polymerfilmen gebildeten Ladungsschichten zu separieren.

- Die Faserschicht kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein faserhaltiger Textilstoff sein. Insbesondere kann es sich bei der Faserschicht um ein Gewebe und/oder Gestrick und/oder Gewirk und/oder Vliesstoff und/oder Filz und/oder ein Spinnfaservlies handeln. Die Faserschicht kann grundsätzlich mittels konventionellen Verfahren, beispielsweise mittels Meltblown-, Spunbond-Methoden, hergestellt werden.

- Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Faserschicht eine mittels Elektrosponnen hergestellte Faserschicht, insbesondere ein mittels Elektrosponnen hergestellter Vliesstoff.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann die Faserschicht grundsätzlich aus jedem, insbesondere unfluorierten beziehungsweise unhalogenierten, Polymer ausgebildet sein, welches geeignet ist, den Elastizitätsmodul des Wandlers zu erniedrigen, einen Polungsprozess in den Hohlräumen zwischen den Fasern zu ermöglichen und die nach dem Aufladungsprozess in den Polymerfilmen gebildeten Ladungsschichten zu separieren. Daher eignen sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht nur synthetische, sondern auch natürliche Polymere mit diesen Eigenschaften, beispielsweise Wolle oder Seide, zur Ausbildung der erfindungsgemäßen Faserschicht.

Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Faserschicht ein Elastomer. Beispielsweise kann die Faserschicht aus einem Elastomer ausgebildet sein.

Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Faserschicht aus einem Polycarbonat, einem Polyurethan, einem, insbesondere aromatischen, Polyether, einem Polyimid, insbesondere Polyetherimid, oder einem Polyolefin oder aus einer Mischung davon ausgebildet. Beispielsweise kann die Faserschicht aus einem Polycarbonat, aus Polypropylen, aus Polystyrol, aus Polyphenylenoxid oder aus Polyetherimid ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Faserschicht aus einem Polycarbonat, einem Polyurethan, einem aromatischen Polyether oder einem Polyimid, insbesondere Polyetherimid, oder aus einer Mischung davon ausgebildet. Beispielsweise kann die Faserschicht aus einem Polycarbonat, aus Polyphenylenoxid oder aus Polyetherimid oder aus einer Mischung davon, insbesondere aus einem Polycarbonat, ausgebildet sein.

Geeignete Polycarbonate sind beispielsweise durch Reaktion von Kohlensäurederivaten, wie Diphenylcarbonat, Dimethylcarbonat oder Phosgen, mit Polyolen, bevorzugt Diolen, erhältlich. Beispiele für geeignete Dirole sind dabei Ethylenglykol, 1,2- Propandiol, 1,3-Propandiol, 1,3-Butandiol, 1,4-Butandiol, 1,6-Hexandiol, 1,8-Octandiol, Neopentylglykol, 1,4-Bishydroxymethylcyclohexan, 2-Methyl-1,3-propandiol, 2,2,4-Trimethylpentandiol-1,3, Dipropylenglykol, Polypropylenglykole, Dibutylenglykol, Polybutylenglykole, Bisphenol A, Bisphenol F, Trimethyl-cyclohexyl-bisphenol (Bisphenol-TMC), Mischungen aus diesen und lactonmodifizierte Dirole. Bevorzugt sind Polycarbonate hergestellt Bisphenol A, Bisphenol F, Trimethyl- cyclohexyl-bisphenol (Bisphenol-TMC) und Mischungen daraus und ganz besonders bevorzugt sind Polycarbonate basierend aus Bisphenol A.

Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Faserschicht aus einem Homopolymeren ausgebildet.

Im Rahmen einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Polymer oder das Polymergemisch der Faserschicht mindestens ein Additiv zur Verbesserung der Elektret- und/oder elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Eigenschaften. Das Additiv kann dabei jegliche Polymereigenschaften sowie Parameter verbessern, die eine
5 Auswirkung auf die elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Eigenschaften des Materials haben. Beispielsweise kann das Additiv die Dielektrizitätskonstante, den Elastizitätsmodul, das viskoelastische Verhalten, die Maximaldehnung und/oder die dielektrische Durchschlagsfestigkeit des Polymers beziehungsweise des Polymergemisches verbessern. Vorzugsweise wird ein Additiv eingesetzt, welches die Dielektrizitätskonstante und/oder die
10 elektrische Leitfähigkeit und/oder das Elastizitätsmodul des Polymers erniedrigt und/oder die dielektrische Durchschlagsfestigkeit des Polymers erhöht. Beispielsweise können Tonpartikel, feine keramische Pulver und/oder Weichmacher wie Kohlenwasserstofföle, Mineralöle, Silikonöle und/oder Silikonelastomere, insbesondere mit hohem Molekulargewicht, als Additive eingesetzt werden. Durch die Auswahl von mehreren Additiven können vorteilhafterweise mehrere
15 Materialeigenschaften gleichzeitig verbessert werden. Da die Molzahl der Additive verglichen mit der der Polymere der Faserschicht gering ist, können im Rahmen der vorliegenden Erfindung grundsätzlich auch Additive eingesetzt werden, welche Fluoratome beziehungsweise Halogenatome enthalten. Um den Anteil von fluorhaltigen beziehungsweise halogenhaltigen Komponenten weiter zu verringern, umfasst das Polymer oder das Polymergemisch der
20 Faserschicht vorzugsweise ein Additiv, welches nur wenige oder keine Fluoratome, beziehungsweise Halogenatome, aufweist.

