(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2018 113 190 B4** 2020.03.12

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 113 190.9**
(22) Anmeldetag: **04.06.2018**
(43) Offenlegungstag: **05.12.2019**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **12.03.2020**

(51) Int Cl.: ***H01L 41/053*** (2006.01)
H01L 41/107 (2006.01)
H01L 41/311 (2013.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
EPCOS AG, 81671 München, DE; relyon plasma GmbH, 93055 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte, 93047 Regensburg, DE

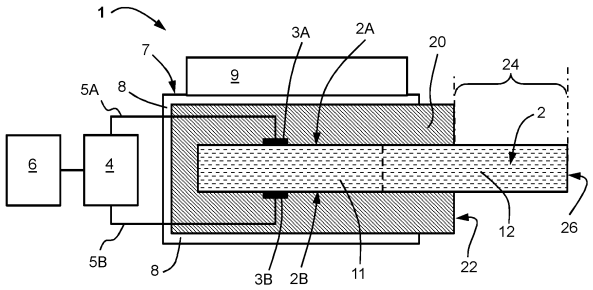
(72) Erfinder:
Nettesheim, Stefan, 93051 Regensburg, DE; Forster, Klaus, 93077 Bad Abbach, DE; Puff, Markus, Graz, AT; Pichler, Johann, Breitenau am Hochlantsch, AT

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**39 27 406**	**A1**
DE	**102 25 408**	**A1**
DE	**10 2015 120 160**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung mit einem elektrokeramischem Bauteil**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (1) mit einem elektrokeramischen Bauteil (2), umfassend
einen ersten elektrischen Kontakt (3A), der an einer ersten Seitenfläche (2A) des elektrokeramischen Bauteils (2) vorgesehen ist, und
einen zweiten elektrischen Kontakt (3B), der an einer zweiten Seitenfläche (2B) des elektrokeramischen Bauteils (2) vorgesehen ist,
eine Vergussmasse (20), die um das elektrokeramische Bauteil (2) angebracht ist, so dass der erste elektrische Kontakt (3A) und der zweite elektrische Kontakt (3B) von der Vergussmasse (20) bedeckt sind,
gekennzeichnet durch
ein freies dreidimensionales Ende (26) eines Abschnitts (24) des elektrokeramischen Bauteils (2), das ein freies Ende (22) der Vergussmasse (20) überragt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischem Bauteil. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil, das einen ersten elektrischen Kontakt besitzt, der an einer ersten Seitenfläche des elektrokeramischen Bauteils vorgesehen ist. Ein zweiter elektrischer Kontakt ist an einer zweiten Seitenfläche des elektrokeramischen Bauteils vorgesehen.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind elektrokeramische Bauteile, beispielsweise piezoelektrische Transformatoren (PT) bekannt, beispielsweise aus der US 2 830 274 A von 1958 nach Charles A. Rosen. Ein piezoelektrischer Transformator ist ein elektromechanischer Resonanztransformator, der eine Kombination aus dem inversen Piezoeffekt (Anregung) und direktem Piezoeffekt (Spannungserzeugung) nutzt, um eine Eingangsspannung mit einem gegebenen Übersetzungsverhältnis in eine Ausgangsspannung zu wandeln. Frequenz und Übersetzungsverhältnis werden dabei durch die Abmessungen und die elektromechanischen Materialeigenschaften bestimmt. Typischerweise werden piezoelektrische Transformatoren mit einem elektrischen Treiberbaustein betrieben, der eine elektrische Anregung in einem geeigneten Resonanz-Mode aufprägt. Anwendungsbereiche liegen beispielsweise in der Erzeugung einer Hochspannung für die Versorgung von Leuchtröhren. Piezoelektrische Transformatoren erzeugen hohe elektrische Felder, die in der Lage sind, Gase durch elektrische Anregung zu ionisieren. Dieser Prozess erzeugt ein piezoelektrisch gezündetes Mikroplasma, mit Eigenschaften, die mit einer dielektrischen Barriereentladung vergleichbar sind und wie sie beispielsweise in DE 10 2013 100 617 B4 beschrieben sind, in dem eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas mit einer Steuerschaltung offenbart ist. Die Steuerschaltung ist zur Anregung eines piezoelektrischen Transformators mit diesem elektrisch verbunden. Ebenso ist ein Handgerät offenbart, das die Vorrichtung verwendet. Der piezoelektrische Transformator ist aus mehreren Schichten aufgebaut. Auf einer Platine ist die Steuerschaltung realisiert und der piezoelektrische Transformator ist mit einem Bereich eines ersten Endes über der Platine gehaltert. An einem zweiten freien Ende des piezoelektrischen Transformators liegt eine Hochspannung an, wobei das Plasma bei Atmosphärendruck erzeugt wird.

[0003] Um ein elektrokeramisches Bauteil, beispielsweise einen piezoelektrischen Transformator, sicher und effizient zu betreiben, muss das elektrokeramische Bauteil sicher kontaktiert und schwingungstechnisch so gelagert sein, dass die Güte der Resonanz möglichst wenig gemindert wird. Darüber hinaus soll die Verlustleistung ausreichend abgeführt werden und es muss eine Möglichkeit geschaffen werden, das Bauteil zu halten, zu klemmen oder zu montieren.

[0004] In EP 0 814 518 B1 ist eine einfache äußere Isolationsstruktur offenbart, die die oben genannten günstigen Bedingungen teilweise schaffen soll. Als nachteilig erweist sich hier allerdings die unzureichende Wärmeabfuhr und der unzureichende Schutz gegen äußere mechanische und atmosphärische Einflüsse auf das piezoelektrische Bauteil. Diese Nachteile werden besonders gravierend bei hohen Übersetzungsverhältnissen oder bei Leistungen, die größer als 1W sind.

[0005] In EP 0 847 093 A1 wird eine Halterung vorgeschlagen, die den Stress auf das keramische Bauteil durch einen Montagerahmen mit Dämpfungselementen reduzieren soll. Auch in dieser Lösung wird die Verlustleistung bei hoher Leistungsabgabe nicht ausreichend abgeführt.

[0006] In EP 0 890 999 A1 wird eine Trägerstruktur aus einem leitfähigen elastischen Material offenbart, die den Zielkonflikt zwischen möglichst geringer mechanischer Wechselwirkung und guter elektrischer Anbindung lösen soll. Allerdings werden auch in dieser Lösung die negativen thermischen Effekte nicht beseitigt.

[0007] In EP 1 030 381 B1 wird der piezoelektrische Transformator auf einer Leiterplatte mit einem dauerelastischen Material befestigt. Dabei wird die mechanische Dämpfung dadurch reduziert, dass außerhalb der Schwingungsknoten eine schwache mechanische Kopplung angestrebt wird. Hierzu sind verschiedene Bauformen offenbart, die allerdings keine gute Wärmeleitungsanbindung ermöglichen. Nachteilig erweist sich insbesondere bei der in **Fig. 6** offenbarten Ausführung, dass die dielektrischen Verluste auf der Hochspanungsseite und die Asymmetrie zu einer hohen Belastung des keramischen Bauteils führen.

[0008] Es ist ferner bekannt, dass piezoelektrische Transformatoren einen sehr hohen Spannungshub (Übersetzungsverhältnis) liefern und hervorragend geeignet sind, bei geringem Aufwand kostengünstig elektrische Wechselspannungen mit hoher Amplitude zu erzeugen. Darüber hinaus können solche piezoelektrischen Transformatoren auch genutzt werden, um eine direkte elektrische Gasentladung an der Hochspannungsseite zu zünden. Dabei treten in allen Fällen diverse technische Schwierigkeiten auf, wie nachfolgend beschrieben. Die mechanische Schwingung des elektromechanischen Wandlers darf weder stark gedämpft noch behindert werden, da sonst die Güte und Effizienz bezüglich der Umwandlung sinken und das Bauteil beziehungsweise die Vorrichtung mit dem piezoelektrischen Trans-

formator beschädigt werden kann. Ferner muss die Verlustleistung aus dem schwingenden Bauteil abgeführt werden. Des Weiteren muss der Anregungsteil sicher mit dem Anregungssignal verknüpft sein. Darüber hinaus ist es wünschenswert, dass das Bauteil beziehungsweise die Vorrichtung mit dem piezoelektrischen Transformator vor Umwelteinflüssen, wie beispielsweise Feuchte, Schmutz etc., geschützt und von externen mechanischen Stößen entkoppelt ist.

