



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(51) Int Cl.:
A24F 47/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17183310.6**

(22) Anmeldetag: **26.07.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **PEUCHERT, Ulrich**
55294 Bodenheim (DE)
• **WINTERSTELLER, Fritz**
83317 Teisendorf (DE)
• **KLUGE, Michael**
63073 Offenbach am Main (DE)

(30) Priorität: **23.08.2016 DE 102016115574**

(74) Vertreter: **Blumbach · Zinngrebe Patent- und Rechtsanwälte**
PartG mbB
Alexandrastraße 5
65187 Wiesbaden (DE)

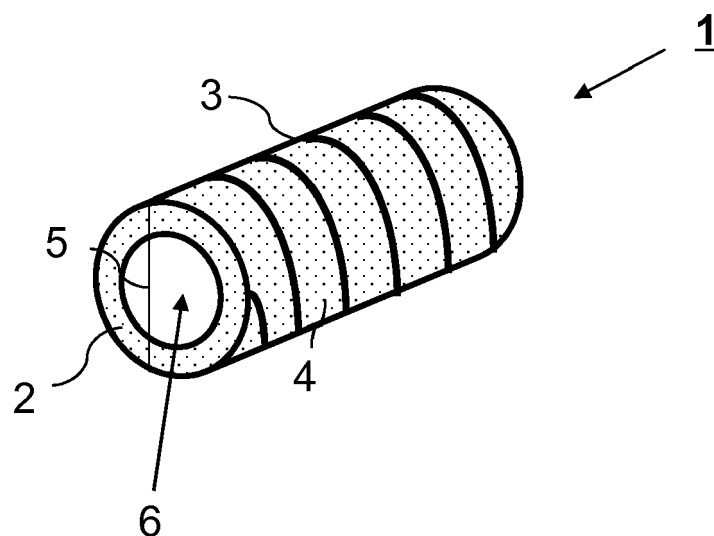
(71) Anmelder: **SCHOTT AG**
55122 Mainz (DE)

(54) **HEIZELEMENTE FÜR ELEKTRONISCHE ZIGARETTEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Heizelement, welches insbesondere zur Verwendung in einer elektronischen Zigarette geeignet ist. Das Heizelement umfassend zumindest ein Trägermaterial aus Glas oder Glaskeramik und metallische Heizleiterstrukturen, wobei die Heizlei-

terstrukturen auf dem Trägermaterial aufgebracht sind und das Trägermaterial eine thermische Leitfähigkeit $< 2 \text{ W/K} \cdot \text{m}$, eine Wärmekapazität $< 1000 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$ und eine Rauheit $R_a < 500 \text{ nm}$ aufweist.