Bei den Polymerfilmen handelt es sich vorzugsweise um kompakte Polymerfilme. Dabei bedeutet der Begriff „kompakt“ im Sinn der vorliegenden Erfindung, dass die Polymerfilme möglichst wenige, insbesondere keine, Einschlüsse wie Gasblasen aufweisen.

25 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können die Polymerfilme grundsätzlich durch alle bekannten Verfahren zur Herstellung von, insbesondere dünnen, Filmen hergestellt werden. Beispielsweise können die Polymerfilme unabhängig voneinander über Extrusion, Rakeln, insbesondere Lösungsrakeln, Schleudern, insbesondere Lackschleudern, oder Sprühen hergestellt werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können jedoch auch kommerziell erhältliche
30 Polymerfilme verwendet werden.

Die Polymerfilme können im Rahmen der vorliegenden Erfindung unabhängig voneinander eine Filmdicke von $\geq 10 \mu\text{m}$ bis $\leq 150 \mu\text{m}$, beispielsweise von $\geq 20 \mu\text{m}$ bis $\leq 70 \mu\text{m}$, insbesondere von $\geq 20 \mu\text{m}$ bis $\leq 50 \mu\text{m}$, aufweisen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können die Polymerfilme grundsätzlich aus jedem, insbesondere unfluorierten beziehungsweise unhalogenierten, Polymer beziehungsweise Polymergemisch ausgebildet sein, welches geeignet ist, Ladung über einen langen Zeitraum, beispielsweise einige Monate oder Jahre, zu halten.

- 5 Im Rahmen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Polymerfilme unabhängig voneinander aus einem Polycarbonat, einem, insbesondere aromatischen, Polyether, einem Polyimid, insbesondere einem Polyetherimid, oder einem Polyolefin oder aus einer Mischung davon ausgebildet. Beispielsweise können die Polymerfilme unabhängig voneinander aus einem Polycarbonat, aus Polypropylen, aus Polystyrol, aus Polyphenylenoxid oder aus Polyetherimid
10 ausgebildet sein.

- Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Polymerfilme unabhängig voneinander aus einem Polycarbonat, einem aromatischen Polyether oder einem Polyimid, insbesondere einem Polyetherimid, oder aus einer Mischung davon ausgebildet. Beispielsweise können die Polymerfilme unabhängig voneinander aus einem
15 Polycarbonat, aus Polyphenylenoxid oder aus Polyetherimid oder aus einer Mischung davon, insbesondere aus einem Polycarbonat, ausgebildet sein. Derartige Polymere können die eingebrachte Polarisierung vorteilhafterweise über lange Zeit halten.

- Geeignete Polycarbonate sind beispielsweise durch Reaktion von Kohlensäurederivaten, wie Diphenylcarbonat, Dimethylcarbonat oder Phosgen, mit Polyolen, bevorzugt Diolen, erhältlich.
20 Beispiele für geeignete Diole sind dabei Ethylenglykol, 1,2- Propandiol, 1,3-Propandiol, 1,3-Butandiol, 1,4-Butandiol, 1,6-Hexandiol, 1,8-Octandiol, Neopentylglykol, 1,4-Bishydroxymethylcyclohexan, 2-Methyl-1,3-propandiol, 2,2,4-Trimethylpentandiol-1,3, Dipropylenglykol, Polypropylenglykole, Dibutylenglykol, Polybutylenglykole, Bisphenol A, Bisphenol F, Trimethyl-cyclohexyl-bisphenol (Bisphenol-TMC), Mischungen aus diesen und
25 lactonmodifizierte Diole. Bevorzugt sind Polycarbonate hergestellt Bisphenol A, Bisphenol F, Trimethyl- cyclohexyl-bisphenol (Bisphenol-TMC) und Mischungen daraus und ganz besonders bevorzugt sind Polycarbonate basierend aus Bisphenol A.

Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Polymerfilme unabhängig voneinander aus einem Homopolymeren ausgebildet.