[0009] Ein weiteres Problem stellen parasitäre Entladungen dar, die von der Hochspannungszone des elektrokeramischen Bauteils, beispielsweise eines piezoelektrischen Transformators, unkontrolliert gegen das Gehäuse der Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil oder andere Objekte in der Umgebung der Vorrichtung zünden.

[0010] DE 102 25 408 A1, DE 39 27 406 A1 und DE 10 2015 120 160 A1 offenbaren weitere Vorrichtungen mit elektrokeramischen Bauteilen.

[0011] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil zu schaffen, die sicher im Betrieb und kostengünstig herstellbar ist und eine lange Lebensdauer aufweist.

[0012] Die obige Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

[0013] In einer Ausführungsform der Erfindung ist eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil offenbart. Das elektrokeramische Bauteil definiert eine Anregungszone und eine Hochspannungszone. Die Vorrichtung umfasst einen ersten elektrischen Kontakt, der an einer ersten Seitenfläche des elektrokeramischen Bauteils vorgesehen ist. Ein zweiter elektrischer Kontakt ist an einer zweiten Seitenfläche des elektrokeramischen Bauteils vorgesehen. Erfindungsgemäß ist eine Vergussmasse um das elektrokeramische Bauteil angebracht, so dass der erste elektrische Kontakt und der zweite elektrische Kontakt von der Vergussmasse bedeckt sind und ein freies Ende eines Abschnitts des elektrokeramischen Bauteils ein freies Ende der Vergussmasse überragt.

[0014] Diese spezielle Anordnung der Vergussmasse am elektrokeramischen Bauteil, beispielsweise am piezoelektrischen Transformator oder am keramischen Transformator, hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wie nachfolgend ausführlich erläutert wird. Zum Lösen der oben genannten Probleme wurde zunächst der Verguss des Bauteils für die Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil mit einer dauerelastischen, wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Vergussmasse in einem robusten Gehäuse angedacht. Allerdings stellte sich überraschenderweise als problematisch heraus, dass bei allen bekannten Vergussmassen die dielektrischen Verluste so hoch sind, dass sich die Hochspannungszone des elektrokeramischen Bauteils sehr stark erwärmt und die Güte einer solchen Vorrichtung mit elektrokeramischem Bauteil bezüglich der Umwandlung der Wechselspannung sehr stark abnimmt. Es ist also nicht möglich, einen kompakten Verguss für elektrokeramische Bauteile bereitzustellen sobald diese eine hohe Sekundärspannung, beispielsweise 10kV, mit hoher Frequenz, beispielsweise 100KHz, aufweisen.

[0015] Weitere Versuche haben dann ergeben, dass die oben geschilderten Probleme dadurch gelöst werden können, dass eine Vergussmasse nicht vollständig um das elektrokeramische Bauteil, beispielsweise um den piezoelektrischen Transformator, angebracht werden sollte, sondern nur teilweise und zwar so dass der erste elektrische Kontakt und der zweite elektrische Kontakt an der Anregungszone von der Vergussmasse bedeckt sind und ein freies Ende eines Abschnitts der Hochspannungszone des elektrokeramischen Bauteils ein freies Ende der Vergussmasse überragt. Diese spezielle Anordnung der Vergussmasse bewirkt, dass in der Anregungszone mechanische Schwingungen auftreten und ohmsche Verluste zu einer gewissen Wärmeentwicklung führen. In der Anregungszone sind die elektrischen Felder recht niedrig und das elektrokeramische Bauteil kann in einer hochelastischen Masse eingebettet, beispielsweise, ohne Beschränkung der Erfindung, vergossen, werden. Hierzu bieten sich beispielsweise chemisch stabile und gut elektrisch isolierende und dauerelastische Materialien an, wie beispielsweise Silikonvergussmassen oder Silikongelvergussmassen. Wird nun das Bauteil nur teilweise vergossen, sinkt die Güte der Vorrichtung und die Amplitude der Ausgangsspannung überraschenderweise nur geringfügig.

[0016] In einer Ausführungsform ist das elektrokeramische Bauteil ein piezoelektrisches Bauteil. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das piezoelektrische Bauteil ein piezoelektrischer Transformator.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist das elektrokeramische Bauteil ein keramischer Kondensator.

[0018] In einer Ausführungsform ist zumindest die Anregungszone des elektrokeramischen Bauteils, beispielsweise des piezoelektrischen Transformators, vollständig von der Vergussmasse umgeben, wobei jedoch beispielsweise elektrische Leitungen durch die Vergussmasse zu den beiden elektrischen Kontakten verlaufen. Über den Verguss wird die Kontaktierung auf der Seite der Anregungszone gut geschützt und mechanisch entkoppelt. Die Wärme kann gut ausgekoppelt werden und beispielsweise über

ein Gehäuse oder eine Kühlkörperstruktur abgeführt werden. Bei der Ausführungsform mit dem Gehäuse ist das elektrokeramische Bauteil, beispielsweise der piezoelektrische Transformator, zusammen mit der Vergussmasse derart in das Gehäuse eingebettet, dass zumindest das freie Ende des elektrokeramischen Bauteils das Gehäuse überragt. Zur Auskopplung und zum Abführen der Wärme können das Gehäuse oder die Kühlkörperstruktur beispielsweise aus Metall, beispielsweise Aluminium, oder aus einer Keramik sein. Das Gehäuse der Vorrichtung kann nun auch ohne Probleme zur Befestigung in einer Baugruppe verwendet werden. Daher ist in einer Ausführungsform am Gehäuse mindestens ein Befestigungselement angebracht.

[0019] Im Bereich der Hochspannungszone, an der hohe Potentiale bezüglich der Wechselspannung auftreten, wird auf die massive Einbettung mit der Vergussmasse verzichtet und das elektrokeramische Bauteil hängt überwiegend frei in den Umgebungsraum. Dabei hat sich gezeigt, dass eine dünne dielektrische Isolationsschicht, die beispielsweise aus dem gleichen Material bestehen kann wie die im Vergleich zur dünnen dielektrischen Isolationsschicht relativ voluminöse Vergussmasse, nur einen geringen Effekt auf die Güte oder die Verluste in der Wechselspannung hat. Daher ist in einer weiteren Ausführungsform der Abschnitt der Hochspannungszone von einer dielektrischen Schicht umgeben. Damit ist es also möglich, das Bauteil gegen Umwelteinflüsse und oberflächliche Teilentladungen zu schützen.

[0020] In einer Ausführungsform ist eine Wärmesenke vorgesehen, die mit der Vergussmasse in einem wärmeleitenden Kontakt ist und dazu dient, Wärme von der Vergussmasse über die Wärmesenke an die Umgebung der Vorrichtung abzuführen.

[0021] Üblicherweise umfasst die Vorrichtung auch einen Treiberbaustein zum Betreiben des elektrokeramischen Bauteils, beispielsweise eines piezoelektrischen Transformators, indem der Treiberbaustein eine elektrische Anregung in einem geeigneten Resonanz-Mode über eine erste elektrische Verbindung zum ersten elektrischen Kontakt und über eine zweite elektrische Verbindung zum zweiten elektrischen Kontakt der Anregungszone des elektrokeramischen Bauteils aufprägt. In einer Ausführungsform ist der Treiberbaustein zusammen mit der ersten elektrischen Verbindung zum ersten elektrischen Kontakt und der zweiten elektrischen Verbindung zum zweiten elektrischen Kontakt in der Vergussmasse eingebettet. Dies hat den Vorteil, dass auch der Treiberbaustein vor Umwelteinflüssen geschützt ist. Hinzu kommt, dass dadurch auch die elektrische Verbindung vom Treiberbaustein zum ersten und zweiten elektrischen Kontakt geschützt ist und eine mechanische Belastung vermieden wird.

