



(11) **EP 2 091 269 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**05.11.2014 Patentblatt 2014/45**

(51) Int Cl.:  
**H04R 25/00** <sup>(2006.01)</sup> **H04R 15/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**H04R 17/00** <sup>(2006.01)</sup> **H04R 17/02** <sup>(2006.01)</sup>

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**07.09.2011 Patentblatt 2011/36**

(21) Anmeldenummer: **09150491.0**

(22) Anmeldetag: **14.01.2009**

(54) **Wasserresistentes Hörgerät**

Water resistant hearing aid

Appareil auditif résistant à l'eau

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **15.02.2008 DE 102008009284**  
**15.02.2008 US 28946 P**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.08.2009 Patentblatt 2009/34**

(73) Patentinhaber: **Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.**  
**Singapore 139959 (SG)**

(72) Erfinder:  
• **Reithinger, Jürgen**  
**91077 Neunkirchen am Brand (DE)**  
• **Weistenhöfer, Christian**  
**91088 Bubenreuth (DE)**

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**  
**Siemens AG**  
**Postfach 22 16 34**  
**80506 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 799 009** **WO-A1-93/25053**  
**DE-T5-112006 000 463** **JP-A- 9 215 098**  
**JP-A- 2004 227 980** **JP-A- 2004 235 870**  
**US-A- 4 729 366** **US-A- 5 772 575**  
**US-B1- 7 123 733**

- **HILLENBRAND J ET AL:** "Piezoelectret microphones with high sensitivity", **ELECTRETS, 2005. ISE-12. 2005 12TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SALVADOR, BAHIA, BRAZIL 11-14 SEPT. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 11. September 2005 (2005-09-11), Seiten 125-128, XP010905727, DOI: DOI:10.1109/ISE. 2005.1612334 ISBN: 978-0-7803-9116-1**
- **X. ZHANG ET AL.:** 'Ferroelectrets with improved thermal stability made from fused fluorocarbon layers' **JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Bd. 101, 2007,**

**EP 2 091 269 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Hörgeräte dienen dazu, Verminderungen des Hörvermögens bei Patienten auszugleichen. Hörgeräte bestehen aus einem oder mehreren Mikrofonen, einer elektronischen Schaltung, die zumindest einen analogen oder digitalen Verstärker aufweist, und einem oder mehreren Lautsprecher sowie einer Energiequelle zur Versorgung dieser Komponenten.

**[0002]** Hörgeräte sind im praktischen Einsatz ständig den Einflüssen von Flüssigkeiten und Verschmutzungen ausgesetzt. Diese Einflüsse können verschiedene Ursachen haben: einerseits Schwitzen des Patienten und Ohrenschmalzbildung, andererseits Umgebungseinflüsse wie Staub oder die Einwirkung von Wasser etwa beim Schwimmen oder anderen Wassersportarten, oder wenn dem Patienten das Hörgerät aus Unachtsamkeit in ein mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten gefülltes Gefäß fällt.

**[0003]** Um Beschädigungen oder Zerstörung des Hörgeräts durch Wassereintritt und damit häufig verbundene elektrische Kurzschlüsse zu vermeiden, werden Hörgeräte bislang wasserdicht gestaltet, so daß ein Wassereintritt nicht stattfinden kann. Nachteilig daran ist beispielsweise, daß im Bereich des Mikrofons und des Lautsprechers aufwendige Membranenanordnungen erforderlich sind, um diese Bereiche abzudichten und dabei die Schallwellenübertragung von/nach außerhalb des Hörgeräts zu ermöglichen, wie z.B. in der Veröffentlichung DE 11 2006 000 463 T5.

**[0004]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Hörgerät anzugeben, bei welchem auf eine wasserdichte Konstruktion verzichtet werden kann.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Hörgerät, welches folgendes aufweist: zumindest einen ersten elektroakustischen Wandler zum Empfang von Schallwellen und Umwandlung in elektrische Signale, eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektronische Schaltung zur Verarbeitung der elektrischen Signale, zumindest einen zweiten elektroakustischen Wandler zur Umwandlung von der Schaltung gelieferter elektrischer Signale in Schallwellen und eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektrische Energiequelle.

**[0006]** Dabei werden die elektroakustischen Wandler aus Materialien aufgebaut, welche eine Formänderung in ein elektrisches Feld oder einen elektrischen Stromfluß oder eine elektrische Spannung umsetzen oder umgekehrt und die unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, sind.