- 30 Im Rahmen einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Polymer oder das Polymergemisch der Polymerfilme mindestens ein Additiv zur Verbesserung der Elektret- und/oder elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Eigenschaften. Das Additiv kann dabei jegliche Polymereigenschaften sowie Parameter verbessern, die eine

Auswirkung auf die elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Eigenschaften des Materials haben. Beispielsweise kann das Additiv die Elektreteigenschaften, die Dielektrizitätskonstante, den Elastizitätsmodul, das viskoelastische Verhalten, die Maximaldehnung und/oder die dielektrische Durchschlagsfestigkeit des Polymers beziehungsweise des Polymergemisches verbessern. Vorzugsweise werden ein Additiv oder mehrere Additive eingesetzt, welche die Elektreteigenschaften verbessern, das heißt, welche die Ladungsspeicherfähigkeit erhöhen, die elektrische Leitfähigkeit erniedrigen und/oder die dielektrische Durchschlagsfestigkeit des Polymers erhöhen. Beispielsweise können Tonpartikel, feine keramische Pulver und/oder Weichmacher wie Kohlenwasserstofföle, Mineralöle, Silikonöle und/oder Silikonelastomere, insbesondere mit hohem Molekulargewicht, als Additive eingesetzt werden. Durch die Auswahl von mehreren Additiven können vorteilhafterweise mehrere Materialeigenschaften gleichzeitig verbessert werden. Da die Molzahl der Additive verglichen mit der der Polymere der Polymerschicht gering ist, können im Rahmen der vorliegenden Erfindung grundsätzlich auch Additive eingesetzt werden, welche Fluoratome beziehungsweise Halogenatome enthalten. Um den Anteil von fluorhaltigen beziehungsweise halogenhaltigen Komponenten weiter zu verringern, umfasst das Polymer oder das Polymergemisch der Polymerfilme vorzugsweise ein Additiv, welches nur wenige oder keine Fluoratome, beziehungsweise Halogenatome, aufweist.

Neben den zwei Polymerfilmen, zwischen denen die Faserschicht angeordnet ist, kann der erfindungsgemäße Wandler einen oder mehrere weitere Polymerfilme aufweisen. Ein solcher weiterer Polymerfilm kann beispielsweise auf der Seite eines an die Faserschicht angrenzenden Polymerfilms angeordnet sein, welche der an die Faserschicht angrenzenden Seite gegenüber liegt.

Die Elektroden können im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch strukturiert sein. Beispielsweise können die Elektroden derart strukturiert sein, dass der Wandler aktive und passive Bereiche aufweist. Insbesondere können die Elektroden derart strukturiert sein, dass, insbesondere im Sensor-Modus, die Signale orts aufgelöst detektiert und/oder, insbesondere im Aktuator-Modus, die aktiven Bereiche gezielt angesteuert werden können. Dies kann beispielsweise dadurch erzielt werden, dass die aktiven Bereiche mit Elektroden versehen sind, wohingegen die passiven Bereiche keine Elektroden aufweisen.

Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wandlers weist der Wandler zwei oder mehr aufeinander gestapelte Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten auf. Insbesondere wird dabei jeder Polymerfilm von einer Elektrode kontaktiert. Vorzugsweise sind dabei zwei benachbarte Polymerfilme unterschiedlicher Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten mit einer gleichen Polarisierung aufgeladen. Insbesondere können dabei zwei benachbarte

Polymerfilme unterschiedlicher Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten die gleiche Elektrode kontaktieren.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Wandlers. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst dabei die

5 Verfahrensschritte:

- a) Bereitstellen von mindestens zwei Polymerfilmen,
- b) gegebenenfalls Tempern der Polymerfilme,
- c1) Bereitstellen einer Faserschicht,
- c2) Anordnen der Faserschicht auf einem der Polymerfilme,
- 10 c3) Anordnen des zweiten Polymerfilms auf der Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung
- d) Zusammenfügen der Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung unter Anwendung eines erhöhten Drucks und/oder einer erhöhten Temperatur, und
- e) Aufladen der Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung.

wobei die Elektroden (4, 5) bereits mit den Polymerfilmen (1, 2) bereitgestellt werden oder nach
15 dem Anordnen oder nach dem Zusammenfügen oder nach dem Aufladen in Kontakt mit den Polymerfilmen (1, 2) gebracht werden.

Die Polymerfilme können dabei durch eine bekannte Herstellungsmethode für, insbesondere dünne, Filme, beispielsweise durch Extrusion, Rakeln, insbesondere Lösungsrakeln, Schleudern, insbesondere Lackschleudern, oder Sprühen, oder durch den Einsatz von kommerziell erhältlichen
20 Polymerfilmen, bereitgestellt werden.

Zur Verbesserung des Elektretverhaltens der Polymerfilme hat es sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Polymerfilme vor dem Aufladungsprozess bevorzugt für ≥ 5 min bis ≤ 24 h bei ≥ 90 °C bis ≤ 200 °C, zum Beispiel ≥ 10 min bis ≤ 12 h bei ≥ 120 °C bis ≤ 180 °C, besonders bevorzugt ≥ 10 min bis ≤ 40 min bei
25 ≥ 135 °C bis ≤ 150 °C getempert werden.