In einer Ausführungsform ist die Vergussmasse ein elektrisch isolierendes und dauerelastisches Material. Insbesondere kann das elektrisch isolierende und dauerelastische Material ein Silikongel sein ohne Beschränkung der Erfindung.

[0022] In einer Ausführungsform ist am freien Ende des elektrokeramischen Bauteils, beispielsweise eines piezoelektrischen Transformators, eine Gasentladung erzeugbar.

[0023] In einer Ausführungsform ist mit dem freien Ende des elektrokeramischen Bauteils, beispielsweise eines piezoelektrischen Transformators, eine elektrische Last verbunden.

[0024] Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für eine Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil umfasst mehrere Schritte, wie nachfolgend beschrieben wird. Zunächst definiert das elektrokeramische Bauteil eine Anregungszone und eine Hochspannungszone, wobei an einer ersten Seitenfläche des elektrokeramische Bauteil in der Anregungszone ein erster elektrischer Kontakt und an einer zweiten Seitenfläche des elektrokeramische Bauteil in der Anregungszone ein zweiter elektrischer Kontakt vorgesehen ist, wie bereits oben im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausführlich beschrieben. In einem ersten Schritt wird eine Vergussmasse mit dem elektrokeramischen Bauteil in Kontakt gebracht, so dass der erste elektrische Kontakt und der zweite elektrische Kontakt der Anregungszone von der Vergussmasse bedeckt werden und ein Abschnitt der Hochspannungszone des elektrokeramischen Bauteils von der Vergussmasse frei bleibt. In einem zweiten Schritt wird die Vergussmasse zu einem gewissen Grad vernetzt, so dass die Vergussmasse eine dauerelastische Eigenschaft annimmt und eine äußere regelmäßige Form aufweist. Wie oben bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben, kann auch beim erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren das elektrokeramische Bauteil ein piezoelektrisches Bauteil sein, und das piezoelektrische Bauteil kann insbesondere ein piezoelektrischer Transformator sein.

[0025] In einer Ausführungsform des Herstellungsverfahrens wird ein Treiberbaustein zusammen mit einer ersten elektrischen Verbindung zum ersten elektrischen Kontakt und einer zweiten elektrischen Verbindung zum zweiten elektrischen Kontakt in der Vergussmasse mit eingebettet.

[0026] Beim Herstellungsverfahren wird das elektrokeramische Bauteil, beispielsweise ein piezoelektrischer Transformator oder ein keramischer Kondensator, zusammen mit der Vergussmasse in ein Gehäuse eingebettet. Bevorzugt wird die Vergussmasse in Formschluss mit dem Gehäuse gebracht und zu-

mindest das freie Ende des elektrokeramischen Bauteils überragt das Gehäuse.

[0027] In einer Ausführungsform des Herstellungsverfahrens wird das elektrokeramischen Bauteil, beispielsweise ein piezoelektrischer Transformator oder ein keramischer Kondensator, mit einer ersten und zweiten elektrischen Verbindung für die ersten und zweiten elektrischen Kontakte im Gehäuse positioniert, so dass zumindest das freie Ende des elektrokeramischen Bauteils das Gehäuse überragt und das elektrokeramische Bauteil von Wänden des Gehäuses beabstandet ist. Die Vergussmasse wird in das Gehäuse gefüllt.

[0028] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem elektrokeramischen Bauteil, wobei die Vorrichtung ein Gehäuse umfasst;

Fig. 2 eine vergrößerte, schematische Darstellung des vorderen Teils der Vorrichtung nach **Fig. 1**, wobei ein Plasma gezündet ist;

Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch die Vorrichtung nach **Fig. 1**;

Fig. 4 eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil;

Fig. 5 eine weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil;

Fig. 6 eine zusätzlich weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil;

Fig. 7 eine nochmals weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem elektrokeramischen Bauteil;

Fig. 8 die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach **Fig. 4** im Betrieb;

Fig. 9 den schematischen Aufbau eines keramischen Kondensators;

Fig. 10 eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem keramischen Kondensator; und

Fig. 11 eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem keramischen Kondensator.

[0029] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figuren erforderlich sind.

[0030] Im Folgenden werden die **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit einem elektrokeramischen Bauteil **2**. **Fig. 2** zeigt eine vergrößerte, schematische Darstellung des vorderen Teils der Vorrichtung **1** nach **Fig. 1**, wobei ein Plasma **15** gezündet ist. **Fig. 3** zeigt einen schematischen Querschnitt durch die Vorrichtung **1** nach **Fig. 1**.

[0031] In **Fig. 1** ist insbesondere das Äußere der Vorrichtung **1** in einer Draufsicht dargestellt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** umfasst ein elektrokeramisches Bauteil **2**, das eine Anregungszone **11** (siehe **Fig. 3**) und eine Hochspannungszone **12** (siehe **Fig. 1** bis **Fig. 3**) definiert. Die Anregungszone **11** ist allerdings in der Darstellung nach **Fig. 1** durch ein Gehäuse **7** verdeckt. Die Vorrichtung **1** umfasst einen ersten elektrischen Kontakt **3A**, der an einer ersten Seitenfläche **2A** des elektrokeramischen Bauteils **2** in der Anregungszone **11** vorgesehen ist, und einen zweiten elektrischen Kontakt **3B**, der an einer zweiten Seitenfläche **2B** des elektrokeramischen Bauteils **2** in der Anregungszone **11** vorgesehen ist. Erfindungsgemäß ist eine Vergussmasse **20** um das elektrokeramische Bauteil **2** angebracht, so dass der erste elektrische Kontakt **3A** und der zweite elektrische Kontakt **3B** der Anregungszone **11** von der Vergussmasse **20** bedeckt sind und ein freies Ende **26** eines Abschnitts **24** der Hochspannungszone **12** des elektrokeramischen Bauteils **2** ein freies Ende **22** der Vergussmasse **20** überragt. Wie eingangs bereits erwähnt, hat sich diese spezielle Anordnung der Vergussmasse am elektrokeramischen Bauteil **2** als besonders vorteilhaft herausgestellt. In der Anregungszone **11** treten mechanische Schwingungen auf und ohmsche Verluste führen zu einer gewissen Wärmeentwicklung. In der Anregungszone **11** sind die elektrischen Felder recht niedrig und das elektrokeramische Bauteil **2** kann in einer hochelastischen Masse **20** eingebettet, beispielsweise, ohne Beschränkung der Erfindung, vergossen, werden. Hierzu bieten sich beispielsweise chemisch stabile und gut elektrisch isolierende und dauerelastische Materialien an, wie beispielsweise Silikonvergussmassen oder Silikongelvergussmassen. Ist nun das elektrokeramische Bauteil **2** nur teilweise vergossen, wie in **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellt, sinkt die Güte der Vorrichtung **1** und die Amplitude der Ausgangsspannung überraschenderweise nur geri ngfüg ig.

[0032] In der Ausführungsform nach **Fig. 1** bis **Fig. 3** ist zumindest die Anregungszone **11** des elektrokera-

mischen Bauteils **2** vollständig von der Vergussmasse **20** umgeben und es ist ein Gehäuse **7** vorgesehen. Das elektrokeramische Bauteil **2** ist zusammen mit der Vergussmasse **20** derart in das Gehäuse **7** eingebettet, dass zumindest das freie Ende **26** des elektrokeramischen Bauteils **2** das Gehäuse **7** überragt. Das Gehäuse **7** kann beispielsweise, ohne Beschränkung der Erfindung, aus einem Metall oder einer Keramik gebildet sein.

[0033] Das elektrokeramische Bauteil **2** kann ein piezoelektrisches Bauteil und insbesondere ein piezoelektrischer Transformator sein, wie auch in **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellt.

[0034] In der Ausführungsform nach **Fig. 1** bis **Fig. 3** umfasst die Vorrichtung **1** ferner mindestens ein Befestigungselement **13**, das am Gehäuse **7** angebracht ist. Insbesondere sind hier, ohne Beschränkung der Erfindung, zwei Befestigungselemente **13** gezeigt. Das Gehäuse **7** der Vorrichtung **1** kann somit ohne Probleme zur Befestigung in einer Baugruppe verwendet werden. Wie der **Fig. 3** zu entnehmen ist, kann das Gehäuse **7** mit einer rückwärtigen Montageplatte **18** versehen sein. Über die rückwärtige Montageplatte **18** kann das Gehäuse **7** an einer Konstruktion (nicht dargestellt) befestigt werden.