**[0007]** Auf diese Weise sind alle Komponenten des Hörgeräts, d.h. die zumindest zwei Wandler (z.B. Mikrofon und Lautsprecher), die elektronische Schaltung, welche der Signalverarbeitung und Signalverstärkung dient und die Energiequelle (z.B. Batterie oder Akkumulator) jeweils für sich gegen Wassereinfluß unempfindlich, und

auf das Gehäuse kommt es insoweit nicht an. Insbesondere muß das Gehäuse nicht wasserdicht ausgeführt werden, entsprechende aufwendige Maßnahmen können vorteilhaft entfallen.

**[0008]** In einem Ausführungsbeispiel wird vorgesehen, das Gehäuse so zu gestalten, daß in das Innere des Gehäuses gelangte Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, abfließen können. Damit ist einerseits sichergestellt, daß unbeabsichtigt ins Gehäuseinnere gelangte Flüssigkeiten abfließen können, und andererseits wird ermöglicht, das Hörgerät mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten zu spülen und auf diese Weise zu reinigen.

**[0009]** Besonders geeignet für den Aufbau der elektroakustischen Wandler sind: ein- oder mehrlagige Piezoelektretfolien und/oder piezoelektrische Wandler, beispielsweise Biegeschwinger oder Dickenschwinger.

**[0010]** Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand von 3 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch das Blockschaltbild eines Hörgerätes;

Fig. 2 schematisch eine Ausführungsform eines elektroakustischen Wandlers zum Einsatz in Zusammenhang mit einem Hörgerät; und

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines elektroakustischen Wandlers zum Einsatz in Zusammenhang mit einem Hörgerät.

**[0011]** Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung das Blockschaltbild eines Hörgerätes 100 mit einem ersten elektroakustischen Wandler bzw. Mikrofon 110 zum Empfangen eines akustischen Eingangssignals (Schallwellen) und Umwandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit 120 und einem zweiten elektroakustischen Wandler bzw. Hörer 130 zur Umwandlung eines von der Signalverarbeitungseinheit 120 ausgegebenen elektrischen Signals in ein akustisches Ausgangssignal.

**[0012]** Eine programmierbare Steuereinheit 140 kann optional vorgesehen sein, welche die Signalverarbeitungseinheit 120 steuert und Ablaufprogramme sowie Einstellparameter für die Signalverarbeitungseinheit 120 enthält. Diese Programme und Parameter dienen dazu, das Verhalten der Signalverarbeitungseinheit 120 (und somit das Verhalten des Hörgeräts 100) an unterschiedliche Hörschäden sowie an verschiedene Hörsituationen anzupassen. Natürlich können Signalverarbeitungseinheit 120 und Steuereinheit 140 in einer gemeinsamen Elektronik zusammengefaßt werden - nicht dargestellt.

**[0013]** Eine elektrische Energiequelle 150 dient der Versorgung mit elektrischer Energie.

**[0014]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die elektronische(n) Schaltung(en) 120, 140 und die Energiequelle 150 durch Beschichten und/oder Vergießen gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten geschützt. Somit können in das Hörgerät 100 eingedrungene Flüssigkeiten wie etwa Wasser diese Komponenten 120, 140, 150

nicht schädigen, da die Flüssigkeiten von der Beschichtung und/oder der Vergußmasse zurückgehalten werden und die Komponenten 120, 140, 150 nicht benetzen können. Offenliegende Leiterbahnen, welche die elektronische(n) Schaltung(en) 120, 140 und die Energiequelle 150 miteinander verbinden, werden vorzugsweise ebenfalls durch Beschichten und/oder Vergießen gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten geschützt.

**[0015]** Im Zusammenhang mit einem solchem Aufbau ist der Einsatz eines Akkumulators als Energiequelle 150 besonders vorteilhaft, wenn dieser mit in der Technik wohlbekannten Drahtlosladevorrichtungen (nicht dargestellt) kombiniert wird. Alternativ können auch hochergiebige Batterien eingesetzt werden, deren Lebensdauer dann in etwa der Gesamtlebensdauer des Hörgeräts 100 entsprechen sollte.

**[0016]** Für die elektroakustischen Wandler 110, 130 wird eine wasserresistente Ausführung bevorzugt, d.h. ein Aufbau, der aufgrund seiner Bauweise und/oder der verwendeten Materialien durch Kontakt mit Flüssigkeiten nicht beschädigt werden kann, so daß eine Abdichtung entfallen kann. Dazu können bevorzugt Materialien verwendet werden, welche eine Formänderung in ein elektrisches Feld oder einen elektrischen Stromfluß oder eine elektrische Spannung umsetzen oder umgekehrt und die unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten sind.