Die Elektroden können im Rahmen der vorliegenden Erfindung Metalle, Halbleiter und/oder elektrisch leitende Polymere umfassen oder daraus ausgebildet sein. Vorzugsweise handelt es sich bei den Elektroden um eine dünne Elektrodenmaterialsicht. Vorzugsweise ist eine derartige Elektrodenmaterialsicht auf der Seite eines Polymerfilms ausgebildet, welche im

herzustellenden Wandler der an die Faserschicht angrenzenden Seite des Polymerfilms gegenüberliegt. Die Elektrodenmaterialsicht kann beispielsweise durch Sputtern, Aufdampfen, Rakeln auf einen Polymerfilm aufgebracht werden. Insofern der erfindungsgemäße Wandler zwei oder mehr aufeinander gestapelte Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten aufweist, können zwei benachbarte Polymerfilme unterschiedlicher Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten die gleiche Elektrode kontaktieren.

Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform können die zwei Verfahrensschritte c1) und c2) in einem Verfahrensschritt durchgeführt werden, indem beispielsweise eine Faserschicht mittels Elektroverspinnen einer Polymerlösung direkt auf einem der Polymerfilme aufgebracht wird.

Als Verfahren zur Herstellung von Fasern eignet sich beispielsweise ein Meltblow- oder Spunbond-Verfahren oder ein Mehrkomponenten-Verfahren oder Elektroverspinnen. Beispielsweise kann die Faserschicht mittels eines Meltblow- oder Spunbond-Verfahrens, in dem eine Polymerschmelze mit hohem Druck durch eine oder mehrere Düsen gepresst wird, oder mittels eines Mehrkomponenten-Verfahrens, in dem Fasern mit Komponenten aus unterschiedlichen Polymeren durch Extrusion, insbesondere mittels Wasserdüsen, hergestellt werden, direkt auf einem der Polymerfilme aufgebracht werden.

Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Faserschicht mittels Elektroverspinnen einer Polymerlösung oder Polymerschmelze direkt auf einem der Polymerfilme aufgebracht.

Dabei beruht der Elektrosppinnprozess auf der Bildung von Polymerfilamenten, welche entstehen, wenn eine Polymerlösung oder Polymerschmelze einer hohen elektrischen Spannung ausgesetzt wird. Der Standardaufbau besteht bei Elektrosppinnen aus einer Spritze, welche die Polymerlösung oder Polymerschmelze enthält, einer Hochspannungsquelle und einem geerdeten Kollektor. Wenn die Lösung oder Schmelze einer hohen elektrischen Spannung ausgesetzt wird, bildet sich am Spritzenende ein elektrisch geladener Lösungsstrahl beziehungsweise Schmelzestrah, welcher sich von der Spitze wegbewegt. Dabei wird er zum einen verlängert und zum anderen konusförmig von der Spritze weggepeitscht. Gleichzeitig verdampft das Lösungsmittel beziehungsweise erstarrt die Schmelze und die Fasern werden auf dem Kollektor abgelegt. Aufgrund des Elektrosppinnprozesses sind auf diesem Wege hergestellte Fasern - im Gegensatz zu über Meltblown- und Spunbond-Verfahren hergestellten Fasern - bereits von Natur aus aufgeladen. Die Fähigkeit des Materials, die intrinsische Ladung zu speichern, hängt zum einen von seinem Elektretverhalten und zum anderen von den Lagerungsbedingungen ab. Die in den Fasern verbleibende Ladung kann das elektromechanische, beispielsweise piezoelektrische, Verhalten der gesamten Anordnung in positiver Weise beeinflussen.

Zum Elektroverspinnen eines Polymers oder einer Polymermischung kann ein Lösungsmittel oder eine Lösungsmittelmischung verwendet werden. Zum Elektronenspinnen von Polycarbonaten kann beispielsweise Tetrahydrofuran, Dimethylformamid, Dichlormethan oder Chloroform oder eine Mischung davon verwendet werden. Die Polymerkonzentration kann beim Elektrospinnen in
5 einem Bereich von ≥ 5 Gewichtsprozent bis ≤ 30 Gewichtsprozent, beispielsweise von ≥ 10 Gewichtsprozent bis ≤ 25 Gewichtsprozent, insbesondere von ≥ 15 Gewichtsprozent bis ≤ 20 Gewichtsprozent, liegen. Die Spannung kann beim Elektrospinnen in einem Bereich von ≥ 15 kV bis ≤ 40 kV, beispielsweise von ≥ 20 kV bis ≤ 35 kV, insbesondere von ≥ 25 kV bis ≤ 30 kV, liegen. Die Flussrate kann beim Elektrospinnen in einem Bereich von $\geq 0,001$ ml/min bis
10 ≤ 2 ml/min, beispielsweise von $\geq 0,005$ ml/min bis ≤ 1 ml/min, insbesondere von $\geq 0,01$ ml/min bis $\leq 0,5$ ml/min, liegen. Die Abstand zwischen Spritze und Kollektor kann beim Elektrospinnen in einem Bereich von ≥ 1 cm bis ≤ 35 cm, beispielsweise von ≥ 5 cm bis ≤ 30 cm, insbesondere von ≥ 10 cm bis ≤ 25 cm, liegen.