Fig. 1



BeschreibungGebiet der Erfindung

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Hezelement für Heiße Anwendungen. Im Speziellen betrifft die Erfindung ein Hezelement zur geregelten Erwärmung und Verdampfung von verdampfbaren und/oder tabakhaltigen Substanzen in elektronischen Zigaretten.
- [0002]** Elektronische Zigaretten, im Folgenden auch als E-Zigaretten bezeichnet, finden im zunehmenden Maße als Alternative zu Tabakzigaretten Verwendung. Typischerweise weisen E-Zigaretten hierbei ein Mundstück sowie eine
- 10 **[0003]** Das Hezelement erhitzt hierbei eine verdampfbare Flüssigkeit, so dass diese vom Anwender inhaliert werden kann. Diese Flüssigkeit kann bereits Nikotin enthalten. Alternativ ist die Flüssigkeit nikotinlos. Hierbei kann das sich bildende Aerosol dann einen nikotinhaltigen und nikotinlössigen Körper durchfluten.
- [0004]** So sind aus dem Stand der Technik beispielsweise lanzenförmige Hezelemente bekannt. Diese werden in ein
- 15 speziell designtes Tabakstück gesteckt und somit in Kontakt mit den zu verdampfenden Substanzen gebracht und heizen diese auf Temperaturen im Bereich von 50°C bis 350°C auf. Hierdurch kommt es zu einer Aerosolbildung. Entsprechende Heizlanzen können dabei aus einem Heizdraht ohne Trägermaterial bestehen. Nachteilig ist hierbei jedoch, dass auf Grund der benötigten mechanischen Stabilität des Hezelements die Abmessungen des Hezelements nicht beliebig klein gestaltet werden können. Des Weiteren verschmutzen entsprechende Hezelemente bei der Benutzung leicht.
- 20 **[0005]** Im Stand der Technik werden daher alternativ Heizlanzen beschrieben, deren Heizleiterstrukturen auf einem Trägermaterial aufgebracht sind. Diese Heizlanzen weisen keramische Trägermaterialien auf, da diese neben einer hohen Temperaturstabilität eine elektrische Isolierung aufweisen. So werden in der EP 2 469 969 Heizlanzen mit Trägermaterialien auf der Basis von ZrO_2 -Keramiken beschrieben.
- [0006]** Nachteilig bei der Verwendung von keramischen Trägermaterialien ist jedoch neben den hohen Herstellungskosten deren hohe Oberflächenrauigkeit sowie Porosität. Rauheit und Porosität wirken sich hierbei nachteilig auf die
- 25 in Form einer leitfähigen Beschichtung aufgetragenen Heizleiterstrukturen auf. So wirkt sich die raue Oberfläche nachteilig auf die Anhaftung der leitfähigen Beschichtung auf dem Trägermaterial aus.
- [0007]** Des Weiteren weisen die bekannten keramischen Trägermaterialien eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf. Dies ist für die Verwendung in einem Hezelement nachteilig, da somit die im Heizbereich des Hezelements erzeugte Wärme nicht gezielt an das zu erhitzende Medium abgegeben werden kann, sondern eine Wärmeableitung durch die Keramik erfolgt und die so abgeleitete Wärme somit nicht mehr für die Verdampfung bzw. Erwärmung der Substanzen zur Verfügung steht. Entsprechend muss mehr Heizleistung durch das Hezelement aufgebracht werden, was sich nicht nur
- 30 nachteilig auf den Energieverbrauch und somit beispielsweise auf die Batterie- bzw. Akkulaufzeit der E-Zigarette auswirkt, sondern auch zu einer Temperaturerhöhung innerhalb der E-Zigarette führen und sich somit nachteilig auf die Lebensdauer des Hezelements auswirken kann.
- [0008]** In einem alternativen Aufbau einer E-Zigarette kann das Hezelement innerhalb der E-Zigarette auch so angeordnet werden, dass dieses nicht direkt in das Tabakstück bzw. die zu verdampfenden Substanzen eingebracht werden, sondern das Tabakstück bzw. ein Reservoir mit den zu verdampfenden Substanzen zylinderförmig umschließen. Eine entsprechende Anordnung wird beispielsweise in der US 2005/0172976 beschrieben. Derartige externe Hezelemente
- 40 bieten den Vorteil, dass die zu verdampfenden Substanzen bzw. Tabakstücke einfacher ausgetauscht werden können. Auf Grund der gewünschten geringen Abmessungen der E-Zigaretten, die typischerweise den Abmessungen konventioneller Tabakzigaretten nachempfunden werden, ergeben sich bei einer derartigen Anordnung des Hezelements sehr geringe Durchmesser und somit Biegeradien. Da es sich bei dem Trägermaterial zudem um einen elektrischen Isolator handeln muss, werden bislang als Trägermaterial nur Hochleistungskunststoffe wie beispielsweise Polyimide oder Polyamide verwendet.
- 45 **[0009]** Bei diesen Anordnungen werden Leistungsfähigkeit sowie Lebensdauer des Hezelements durch die relativ geringe Temperaturbeständigkeit der Kunststoffe limitiert. Zudem kann es durch die in der E-Zigarette verwendeten organischen Lösungsmitteln zu Auslaugungseffekten kommen. Dies ist zum einen in Hinblick auf die Lebensdauer des Hezelementes nachteilig. Zudem können so Bestandteile des Trägermaterials im organischen Lösungsmittel gelöst
- 50 und vom Anwender inhaliert werden.

Aufgabe der Erfindung

- 55 **[0010]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Hezelement, insbesondere zur Verwendung in E-Zigaretten, bereit zu stellen, welches neben einer hohen Heizperformance und einer hohen Lebensdauer auch in einer Vielzahl von E-Zigaretten mit unterschiedlichen Aufbauten eingesetzt werden kann.

Beschreibung der Erfindung

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird bereits durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Das erfindungsgemäße Heizelement ist insbesondere zur Verwendung in einer E-Zigarette geeignet und umfasst zumindest ein Trägermaterial aus Glas oder Glaskeramik und metallische Heizleiterstrukturen.