[0035] Die Vorrichtung **1** umfasst des Weiteren einen Treiberbaustein **4** zum Betreiben des elektrokeramischen Bauteils **2**, beispielsweise eines piezoelektrischen Transformators **2**, indem der Treiberbaustein **4** eine elektrische Anregung in einem geeigneten Resonanz-Mode der Anregungszone **11** des elektrokeramischen Bauteils **2** (piezoelektrischen Transformators) aufprägt. Dazu ist der Treiberbaustein **4** mit einer ersten elektrischen Verbindung **5A** zum ersten elektrischen Kontakt **3A** und einer zweiten elektrischen Verbindung **5B** zum zweiten elektrischen Kontakt **3B** verbunden. Der Treiberbaustein **4** kann mit einem Stecker **10** versehen sein, über den ein Anschluss an eine Stromversorgung ermöglicht wird. In der Ausführungsform nach **Fig. 1** bis **Fig. 3** ist jeweils ein Abschnitt der elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** in Richtung der elektrischen Kontakte **3A**, **3B** in der Vergussmasse **20** eingebettet, wohingegen ein jeweils ein anderer Abschnitt der elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** in Richtung des Treiberbausteins **4** nicht in der Vergussmasse **20** eingebettet ist. Dementsprechend ist auch der Treiberbaustein **4** nicht in der Vergussmasse **20** eingebettet. Wird nun eine relativ niedrige Spannung mittels des Treiberbausteins **4** über die elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** an die elektrischen Kontakte **3A**, **3B** an der Anregungszone **11** des elektrokeramischen Bauteils (piezoelektrischen Transformators) **2** angelegt, so löst dies letztlich mittels der bekannten Funktionsweise des elektrokeramischen Bauteils (piezoelektrischen Transformators) **2** eine hohe Spannung in der Hochspannungszone **12** aus. Die hohe Spannung erzeugt am freien Ende **26** des elektrokeramischen Bauteils (piezoelektrischen Transformators) **2** eine Gasentladung **15**, die beispielsweise zur Behandlung einer Oberfläche mit einem Plasma verwendet werden kann.

[0036] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens für eine Vorrichtung **1** mit einem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem piezoelektrischen Transformator **2**, wird in einem ersten Schritt eine Vergussmasse **20** in Kontakt mit dem elektrokeramischen Bauteil **2** gebracht, so dass der erste elektrische Kontakt **3A** und der zweite elektrische Kontakt **3B** der Anregungszone **11** von der Vergussmasse **20** bedeckt werden und ein Abschnitt **24** der Hochspannungszone **12** des elektrokeramischen Bauteils **2** von der Vergussmasse **20** frei bleibt. In einem zweiten Schritt wird die Vergussmasse **20** zu einem gewissen Grad vernetzt, so dass die Vergussmasse **20** eine dauerelastische Eigenschaft annimmt und eine äußere regelmäßige Form aufweist. In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens werden das elektrokeramische Bauteil **2**, beispielweise ein piezoelektrischer Transformator **2**, zusammen mit der Vergussmasse **20** in das Gehäuse **7** eingebettet, wobei die Vergussmasse **20** in Formschluss mit dem Gehäuse **7** gebracht wird und zumindest das freie Ende **26** des elektrokeramischen Bauteils **2** das Gehäuse **7** überragt. In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird das elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise der piezoelektrische Transformator **2**, mit einer ersten und zweiten elektrischen Verbindung **5A**, **5B** für die ersten und zweiten elektrischen Kontakte **3A**, **3B** im Gehäuse **7** positioniert, so dass zumindest das freie Ende **26** des elektrokeramischen Bauteils **2** das Gehäuse **7** überragt und das elektrokeramische Bauteil **2** von Wänden **8** des Gehäuses **7** beabstandet ist, und wobei die Vergussmasse **20** in das Gehäuse **7** gefüllt wird.

[0037] **Fig. 4** zeigt eine andere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem piezoelektrischen Transformator **2**, wobei hier zusätzlich eine Wärmesenke **9** vorgesehen ist, die mit der Vergussmasse **20** beziehungsweise über das Gehäuse **7** mit der Vergussmasse **20** in einem wärmeleitenden Kontakt ist und dazu dient, Wärme von der Vergussmasse **20** über die Wärmesenke **9** an die Umgebung der Vorrichtung abzuführen. Alle sonstigen Elemente sind ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0038] **Fig. 5** zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem piezoelektrischen Transformator **2**, ebenfalls wie in **Fig. 4** auch mit einer Wärmesenke **9**. Zusätzlich ist mit dem freien Ende **26** des elektrokerami-

schen Bauteils **2** (piezoelektrischen Transformators **2**) eine elektrische Last **17** über einen Potentialabgriff **14** verbunden, die die in der Hochspannungszone des elektrokeramischen Bauteils **2** (piezoelektrischen Transformators **2**) erzeugte Hochspannung nutzt. Alle sonstigen Elemente der **Fig. 5** sind ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0039] Fig. 6 zeigt eine zusätzlich weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem piezoelektrischen Transformator **2**, ebenfalls wie in **Fig. 5** auch mit einer elektrischen Last **17**. Zusätzlich ist der Abschnitt **24** der Hochspannungszone **12** von einer dielektrischen Schicht **25** umgeben, um den ansonsten freien Abschnitt **24** mit dem entsprechenden Abschnitt der Hochspannungszone **12** gegen Umwelteinflüsse und oberflächliche Teilentladungen zu schützen. Ebenso ist in einer Ausführungsform der Potentialabgriff **14** in der dielektrischen Schicht **25** eingebettet. Alle sonstigen Elemente der **Fig. 6** sind ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0040] Fig. 7 zeigt eine nochmals weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem piezoelektrischen Transformator **2**, ebenfalls wie in **Fig. 5** auch mit einer elektrischen Last **17** und wie in **Fig. 6** auch mit einer dielektrischen Schicht **25**. Auch hier ist der Potentialabgriff **14** in der dielektrischen Schicht **25** eingebettet. Zusätzlich ist im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsformen in **Fig. 7** der Treiberbaustein **4** zusammen mit den elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** zu den jeweiligen elektrischen Kontakten **3A**, **3B** in der Vergussmasse **20** eingebettet. Diese Ausführungsform bietet einen optimalen Schutz des Treiberbausteins **4** und den mit ihm verbundenen elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** gegen mögliche mechanische Beschädigungen und vor Umwelteinflüssen. In einer entsprechenden Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird dazu der Treiberbaustein **4** zusammen mit der ersten elektrischen Verbindung **5A** zum ersten elektrischen Kontakt **3A** und der zweiten elektrischen Verbindung **5B** zum zweiten elektrischen Kontakt **3B** in der Vergussmasse **20** mit eingebettet.

[0041] Alle sonstigen Elemente der **Fig. 7** sind ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0042] Fig. 8 zeigt die Vorrichtung **1** nach **Fig. 4** im Betrieb, wenn über eine relative niedrige Spannung an den elektrischen Kontakten **3A**, **3B** an der Anregungszone **11** eine hohe Wechselspannung in der Hochspannungszone **12** erzeugt wird, was wiederum ein Plasma beziehungsweise eine Gasentladung **15** am freien Ende **26** bewirkt, wie ebenfalls bereits ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben. Alle sonstigen Elemente der **Fig. 8** sind ausführlich im Zusammenhang mit **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben.

[0043] In allen Figuren wurde als elektrokeramisches Bauteil **2** ein piezoelektrischer Transformator beschrieben, was jedoch nicht als Beschränkung der Erfindung aufgefasst werden soll, da das elektrokeramische Bauteil **2** auch eine andere Art von elektrokeramischem Bauteil sein kann, beispielsweise eine Piezokeramik, die unter Einwirkung einer Verformung durch eine äußere Kraft eine Ladungstrennung zeigt oder bei der durch Anlegen einer elektrischen Spannung und einer daraus resultierenden Ladungsbildung eine Verformung hervorgerufen wird (inverser piezoelektrischer Effekt). Das elektrokeramische Bauteil **2** kann beispielsweise aus Blei-Zirkonat-Titanat (PZT) sein. Ebenso kann das elektrokeramischem Bauteil **2** als keramischer Kondensator ausgebildet sein.