**[0017]** Fig. 2 zeigt schematisch eine erste Ausgestaltung für einen elektroakustischen Wandler. Eine Piezoelektretfolie 220 ist auf einem Gehäuseabschnitt 210 aufgebracht. Piezoelektretfolien sind elektrisch polarisierte Kunststoffolien (Elektrete), die in ihrem Inneren viele flache Blasen 230 enthalten. An den Grenzflächen dieser Blasen befinden sich polarisierte Ladungen, so daß viele kleine Kondensatoren entstehen. Die Nachgiebigkeit der Luft (oder eines anderen Gases) in den Blasen ist wesentlich geringer als die Nachgiebigkeit der Folie, so daß die Folie hinsichtlich ihrer Dicke dehn- und stauchbar ist. Als Sensor bzw. Mikrofon eingesetzt kann dann ansprechend auf ein akustisches Signal 250 an den Flächen der Folie mittels Elektroden 240 eine Spannung abgegriffen werden. Umgekehrt führt eine an den Elektroden 240 angelegte Spannung dazu, daß sich die Dicke der Folie verändert, so daß bei entsprechender Ansteuerung ein akustisches Signal erzeugt werden kann. Bei einem elektroakustischen Wandler gemäß Fig. 2 kann vorteilhaft auf eine komplizierte Mechanik und bei geeigneter Ausgestaltung auch auf ein Rückvolumen verzichtet werden.

**[0018]** Prinzipiell eignet sich also ein aus Piezoelektretfolie aufgebaute elektroakustischer Wandler sowohl als Mikrofon 110 als auch als Hörer 130. Mit Ausnahme der Elektroden 240 bietet ein solcher Folienwandler keine von (nicht oder schwach ätzenden) Flüssigkeiten angreifbaren Bestandteile, so daß nach geeigneter Beschichtung der Elektroden ein wasserresistenter elektroakustischer Wandler 110, 130 vorliegt, der durch Kontakt mit Flüssigkeiten nicht beeinträchtigt wird und auch nicht beschädigt werden kann und daher nicht abgedichtet

werden muß. Vielmehr ist es möglich, den Wandler mit Wasser o.ä. zu spülen, und der Wandler funktioniert nach dem Trocknen wieder normal. Auch im nassen Zustand funktioniert ein solcher Wandler, allerdings kann es zu Frequenzverzerrungen und Wirkungsgradverlusten kommen. Auch gegen mechanische Beanspruchungen ist ein solcher Wandler weitgehend unempfindlich.

**[0019]** Alternativ können als elektroakustische Wandler 110, 130 auch klassische piezoelektrische Wandler eingesetzt werden, die zwar ebenfalls wasserresistent sind, allerdings den Nachteil haben, daß sie weniger effizient arbeiten und gleichzeitig eine höhere Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung und Körperschall aufweisen. Beispiele für solche piezoelektrischen Wandler sind Biegeschwinger und Dickeschwinger.

**[0020]** Ein gemäß Fig. 2 unter Verwendung von Piezoelektretfolie aufgebautes Mikrofon 110 hat neben der bereits ausführlich erläuterten Wasserunempfindlichkeit auch den Vorteil, daß es unempfindlich gegen Körperschall ist. Gegenüber herkömmlichen Mikrofonen muß ggf. eine größere Fläche bereitgestellt werden, um eine ausreichende akustische Empfindlichkeit zu erreichen.

**[0021]** Werden gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel piezoelektrische Biegeschwinger als Mikrofon 110 eingesetzt, kann es in vorteilhaft sein, zwei beabstandete Mikrofone dieser Art vorzusehen, um die Einwirkung von Körperschall auf die Mikrofone kompensieren zu können und den Luftschall als das interessierende Signal zu isolieren.

**[0022]** Das Gehäuse (nicht dargestellt) eines Mikrofons 110 weist vorzugsweise zwei Öffnungen auf, um zu erreichen, daß das Mikrofon 110 problemlos durchspülbar ist und insbesondere nach - erwünschtem oder unerwünschtem - Flüssigkeitskontakt leicht wieder trocknet. Ein Mikrofon mit einem solchen Gehäuse weist eine Richtcharakteristik auf, die durch entsprechende Gestaltung des Gehäuses vorteilhaft für die vorzugsweise Erfassung von akustischen Signalen aus einer Vorzugsrichtung ausgenutzt werden kann.