[0013] Das Trägermaterial aus Glas oder Glaskeramik weist hierbei eine hohe Temperaturstabilität von mehr als 300°C oder sogar mehr als 400°C auf. Dies wird beispielsweise bei der Verwendung von Gläsern mit einer hohen Glasübergangstemperatur T_g erreicht.

[0014] Gleichzeitig weist das Trägermaterial eine sehr geringe thermische Leitfähigkeit von $< 2 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$. Die geringe thermische Leitfähigkeit sowie die geringe Wärmekapazität des Trägermaterials verringern bzw. verhindern hierbei die Ausbreitung der vom Heizelement erzeugten Wärme im Trägermaterial und ermöglichen so eine gezielte Wärmeleitung vom Heizelement zu den zu verdampfenden Substanzen. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist das Trägermaterial eine Wärmeleitfähigkeit $< 1,8 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$ oder sogar $< 1,5 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$ auf.

[0015] Gleichzeitig beträgt die spezifische Wärmekapazität des Trägermaterials weniger als $1200 \text{ J/K}\cdot\text{kg}$, bevorzugt sogar weniger als $1000 \text{ J/K}\cdot\text{kg}$. Durch die geringe Wärmekapazität wird gewährleistet, dass die im Heizelement erzeugte Wärme schnell und möglichst vollständig zu den zu verdampfenden Substanzen geleitet wird. Dies ist in Hinblick auf den Energiebedarf beim Verdampfungsvorgang vorteilhaft. Gleichzeitig wird somit auch eine übermäßige Erwärmung des Heizelementes vermieden, was sich vorteilhaft auf dessen Lebensdauer auswirkt.

[0016] Somit sind bevorzugt sowohl eine geringe Wärmeleitfähigkeit wie auch eine geringe Wärmekapazität des Trägermaterials notwendig, um eine gute Heizperformance des Heizelementes zu erreichen. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, dass das Heizelement eine FOM für das Produkt von Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität

$$\text{FOM} = \text{Wärmeleitfähigkeit} \cdot \text{spezifische Wärmekapazität}$$

von kleiner als $1800 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$ oder sogar kleiner als $1500 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$, besonders bevorzugt sogar kleiner als $1200 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$, ganz besonders bevorzugt sogar kleiner als $1000 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$ bei beispielhaften Temperaturen 20-100°C aufweist. Im Unterschied zum erfindungsgemäßen Trägermaterial weisen dagegen die bislang im Stand der Technik als Trägermaterialien beschriebenen Keramiken höhere Wärmeleitfähigkeiten bzw. Wärmekapazitäten auf. So liegen beispielsweise bei Al_2O_3 -Keramiken die Wärmeleitfähigkeiten bei 20 -30 $\text{W/K}\cdot\text{m}$ und somit um Faktor 20 höher als bei den erfindungsgemäßen Trägermaterialien. ZrO_2 Keramiken weisen mit 2- 3 $\text{W/K}\cdot\text{m}$ immerhin noch um mindestens Faktor 1,5 höhere Werte gegenüber Glas auf.

[0017] Das Trägermaterial sorgt für die mechanische Stabilität des Heizelements. Auf der bzw. auf einer Oberfläche des Trägermaterials sind metallische Heizleiterstrukturen aufgebracht. Diese können beispielsweise in Form einer Beschichtung auf das Trägermaterial aufgebracht werden. Da das erfindungsgemäße Trägermaterial eine sehr glatte Oberfläche aufweist und die Rauheit R_a kleiner als 500 nm oder sogar kleiner als 250 nm, besonders bevorzugt sogar kleiner 20nm beträgt, kann zwischen Trägermaterial und metallischen Heizleiterstrukturen eine besonders gute Anhaftung erzielt werden. Dies äußert sich beispielsweise in einer hohen mechanischen Beständigkeit des Heizelements.

[0018] Auf Grund der hohen mechanischen Festigkeit des verwendeten Trägermaterials kann dieses entsprechend dünn ausgebildet sein. Dies ermöglicht eine besonders kompakte Bauweise des Heizelementes sowie der gesamten E-Zigarette.