[0044] Fig. 9 zeigt schematisch den Aufbau des elektrokeramische Bauteils **2**, das in Form eines keramischen Kondensators ausgebildet ist. Der keramische Kondensator besteht aus mehreren Schichten **21** einer Piezokeramik, die jeweils durch eine leitfähige Schicht **23** voneinander getrennt sind. Abwechselnd sind die leitfähigen Schichten **23** mit dem ersten elektrischen Kontakt **3A** und dem zweiten elektrischen Kontakt **3B** leitend verbunden.

[0045] Fig. 10 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, das hier als keramischer Kondensator ausgebildet ist. Dem keramischen Kondensator kann eine Wärmesenke **9** zugeordnet sein. Zusätzlich kann das elektrokeramische Bauteil **2** (keramischer Kondensator **2**) über einen Abgriff **14** im Abschnitt **24** mit einen weiteren elektronischen Bauteil, wie z.B. einer gedruckten Schaltung **31**, einem Chip, oder anderen elektronischen Bauteilen verbunden sein. Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist Vergussmasse **20** derart um das elektrokeramische Bauteil **2** angebracht, dass der erste elektrische Kontakt **3A** und der zweite elektrische Kontakt **3B** von der Vergussmasse **20** bedeckt sind. Ein freies Ende **26** des Abschnitts **24** des elektrokeramischen Bauteils **2** überragt ein freies Ende **22** der Vergussmasse **20**. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist das elektrokeramische Bauteil **2** zusammen mit der Vergussmasse **20** derart in ein Gehäuse **7** eingebettet ist, dass zumindest das freie Ende **26** des elektrokeramischen Bauteils **2** das Gehäuse **7** überragt. Ein Treiberbaustein **4** kann in der Vergussmasse **20** eingebettet sein.

[0046] Fig. 11 zeigt eine nochmals weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vor-

richtung **1** mit dem elektrokeramischen Bauteil **2**, beispielsweise einem keramischen Kondensator **2**, Der Abschnitt **24** kann mit einer dielektrischen Schicht **25** überzogen sein. Auch hier sind Abgriffe **14** für ein elektronisches Bauteil **30** in der dielektrischen Schicht **25** eingebettet. Zusätzlich ist der Treiberbaustein **4** zusammen mit den elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** zu den jeweiligen elektrischen Kontakten **3A**, **3B** in der Vergussmasse **20** eingebettet. Diese Ausführungsform bietet einen optimalen Schutz des Treiberbausteins **4** und den mit ihm verbundenen elektrischen Verbindungen **5A**, **5B** gegen mögliche mechanische Beschädigungen und vor Umwelteinflüssen.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	elektrokeramisches Bauteil, piezoelektrisches Bauteil, piezoelektrischer Transformator, keramischer Kondensator
2A	erste Seitenfläche
2B	zweite Seitenfläche
3A	erster elektrischer Kontakt
3B	zweiter elektrischer Kontakt
4	Treiberbaustein
5A	erste elektrische Verbindung
5B	zweite elektrische Verbindung
6	Stromversorgung
7	Gehäuse
8	Wand
9	Wärmesenke (Kühlkörper)
10	Stecker
11	Anregungszone
12	Hochspannungszone
13	Befestigungselement
14	Potentialabgriff; Abgriff
15	Gasentladung, Plasma
17	elektrische Last
18	rückwärtige Montageplatte
20	Vergussmasse
21	Schicht
22	freies Ende der Vergussmasse
23	leitfähige Schicht
24	Abschnitt
25	dielektrische Schicht
26	freies Ende (Hochspannungsende)
30	elektronisches Bauteil
31	gedruckte Schaltung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) mit einem elektrokeramischen Bauteil (2), umfassend
einen ersten elektrischen Kontakt (3A), der an einer ersten Seitenfläche (2A) des elektrokeramischen Bauteils (2) vorgesehen ist, und
einen zweiten elektrischen Kontakt (3B), der an einer zweiten Seitenfläche (2B) des elektrokeramischen Bauteils (2) vorgesehen ist,
eine Vergussmasse (20), die um das elektrokeramische Bauteil (2) angebracht ist, so dass der erste elektrische Kontakt (3A) und der zweite elektrische Kontakt (3B) von der Vergussmasse (20) bedeckt sind,
gekennzeichnet durch
ein freies dreidimensionales Ende (26) eines Abschnitts (24) des elektrokeramischen Bauteils (2), das ein freies Ende (22) der Vergussmasse (20) überragt.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das elektrokeramische Bauteil ein piezoelektrisches Bauteil (2) ist.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei das piezoelektrische Bauteil ein piezoelektrischer Transformator (2) ist, der eine Anregungszone (11) und eine Hochspannungszone (12) definiert, wobei der erste elektrische Kontakt (3A) und der zweite elektrische Kontakt (3B) in der Anregungszone (11) vorgesehen sind, und wobei das freie dreidimensionale Ende (26) des Abschnitts (24) der Hochspannungszone (12) den piezoelektrischen Transformator (2) überragt.

4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das elektrokeramische Bauteil ein keramischer Kondensator (2) ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest der Bereich des ersten elektrischen Kontakts (3A) und des zweiten elektrischen Kontakts (3B) des elektrokeramischen Bauteils (2) vollständig von der Vergussmasse (20) umgeben sind.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend ein Gehäuse (7), wobei das elektrokeramische Bauteil (2) zusammen mit der Vergussmasse (20) derart in das Gehäuse (7) eingebettet ist, dass zumindest das freie dreidimensionale Ende (26) des elektrokeramischen Bauteils (2) das Gehäuse (7) überragt.

7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6, wobei das Gehäuse (7) aus einem Metall oder einer Keramik gebildet ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, umfassend mindestens ein Befestigungselement (13), das am Gehäuse (7) angebracht ist.

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend eine Wärmesenke (9), die mit der Vergussmasse (20) in einem wärmeleitenden Kontakt ist.

10. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend einen Treiberbaustein (4), der zusammen mit einer ersten elektrischen Verbindung (5A) zum ersten elektrischen Kontakt (3A) und einer zweiten elektrischen Verbindung (5B) zum zweiten elektrischen Kontakt (3B) in der Vergussmasse (20) eingebettet ist.

11. Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vergussmasse (20) ein elektrisch isolierendes und dauerelastisches Material ist.

12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei das elektrisch isolierende und dauerelastische Material ein Silikongel ist.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei am freien dreidimensionalen Ende (26) des elektrokeramischen Bauteils (2) eine Gasentladung (15) erzeugbar ist.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei mit dem freien dreidimensionalen Ende (26) des elektrokeramischen Bauteils (2) eine elektrische Last (17) verbunden ist.

15. Vorrichtung (1) nach Anspruch 14, wobei der Abschnitt (24) der Hochspannungszone (12) des elektrokeramischen Bauteils (2) von einer dielektrischen Schicht (25) umgeben ist.

16. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, wobei mit dem freien dreidimensionalen Ende (26) des keramischen Kondensators mindestens ein weiteres elektronisches Bauteil (30) verbunden ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

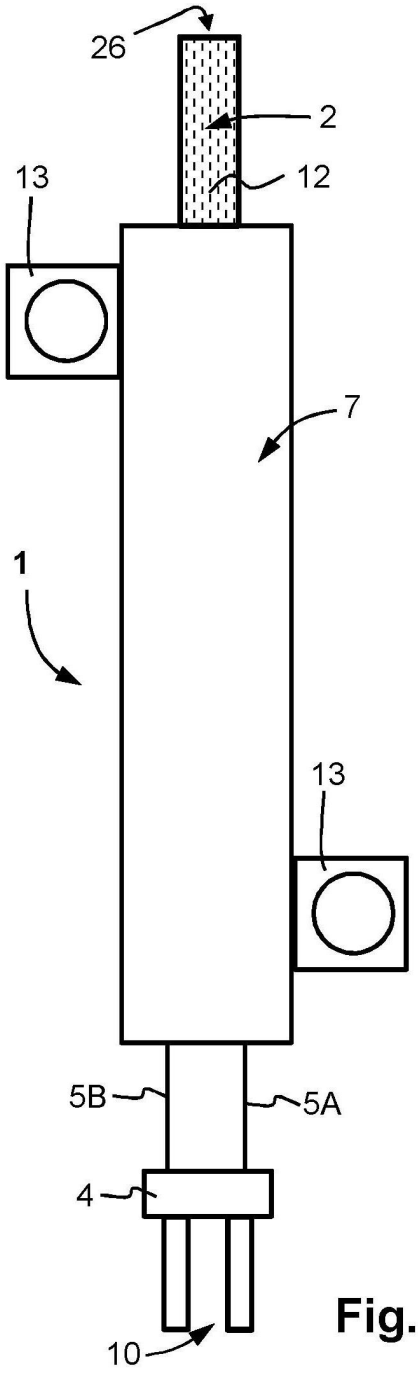


Fig. 1

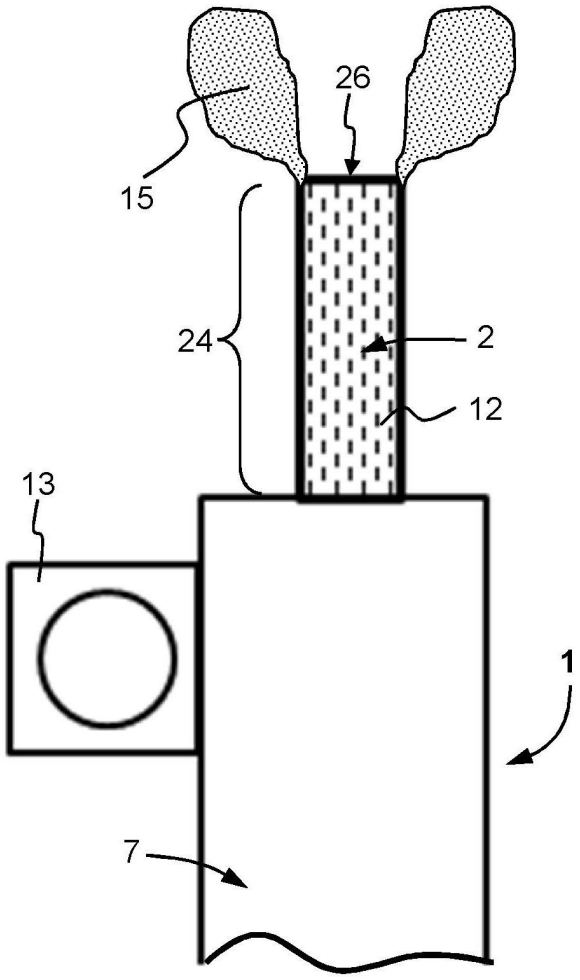


Fig. 2