Das Zusammenfügen der Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung unter Anwendung
15 eines erhöhten Drucks und/oder einer erhöhten Temperatur kann beispielsweise zwischen zwei heißen, sich drehenden Zylindern erfolgen. Der Druck und die Temperatur werden vorzugsweise dabei derart ausgewählt, dass sich die Polymerfilme mit der Faserschicht verbinden, wobei die Faserstruktur der Faserschicht nicht zerstört wird.

Das Aufladen der Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung kann im Rahmen der
20 vorliegenden Erfindung beispielsweise durch Triboaufladung, Elektronenstrahlbeschuss, Anlegen einer elektrischen Spannung an die Elektroden oder Coronoentladung erfolgen. Im Rahmen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt das Aufladen der Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung durch eine Zweielektroden-Corona-Anordnung. Dabei kann die Nadelspannung mindestens ≥ 20 kV, beispielsweise mindestens ≥ 25 kV, insbesondere mindestens
25 ≥ 30 kV, betragen. Die Aufladezeit kann dabei mindestens ≥ 20 s, beispielsweise mindestens ≥ 30 s, insbesondere mindestens ≥ 1 min, betragen.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung eines, insbesondere polarisierten und/oder aufgeladenen, Polycarbonats, eines, insbesondere polarisierten und/oder aufgeladenen, aromatischen Polyethers, insbesondere Polyphenylenoxid, oder eines, insbesondere
30 polarisierten und/oder aufgeladenen, Polyimids, insbesondere Polyetherimids, oder einer Mischung davon, als Elektret in einem elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandler. Vorzugsweise wird dabei ein Polycarbonat oder eine Polycarbonatmischung als Elektret in einem elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandler verwendet.

- Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung eines erfindungsgemäßen Wandlers als Sensor, Generator und/oder Aktuator, beispielsweise im elektromechanischen und/oder elektroakustischen Bereich, insbesondere im Bereich der Akustik, des Ultraschalls, der medizinischen Diagnostik, der akustischen Mikroskopie, der Sensorik, der Robotik und/oder der
- 5 Kommunikationstechnologie, insbesondere in Lautsprechern, Schwingungswandlern, Lichtdeflektoren, Membranen, Modulatoren für Glasfaseroptik, pyroelektrischen Detektoren, Kondensatoren und Kontrollsystemen.

Zeichnungen und Beispiele

Der Aufbau und die Herstellung eines erfindungsgemäßen elektromechanischen, beispielsweise piezoelektrischen, Wandlers wird anhand der Zeichnungen und der folgenden
5 Versuchsbeschreibung näher erläutert. Dabei ist zu beachten, dass die Zeichnungen und die Versuchsbeschreibung nur einen beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken.

Zeichnungen

Es zeigen:

- 10 Fig. 1a einen schematischen Querschnitt durch die Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung eines erfindungsgemäßen Wandlers vor dem Aufladungsprozess;

Fig. 1b einen schematischen Querschnitt durch die in Fig. 1a gezeigte Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Anordnung eines erfindungsgemäßen Wandlers nach dem Aufladungsprozess;

- 15 Fig. 1c einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Wandler mit Elektroden; und

Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Wandler mit drei aufeinander gestapelten Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten.

- Figur 1a zeigt, dass ein erfindungsgemäße Wandler mindestens zwei Polymerfilme 1, 2 und eine
20 Faserschicht 3 aufweist. Dabei ist die Faserschicht 3 zwischen zwei Polymerfilmen 1, 2 angrenzend angeordnet. Erfindungsgemäß kann die Faserschicht 3 dabei aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren ausgebildet sein. Wie die nachfolgend beschriebenen Versuche zeigen, können darüber hinaus auch die Polymerfilme 1, 2 aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren
25 ausgebildet sein.

Figur 1b zeigt die Ladungsverteilung nach dem Aufladen der Polymerfilm-1-Faserschicht-3-Polymerfilm-2-Anordnung aus Figur 1a. Figur 1b veranschaulicht, dass die positiven Ladungen auf dem einen Polymerfilm 1 und die negativen Ladungen auf dem anderen Polymerfilm 2 lokalisiert sind.

Figur 1c zeigt, dass bei einem erfindungsgemäßen Wandler aus Fig. 1a und 1b jeder Polymerfilm 1, 2 eine Elektrode 4, 5 kontaktiert. Im Rahmen der in Figur 1c gezeigten Ausführungsform sind die Elektroden 4, 5 als Elektrodenmaterialschi-
5 cht auf der Seite eines Polymerfilms 1, 2 ausgebildet, welche der an die Faserschicht 3 angrenzenden Seite des Polymerfilms gegenüberliegt.

Figur 2 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Wandler mit drei aufeinander gestapelten Polymerfilm-1-Faserschicht-3-Polymerfilm-2-Einheiten. Figur 2 veranschaulicht, dass zwei benachbarte Polymerfilme 2a, 1b; 2b, 1c unterschiedlicher Polymerfilm-1-Faserschicht-3-Polymerfilm-2-Einheiten mit einer gleichen Polarisierung aufgeladen
10 sind und dabei die gleiche Elektrode 5ab, 5bc kontaktieren. Figur 2 zeigt darüber hinaus eine Möglichkeit des Anschlusses der Elektroden 4a, 5ab, 5bc, 5c an eine Spannungs/Strom-Mess/Versorgungs/Speicher-Vorrichtung 6.