[0019] Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Heizelemente kann das Glas (bzw. bei der Verwendung von Glaskeramiken als Trägermaterial das entsprechende Grünglas) durch Ziehprozesse in die gewünschte Form bzw. Geometrie gebracht werden. Dies ermöglicht neben einer flexiblen Anpassung des Trägermaterials an den jeweiligen Aufbau der E-Zigarette auch eine kostengünstige Herstellung der Heizelemente.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist das Trägermaterial als Rohr oder Stab mit einem Durchmesser $< 20 \text{ mm}$ ausgebildet. Das Rohr bzw. der Stab kann dabei einen runden, ellipsoiden, drei- oder mehrwinkligen Querschnitt aufweisen. Das Trägermaterial kann auch in Form eines hohlen Glasprofils ausgebildet sein. Die entsprechenden Glasrohre bzw. -stäbe können durch Ziehprozesse erhalten werden. In einer Weiterbildung der Ausführungsform weisen die Glasrohre eine Wandstärke von weniger als 5 mm auf.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Glas des Trägermaterials als Dünn- oder Dünnglas ausgebildet und weist eine Dicke von weniger als $2000 \mu\text{m}$, weniger als $1000 \mu\text{m}$ oder sogar weniger als $500 \mu\text{m}$ auf. Das Trägermaterial kann hierbei als Flachglas ausgebildet sein.

[0022] Sogar die Verwendung von Dünngläsern mit Dicken von weniger als $100 \mu\text{m}$ oder sogar weniger als $50 \mu\text{m}$ als Trägermaterial ist möglich.

[0023] In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird das Dünnglas dagegen in eine Glasrolle mit einem Durchmesser $< 20 \text{ mm}$ überführt. Dies kann beispielsweise durch ein Aufrollen des entsprechenden Flachglases erfolgen.

EP 3 287 021 A2

Hierbei können auch Trägermaterialien in Form von Dünnglasrollen mit einem Durchmesser von weniger als 10 mm erhalten werden.

[0024] Als für die Verwendung als Trägermaterial geeignete Gläser haben sich insbesondere Silikatgläser, Borosilikatgläser, Aluminiumsilikatgläser oder Aluminiumborosilikatgläser herausgestellt. Auch daraus über Temperaturbehandlung entwickelte Glaskeramiken sind einsetzbar.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Trägermaterial um ein Glas mit folgenden Bestandteilen (in Gew%):

SiO ₂	50 bis 66
B ₂ O ₃	0 bis 7
Al ₂ O ₃	10 bis 25
MgO	0 bis 7
CaO	5 bis 16
SrO	0 bis 8
BaO	6 bis 18
P ₂ O ₃	0 bis 2
ZrO ₂	0 bis 3
TiO ₂	0 bis 5.

[0026] Als besonders vorteilhaft haben sich hierbei Gläser mit folgenden Bestandteilen (in Gew%) herausgestellt:

SiO ₂	52 bis 64
B ₂ O ₃	0 bis 5,5
Al ₂ O ₃	12 bis 18
MgO	0 bis 5
CaO	9 bis 14,5
SrO	0 bis 4
BaO	8 bis 12
P ₂ O ₃	0 bis 1
ZrO ₂	0 bis 2
TiO ₂	0 bis 3

[0027] Als Silikatgläser können auch Borosilikatgläser wie Zn-Ti-Borosilikatgläser, Zn-Silikatgläser oder auch Natriumsilikatgläser mit einem hohen SiO₂-Gehalt verwendet werden.

[0028] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass alkalihaltige Borosilikatgläser mit folgenden Bestandteilen (in Gew%-%) als Trägerglas verwendet werden:

SiO ₂	70 bis 85
B ₂ O ₃	0 bis 15
Al ₂ O ₃	1 bis 10
Na ₂ O	1 bis 10
K ₂ O	0 bis 5
CaO	0 bis 5, bevorzugt $\geq 0,1$.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in mol-%):

SiO ₂	64 bis 78
Al ₂ O ₃	5 bis 14
Na ₂ O	4 bis 12
K ₂ O	0 bis 5
MgO	0 bis 14
CaO	1 bis 12
ZrO ₂	0 bis 2

EP 3 287 021 A2

(fortgesetzt)

TiO₂ 0 bis 4,5

5 mit

$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} \geq 1 \text{ mol-\%}$ und
 $\Sigma \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 82 \text{ mol-\%}$