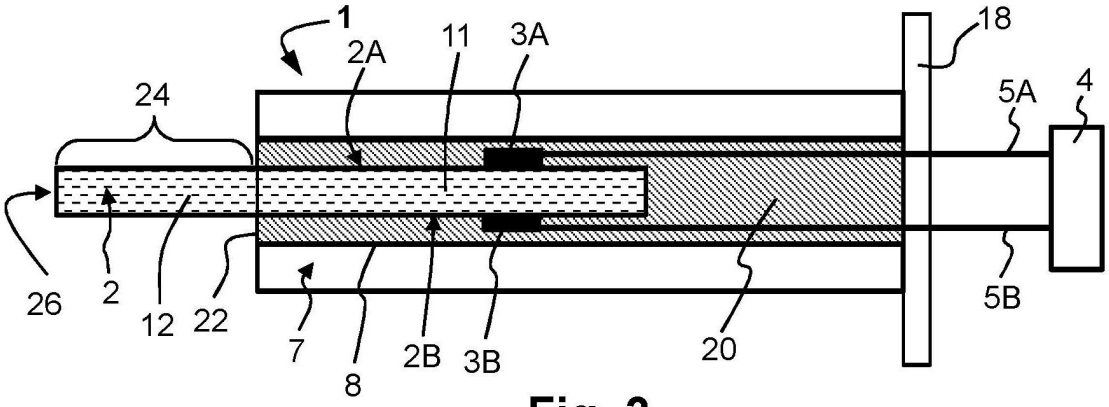


Fig. 3

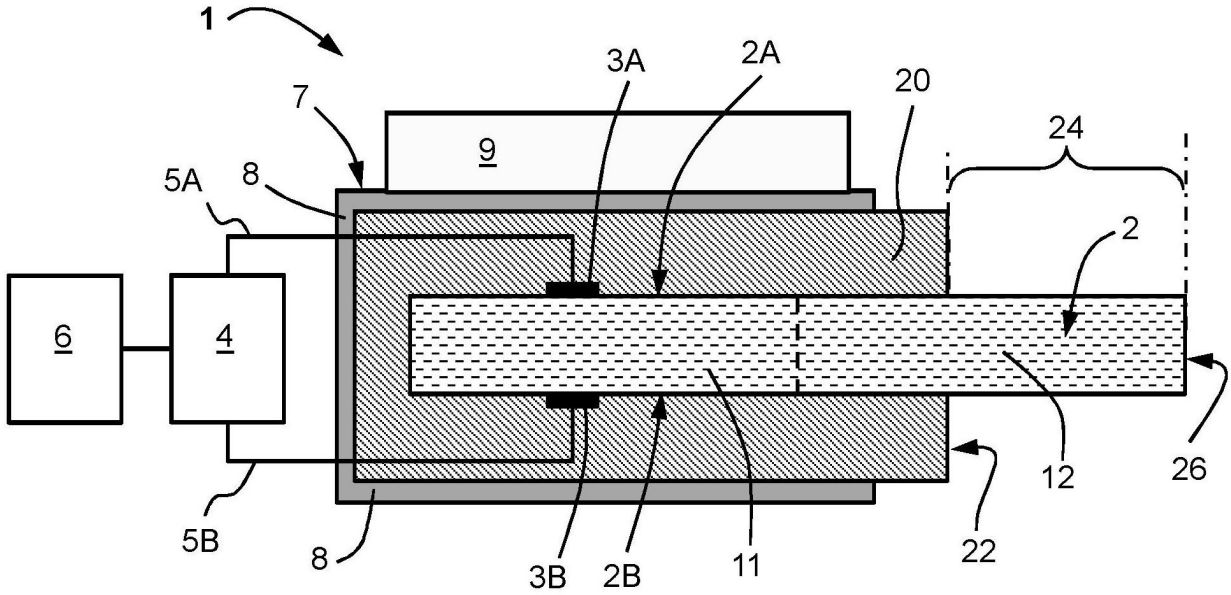

1
7
3A
2A
20
24
9
5A
8
2
6
4
12
26
5B
8
3B
2B
11
22

Fig. 4

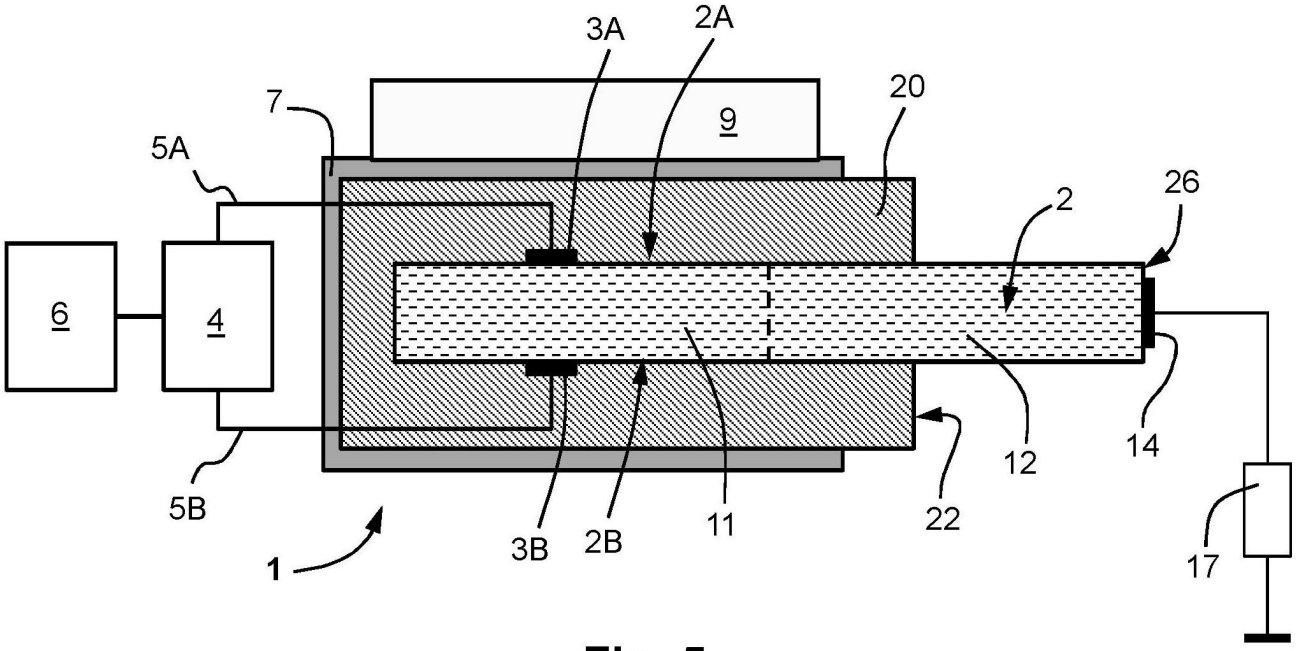

3A
2A
7
20
9
5A
26
2
6
4
12
14
5B
1
3B
2B
11
22
17

Fig. 5

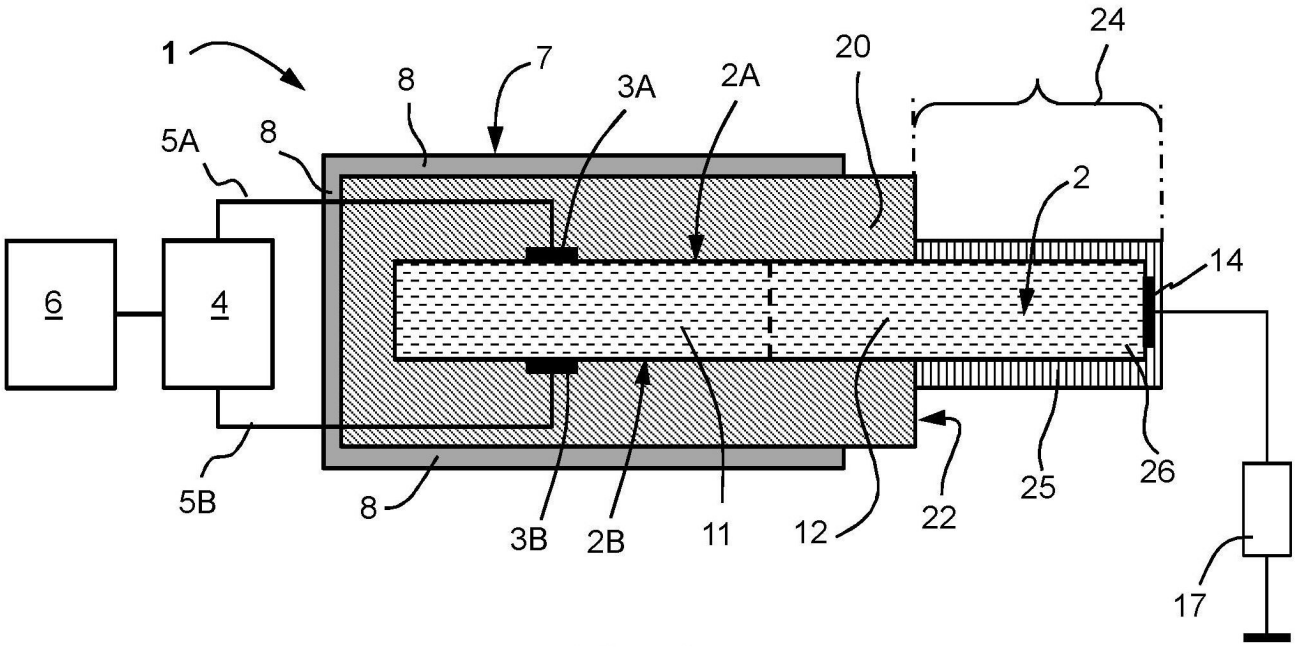

1
7
8
3A
2A
20
24
5A
8
2
14
6
4
5B
8
3B
2B
11
12
22
25
26
17

Fig. 6

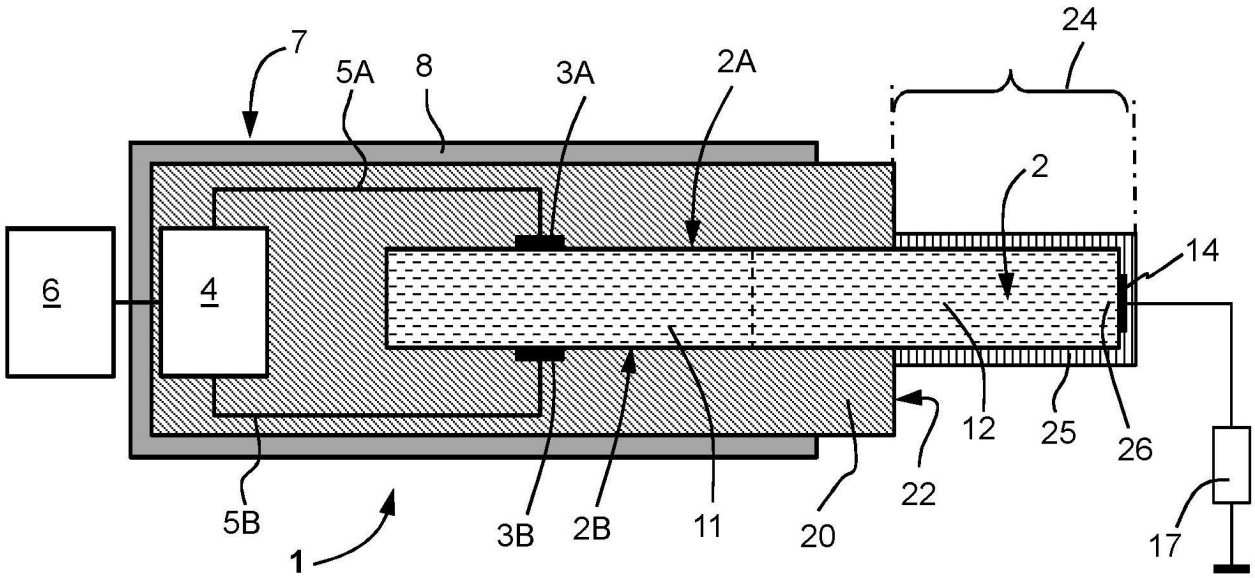