**[0023]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung eines elektroakustischen Wandlers auf Basis einer Piezoelektretfolie zur Verwendung als Hörer 130 eines Hörgeräts. Der Wandler weist eine Piezoelektretfolie auf, die im wesentlichen die Form eines Hohlzylindersegments besitzt und die entweder durch ein Gehäuse (nicht dargestellt) oder durch die eigenen mechanischen Eigenschaften in dieser Form gehalten wird. Anschlüsse 320 dienen zur Einspeisung elektrischer Signale, die dann durch den Folienhörer in akustische Signale gewandelt werden. Ein solcher Hörer eignet sich in erster Linie zum Einsatz im Ohrkanal des Hörgeräträgers.

**[0024]** Mit den vorgenannten Maßnahmen und Komponenten ist es ohne weiteres möglich, ein Hörgerät zu konstruieren, dessen Gehäuse (nicht dargestellt) nicht wasserdicht ausgeführt sein muß. Vielmehr kann ein offenes Gehäuse gestaltet werden, womit das Hörgerät als

ganzes leichter, kostengünstiger und insbesondere auch leicht zu reinigen ist. Zudem ist bei offener Gestaltung ein Druckausgleich unproblematisch, der bei geschlossenen und abgedichteten Systemen ein erhebliches Problem darstellt.

### Patentansprüche

1. Hörgerät (100) umfassend zumindest einen ersten elektroakustischen Wandler (110) zum Empfang von Schallwellen und Umwandlung in elektrische Signale, eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektronische Schaltung (120, 140) zur Verarbeitung der elektrischen Signale, zumindest einen zweiten elektroakustischen Wandler (130) zur Umwandlung von der Schaltung gelieferter elektrischer Signale in Schallwellen und eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektrische Energiequelle (150), wobei

- der erste elektroakustische Wandler (110) aus einem Material aufgebaut ist, welches eine Formänderung in ein elektrisches Feld oder einen elektrischen Stromfluß oder eine elektrische Spannung umsetzt und unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, ist; und

- der zweite elektroakustische Wandler (130) aus einem Material aufgebaut ist, welches ein elektrisches Feld oder einen elektrischen Stromfluß oder eine elektrische Spannung in eine Formänderung umsetzt und unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, ist.

2. Hörgerät nach Anspruch 1, bei dem zumindest ein elektroakustischer Wandler (110, 130) eine oder mehrere Lagen Piezoelektretfolie aufweist.
3. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest ein elektroakustischer Wandler (110, 130) ein piezoelektrischer Wandler, insbesondere ein Biegeschwinger oder ein Dickenchwinger, ist.
4. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches zusätzlich ein Gehäuse aufweist, welches zumindest eine, vorzugsweise zwei, Öffnungen aufweist, die so dimensioniert sind, daß Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, die ins Innere des Gehäuses gelangt sind, abfließen können.
5. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen zweiter elektroakustischer Wandler (130) ein annähernd zu einem Hohlzylinder oder Hohlzylindersegment geformtes Wandlermaterial

aufweist.

### Claims

1. Hearing device (100) comprising at least one first electroacoustic transducer (110) for receiving sound waves and converting said sound waves to electrical signals, an electronic circuit (120, 140) sealed against liquids by means of coating and/or encapsulation, for processing the electrical signals, at least one second electroacoustic transducer (130) for converting electrical signals supplied by the circuit to sound waves and an electrical energy source (150) sealed against liquids by means of coating and/or encapsulation, with

- the first electroacoustic transducer (110) being made of a material which converts a change in shape to an electrical field or an electrical current flow and/or an electrical voltage and is insensitive to liquids, in particular water, salt water and slight acids; and

- the second electroacoustic transducer (130) being made of a material, which converts an electrical field or an electrical current flow or an electrical voltage to a change in shape and is insensitive to liquids, in particular water, salt water and slight acids.

2. Hearing device according to claim 1, in which at least one electroacoustic transducer (110, 130) has one or more layers of piezoelectret film.
3. Hearing device according to one of the preceding claims, in which at least one electroacoustic transducer (110, 130) is a piezoelectric transducer, in particular a flexural vibrator or a thickness vibrator.
4. Hearing device according to one of the preceding claims, which also has a housing, which has at least one, preferably two, openings, which are dimensioned such that liquids, in particular water, which reach the interior of the housing, can drain off.
5. Hearing device according to one of the preceding claims, the second electroacoustic transducer (130) of which has a transducer material which is moulded approximately to form a hollow cylinder or hollow cylinder segment.