10 **[0030]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

	SiO ₂	58 bis 65
	B ₂ O ₃	6 bis 10,5
15	Al ₂ O ₃	14 bis 25
	MgO	0 bis 5
	CaO	0 bis 9
	BaO	0 bis 8, bevorzugt 3-8
	SrO	0 bis 8
20	ZnO	0 bis 2

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

	SiO ₂	50 bis 65
25	Al ₂ O ₃	15 bis 20
	B ₂ O ₃	0 bis 6
	Li ₂ O	0 bis 6
	Na ₂ O	8 bis 15
30	K ₂ O	0 bis 5
	MgO	0 bis 5
	CaO	0 bis 7, bevorzugt 0 bis 1
	ZnO	0 bis 4, bevorzugt 0 bis 1
	ZrO ₂	0 bis 4
35	TiO ₂	0 bis 1, bevorzugt im wesentlichen TiO ₂ -frei

[0032] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

40	SiO ₂	30 bis 85
	B ₂ O ₃	3 bis 20
	Al ₂ O ₃	0 bis 15
	Na ₂ O	3 bis 15
	K ₂ O	3 bis 15
45	ZnO	0 bis 12
	TiO ₂	0,5 bis 10
	CaO	0 bis 0,1

50 **[0033]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

	SiO ₂	55 bis 75
	Na ₂ O	0 bis 15
	K ₂ O	2 bis 14
55	Al ₂ O ₃	0 bis 15
	MgO	0 bis 4
	CaO	3 bis 12

EP 3 287 021 A2

(fortgesetzt)

5	BaO	0 bis 15
	ZnO	0 bis 5
	TiO ₂	0 bis 2

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

10	SiO ₂	50 bis 70
	Na ₂ O	0 bis 5
	K ₂ O	0 bis 5
	Al ₂ O ₃	17 bis 27
	MgO	0 bis 5
15	BaO	0 bis 5
	SrO	0 bis 5
	ZnO	0 bis 5
	TiO ₂	0 bis 5
	ZrO ₂	0 bis 5
20	Ta ₂ O ₅	0 bis 8
	P ₂ O ₅	0 bis 10
	Fe ₂ O ₃	0 bis 5
	CeO ₂	0 bis 5
25	Bi ₂ O ₃	0 bis 3
	WO ₃	0 bis 3
	MoO ₃	0 bis 3

[0035] Sowie übliche Läutermittel z.B. SnO₂, SO₄, Cl, AS₂O₃, Sb₂O₃ in Mengen von 0 bis 4 Gew.-%

[0036] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das Glas folgende Bestandteile (Angaben in Gew%):

35	SiO ₂	35 bis 70, bevorzugt 35 bis 60
	Al ₂ O ₃	14 bis 40, bevorzugt 16,5 bis 40
	MgO	0 bis 20, bevorzugt 4 bis 20, besonders bevorzugt 6 bis 20
	BaO	0 bis 10, bevorzugt 0 bis 8
	SrO	0 bis 5, bevorzugt 0 bis 4
	ZnO	0 bis 15, bevorzugt 0 bis 9, besonders bevorzugt 0 bis 4
40	TiO ₂	0 bis 10, bevorzugt 1 bis 10
	ZrO ₂	0 bis 10, bevorzugt 1 bis 10
	Ta ₂ O ₅	0 bis 8, bevorzugt 0 bis 2
	B ₂ O ₃	0 bis 10, bevorzugt > 4 bis 10
	CaO	0 bis < 8, bevorzugt 0 bis 5, besonders bevorzugt < 0,1
45	P ₂ O ₅	0 bis 10, bevorzugt < 4
	Fe ₂ O ₃	0 bis 5
	CeO ₂	0 bis 5
	Bi ₂ O ₃	0 bis 3
	WO ₃	0 bis 3
50	MoO ₃	0 bis 3

[0037] Sowie übliche Läutermittel z.B. SnO₂, SO₄, Cl, AS₂O₃, Sb₂O₃ in Mengen von 0 bis 4 Gew.-%

[0038] Insbesondere Alkalihaltige Aluminosilikate können hierbei durch Ionenaustausch chemisch gehärtet und die mechanische Stabilität des Trägermaterials kann so weiter erhöht werden. Insbesondere kann die Bruchwahrscheinlichkeit signifikant gesenkt werden. Auf Grund der hohen Glasübergangstemperatur T_g der Gläser von über 600°C kann hierbei der Ionenaustausch bei Temperaturen von über 400°C erfolgen, so dass nur eine geringe Ionenaustauschzeit benötigt wird. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, dass das Trägermaterial ein chemisch gehärtetes Glas ist.