7
5A
8
3A
2A
24
2
14
6
4
5B
1
3B
2B
11
20
22
12
25
26
17

Fig. 7

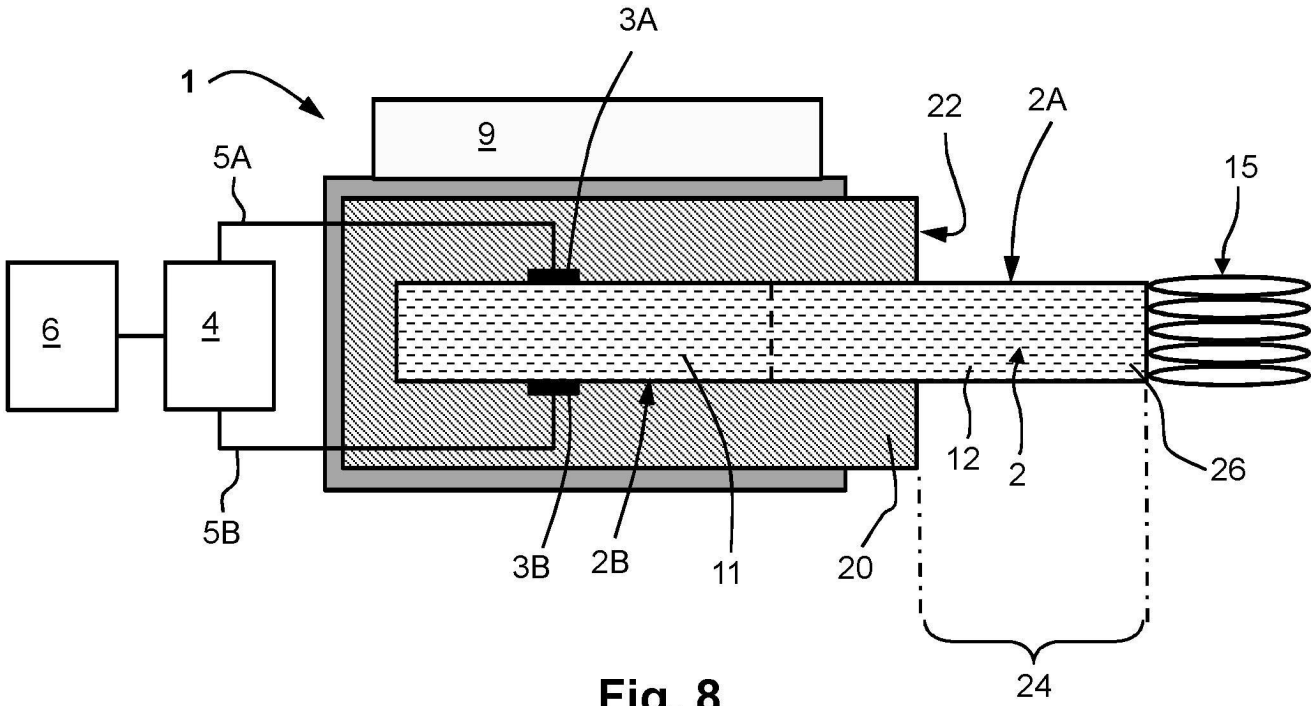

1
3A
9
22
2A
15
5A
6
4
12
2
26
5B
3B
2B
11
20
24

Fig. 8

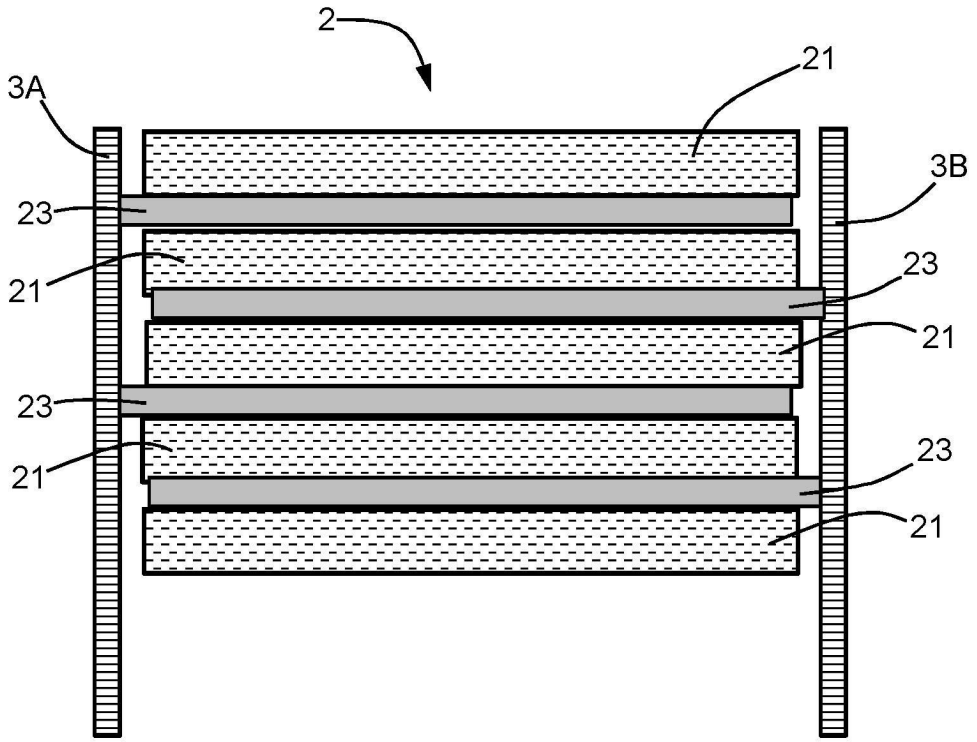

2
21
3A
3B
23
21
23
21
23
21
23
21

Fig. 9

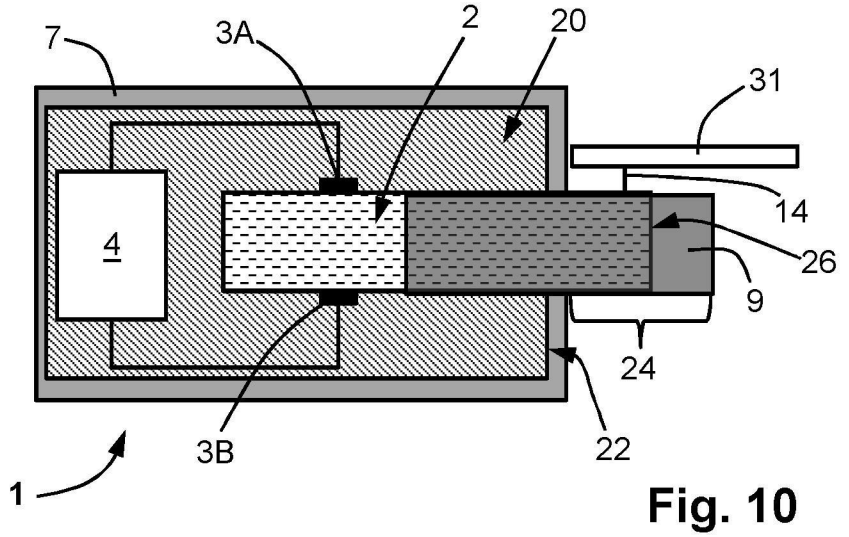


Fig. 10

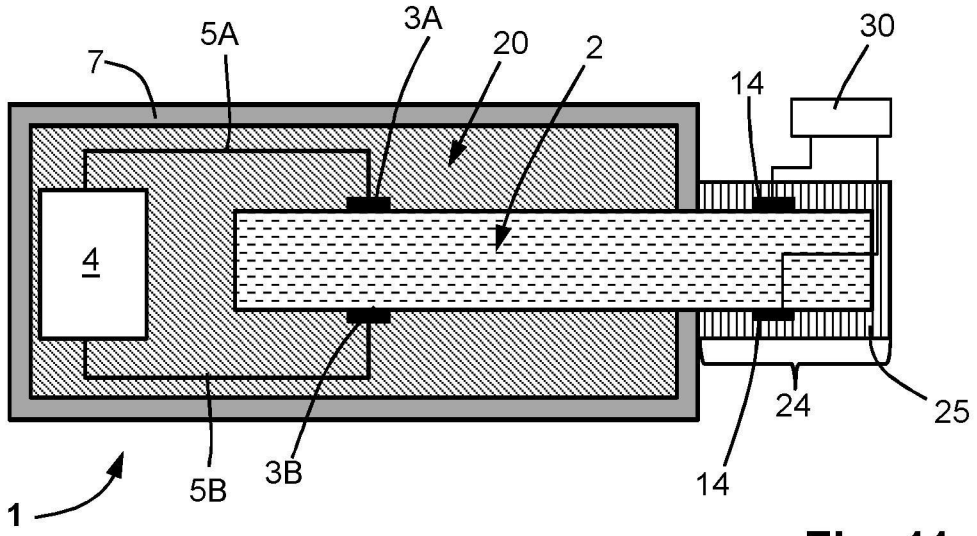


Fig. 11