### Revendications

1. Prothèse ( 100 ) auditive comprenant au moins un premier transducteur ( 110 ) électroacoustique de réception d'ondes sonores et de transformation en signaux électriques, un circuit ( 120, 140 ) électro-

que rendu étanche vis-à-vis des liquides par des revêtements et/ou des scellements pour le traitement des signaux électriques, au moins un deuxième transducteur ( 130 ) électroacoustique pour la transformation de signaux électriques fournis par le circuit en ondes sonores et une source ( 150 ) d'énergie électrique rendue étanche vis-à-vis des liquides par des revêtements et/ou par des scellements, dans laquelle

- le premier transducteur ( 110 ) électroacoustique est en un matériau qui subit une modification de forme dans un champ électrique ou dans un flux de courant électrique ou sous une tension électrique et est insensible aux liquides, notamment à l'eau, à l'eau salée et aux acides faibles ; et
  - le deuxième transducteur ( 130 ) électroacoustique est en un matériau qui subit un changement de forme dans un champ électrique ou dans un flux de courant électrique ou sous une tension électrique et est insensible aux liquides, notamment à l'eau, à l'eau salée et aux acides faibles.
2. Prothèse auditive suivant la revendication 1, dans laquelle au moins un transducteur ( 110, 130 ) électroacoustique comporte une ou plusieurs couches de feuille de piézoélectret.
  3. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins un transducteur ( 110, 130 ) électroacoustique est un transducteur piézoélectrique, notamment un cristal à mode de flexion ou un cristal à mode dans l'épaisseur.
  4. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, qui comporte supplémentaires un boîtier lequel à au moins une, de préférence deux ouvertures de dimension telle que des liquides notamment de l'eau, qui sont arrivées à l'intérieur du boîtier, peuvent s'en écouler.
  5. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, dont le deuxième transducteur ( 130 ) électroacoustique comporte un matériau de transducteur conformé à peu près en un cylindre creux ou en un segment de cylindre creux.

FIG 1

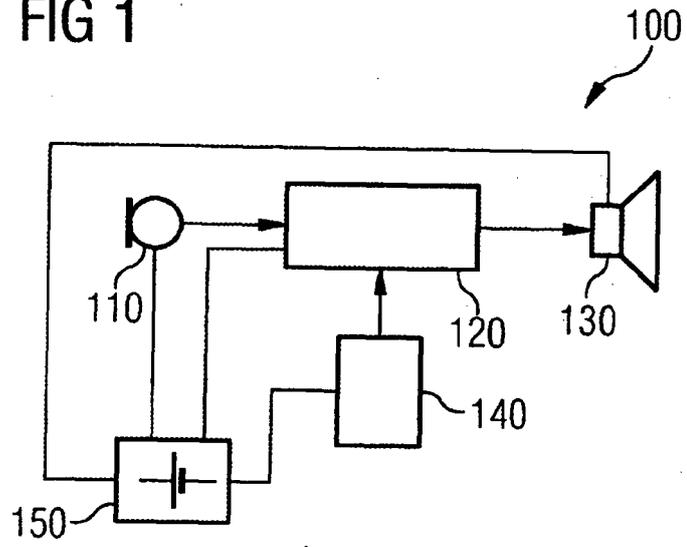


FIG 2

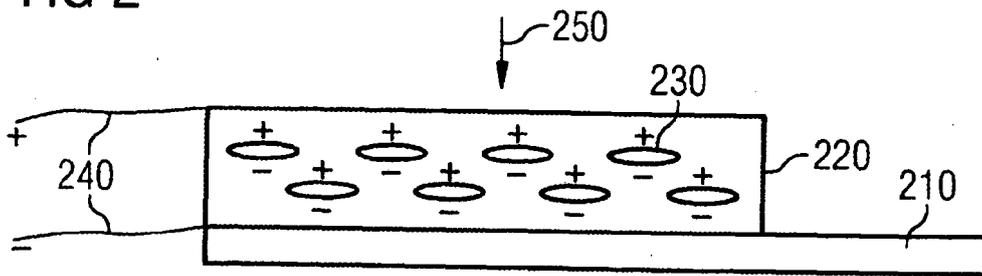
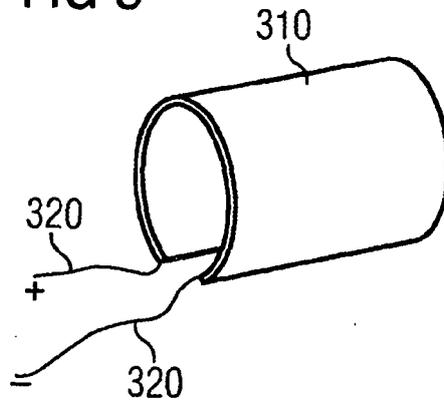


FIG 3



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 112006000463 T5 [0003]