Beispiele

15 Als Polymerfilme wurden dünne, kompakte Polycarbonatfilme mit einer Filmdicke von etwa 40 µm mittels Lösungsra-
keln, insbesondere mit Dichlormethan und/oder Chloroform als Lösungsmittel, hergestellt. Die Polycarbonatfilme wurden vorsichtig getrocknet, um das verbleibende Lösungsmittel vollständig zu entfernen.

Als Faserschicht wurde anschließend mittels Elektroverspinnen einer Polycarbonatlösung eine
20 Polycarbonatfaservliesmembran direkt auf einen gerakelten Polycarbonatfilm aufgebracht.

Zum Elektroverspinnen von Polycarbonat wurden dabei reine und gemischte Lösungsmittelsysteme aus Tetrahydrofuran, Dimethylformamid, Dichlormethan und Chloroform verwendet. Die Polymerkonzentration betrug zwischen 15 Gewichtsprozent und 20 Gewichts-
25 prozent. Die Spannung betrug zwischen 25 kV und 30 kV, die Flussrate zwischen 0,01 ml/min und 0,5 ml/min und der Abstand zwischen Spitze und Kollektor betrug zwischen 10 cm und 25 cm.

Als zweiter Polymerfilm wurde anschließend auf der Polycarbonatfaservliesmembran ein weiterer gerakelter Polycarbonatfilm angeordnet. Die resultierende Dreischicht-Komposit-Anordnung wurde zwischen zwei heißen, sich drehenden Zylindern zusammengefügt. Dabei wurden der Druck und die Temperatur gerade so hoch gewählt, dass sich die kompakten Filme mit der
30 Polycarbonatfaservliesmembran verbinden, während die Faserstruktur der Polycarbonatfaservliesmembran erhalten bleibt.

Anschließend wurde die Anordnung mit einer Zweielektroden-Corona-Anordnung mit einer Nadelspannung von mindestens 25 kV und Aufladezeiten von wenigstens 30 s aufgeladen.

Die nach diesem Verfahren hergestellten, erfindungsgemäßen Dreischicht-Komposit-Anordnungen zeigten 48 Stunden nach dem Aufladen einen quasistatischen piezoelektrischen Koeffizienten von

5 $\geq 600 \text{ pC/N}$ bis $\leq 1000 \text{ pC/N}$.

Patentansprüche

1. Ein elektromechanischer Wandler, aufweisend

- mindestens zwei Elektroden (4, 5),
- mindestens zwei Polymerfilme (1, 2), die eine Ladung mit unterschiedlichem Vorzeichen aufweisen, und
- mindestens eine Faserschicht (3),

wobei eine Faserschicht (3) zwischen zwei Polymerfilmen (1, 2) angeordnet ist, wobei jeder Polymerfilm (1, 2) eine Elektrode (4, 5) kontaktiert,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Faserschicht (3) aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren ausgebildet ist und/oder die Polymerfilme (1, 2) aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren ausgebildet sind.

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (3) ein faserhaltiger Textilstoff ist.

3. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (3) ein Gewebe, Gestrick, Gewirk, Vliesstoff, Filz oder Spinnfaservlies ist.

4. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (3) eine mittels Elektrosinnen hergestellte Faserschicht ist.

5. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (3) aus einem Elastomer ausgebildet ist.

6. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfilme (1, 2) eine Filmdicke von $\geq 10 \mu\text{m}$ bis $\leq 150 \mu\text{m}$ aufweisen.

7. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfilme (1, 2) unabhängig voneinander aus einem Polycarbonat, einem aromatischen Polyether oder einem Polyetherimid oder aus einer Mischung davon ausgebildet sind.

8. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfilme (1, 2) unabhängig voneinander aus einem Polycarbonat, aus Polyphenylenoxid oder aus Polyetherimid oder aus einer Mischung davon ausgebildet sind.
9. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfilme (1, 2)
5 unabhängig voneinander aus einem Homopolymeren ausgebildet sind.
10. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer oder das Polymergemisch der Polymerfilme (1, 2) mindestens ein Additiv zur Verbesserung der Elektret- und/oder elektromechanischen Eigenschaften umfasst.
11. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wandler zwei oder mehr
10 aufeinander gestapelte Polymerfilm-Faserschicht-Polymerfilm-Einheiten (1a-3a-2a, 1b-3b-2b, 1c-3c-2c) aufweist.
12. Verfahren zur Herstellung eines Wandlers nach Anspruch 1, umfassend die Verfahrensschritte:
- a) Bereitstellen von mindestens zwei Polymerfilmen (1, 2),
- 15 b) gegebenenfalls Tempern der Polymerfilme (1, 2),
- c1) Bereitstellen mindestens einer Faserschicht (3),
- c2) Anordnen einer Faserschicht (3) auf einem der Polymerfilme (2),
- c3) Anordnen eines zweiten Polymerfilms (1) auf der Faserschicht-(3)-Polymerfilm-(2)-Anordnung
- 20 d) Zusammenfügen der Polymerfilm-(1)-Faserschicht-(3)-Polymerfilm-(2)-Anordnung unter Anwendung eines erhöhten Drucks und/oder einer erhöhten Temperatur, und
- e) Aufladen der Polymerfilm-(1)-Faserschicht-(3)-Polymerfilm-(2)-Anordnung,
- wobei die Elektroden (4, 5) bereits mit den Polymerfilme (1, 2) bereitgestellt werden oder
25 nach dem Anordnen oder nach dem Zusammenfügen oder nach dem Aufladen in Kontakt mit den Polymerfilmen (1, 2) gebracht werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte c1) und c2) in einem Verfahrensschritt durchgeführt werden, indem die Faserschicht (3) mittels

eines Verfahrens zur Herstellung von Fasern direkt auf einem der Polymerfilme (2) aufgebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserschicht (3) mittels Elektroverspinnen einer Polymerlösung oder Polymerschmelze direkt auf einem der Polymerfilme (2) aufgebracht wird.
15. Verwendung eines polarisierten und/oder aufgeladenen Polycarbonats, eines polarisierten und/oder aufgeladenen aromatischen Polyethers oder eines polarisierten und/oder aufgeladenen Polyetherimids oder einer Mischung davon, als Elektret in einem elektromechanischen Wandler.

Fig. 1a

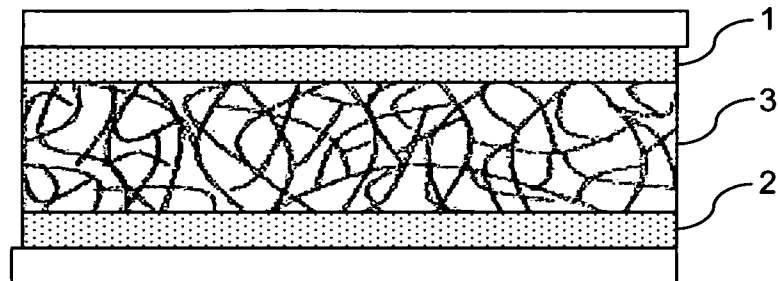


Fig. 1b

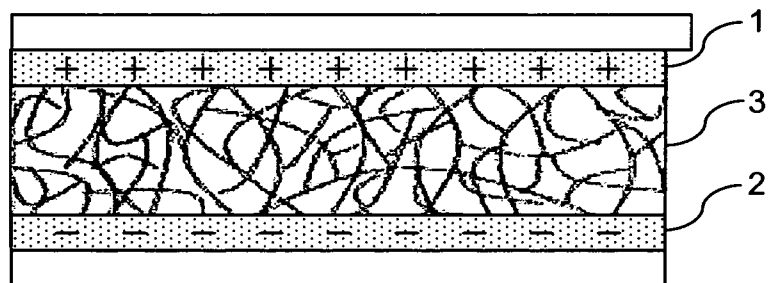


Fig. 1c

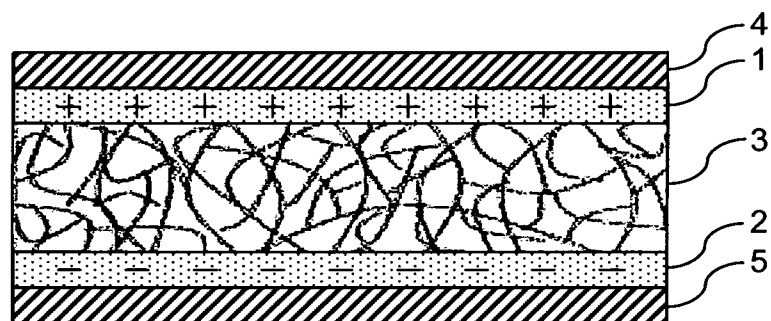
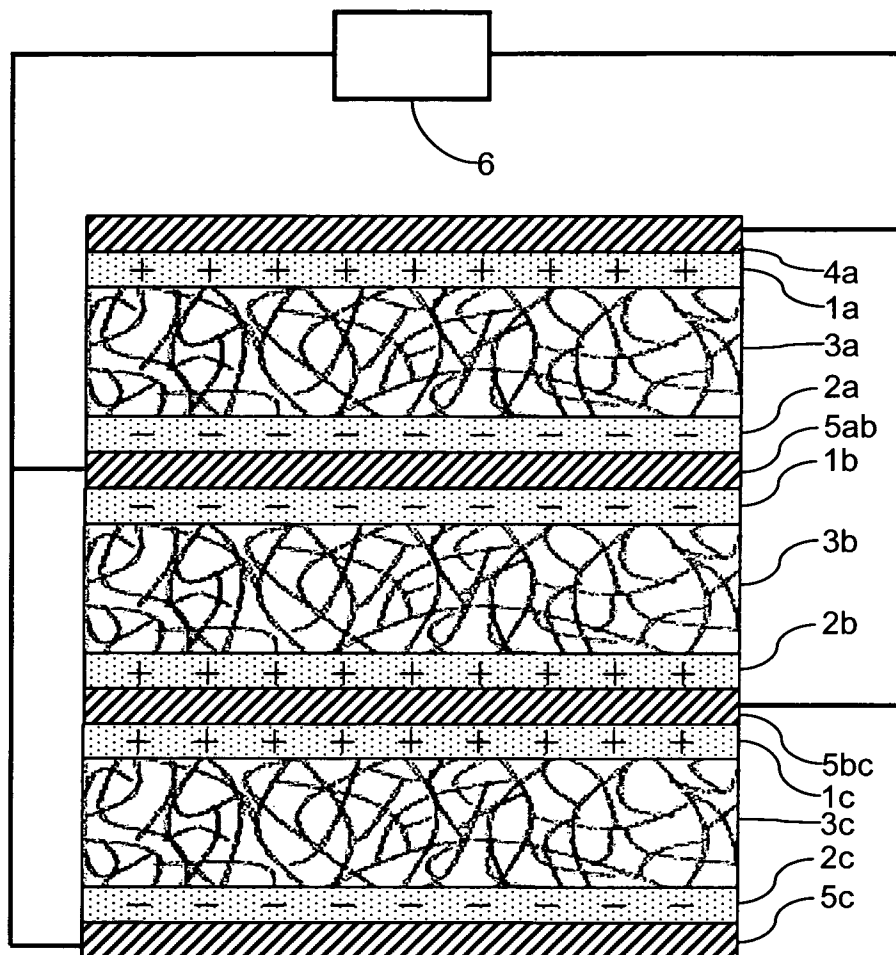


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/006062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/193 H01L41/26 H01L41/083

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006 312299 A (NAMITA YASUO) 16 November 2006 (2006-11-16) paragraphs [0006], [0007]; figure 1	1-3, 6, 9-10, 12
A	HU Z ET AL: "Breakdown-induced polarization buildup in porous fluoropolymer sandwiches: a thermally stable piezoelectret" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 99, no. 2, 15 January 2006 (2006-01-15), pages 024102/1-5, XP012083633 ISSN: 0021-8979 cited in the application page 1, right-hand column - page 2, left-hand column; figure 1	1, 12

☐ 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 document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2009

Date of mailing of the international search report

19/01/2010

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

Köpf, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2009/006062

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

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

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

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

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

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

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

see supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

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

1-14

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

PCT/ISA/ 210

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

1. Claims 1-14

Electromechanical converter comprising at least two electrodes, at least two polymer films with different charges and at least one fibrous layer between the two polymer films, the fibrous layer and/or the polymer films being made of an unfluorinated polymer or a mixture of several unfluorinated polymers, and method for producing such a converter.

2. Claim 15

Use of a polarised and/or charged polycarbonate as electret in an electromechanical converter.

3. Claim 15

Use of a polarised and/or charged aromatic polyether as electret in an electromechanical converter.

4. Claim 15

Use of a polarised and/or charged polyether imide as electret in an electromechanical convert.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/006062

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2006312299 A	16-11-2006	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006062

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L41/193 H01L41/26 H01L41/083

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2006 312299 A (NAMITA YASUO) 16. November 2006 (2006-11-16) Absätze [0006], [0007]; Abbildung 1 -----	1-3,6, 9-10,12
A	HU Z ET AL: "Breakdown-induced polarization buildup in porous fluoropolymer sandwiches: a thermally stable piezoelectret" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd. 99, Nr. 2, 15. Januar 2006 (2006-01-15), Seiten 024102/1-5, XP012083633 ISSN: 0021-8979 in der Anmeldung erwähnt Seite 1, rechte Spalte - Seite 2, linke Spalte; Abbildung 1 -----	1,12

☐ 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" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. November 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/01/2010

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

Köpf, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/006062

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

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

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

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

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

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-14

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

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

1. Ansprüche: 1-14

Elektromechanischer Wandler mit mindestens zwei Elektroden, mindestens zwei Polymerfilmen mit unterschiedlicher Ladung und mindestens einer Faserschicht zwischen zwei Polymerfilmen, wobei die Faserschicht und/oder die Polymerfilme aus einem unfluorierten Polymer oder aus einer Mischung aus mehreren unfluorierten Polymeren ausgebildet sind, sowie Verfahren zur Herstellung eines solchen Wandlers

2. Anspruch: 15

Verwendung eines polarisierten und/oder aufgeladenen Polycarbonats als Elektret in einem elektromechanischen Wandler

3. Anspruch: 15

Verwendung eines polarisierten und/oder aufgeladenen aromatischen Polyethers als Elektret in einem elektromechanischen Wandler

4. Anspruch: 15

Verwendung eines polarisierten und/oder aufgeladenen Polyetherimids als Elektret in einem elektromechanischen Wandler

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006062

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2006312299 A	16-11-2006	KEINE	