[0039] Dies ist insbesondere bei Trägermaterialien auf der Basis von Dünn- oder Dünnstgläsern besonders vorteilhaft. So können beispielsweise flache oder ultraflache Trägerkomponenten mit einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm durch ein Down-Draw oder Overflow Fusion Verfahren erhalten und ohne vorherige weitere Dünnung chemisch gehärtet werden.

[0040] Alternativ oder zusätzlich kann die mechanische Festigkeit der Trägerkomponente durch eine chemische und/oder mechanische Kantenbearbeitung wie beispielsweise. Kontourierung oder Kantenätzen weiter erhöht werden. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, dass die Kanten der Trägerkomponente chemisch und/oder mechanisch bearbeitet sind. Dies ist insbesondere bei Heizelementen mit Trägerkomponenten aus alkalifreien Gläsern vorteilhaft, da hier keine Erhöhung der mechanischen Festigkeit durch Ionenaustausch erfolgen kann. Der Einsatz von alkalifreien Gläsern, beispielsweise von alkalifreien Aluminoborosilikatgläsern als Trägermaterial ist hierbei auf Grund ihrer hohen chemischen Resistenz sowie der guten Verarbeitbarkeit, insbesondere der Möglichkeit, die entsprechenden Gläser in ultradünne Formen ziehen zu können, besonders vorteilhaft.

[0041] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird als Trägerkomponente eine Glaskeramik, bevorzugt eine LAS-Glaskeramik (Lithiumaluminiumsilikat-Glaskeramik) oder MAS-Glaskeramik (Magnesiumaluminiumsilikat-Glaskeramik) verwendet. So weisen LAS-Glaskeramiken sehr niedrige thermische Leitfähigkeitswerte von 1,1 W/K*m auf, was sich vorteilhaft auf die Heizperformance auswirkt. Gleichzeitig weisen Glaskeramiken eine hohe mechanische Stabilität auf.

[0042] Die Heizleiterstrukturen können beispielsweise spiralförmig oder meanderförmig auf der Oberfläche des Trägermaterials aufgebracht sein. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht eine vollflächige Aufbringung der Heizleiterstrukturen auf dem Trägermaterial vor.

[0043] Bei einem rohrförmigen Trägermaterial können je nach Ausgestaltung des Heizelements bzw. der entsprechenden E-Zigarette die Heizleiterstrukturen auf der inneren oder der äußeren Mantelfläche des Trägermaterials aufgebracht sein.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Heizleiterstrukturen in Form einer elektrisch leitenden Beschichtung, bevorzugt als platinhaltige Beschichtung oder ITO-Beschichtung auf die Oberfläche des Trägermaterials aufgebracht.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0045] Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen sowie der Figuren 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine graphische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Heizelements, bei welchem das Trägermaterial rohrförmig ausgebildet ist und sich die Heizleiterstrukturen auf der äußeren Mantelfläche des Rohrs befinden,

Fig. 2 eine graphische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Heizelements, bei welchem das Trägermaterial stabförmig ausgebildet ist

Fig. 3 eine graphische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem das Trägermaterial als Flachglas ausgebildet ist und meanderförmige Heizleiterstrukturen aufweist,

Fig. 4 eine graphische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem das Trägermaterial als Flachglas ausgebildet ist und vollflächige Heizleiterstrukturen aufweist und

Fig. 5 den schematischen Aufbau einer elektronischen Zigarette.

Ausführungsbeispiele

[0046] Die Tabellen 1 bis 4 zeigen 13 verschiedene Ausführungsbeispiele für das verwendete Trägermaterial. Die einzelnen Ausführungsbeispiele unterscheiden sich hierbei hinsichtlich der Zusammensetzung des Glases. Die in Tabelle 1 aufgeführten Beispiele 1 bis 5 enthalten Alkaliionen und können chemisch gehärtet werden, bei den in Tabelle 2 aufgeführten Beispielen 6 und 7 handelt es sich um Alkalifreie Gläser. Hier kann beispielsweise eine weitere Erhöhung der mechanischen Festigkeit durch eine chemische und/oder mechanische Kantenbearbeitung erfolgen.

EP 3 287 021 A2

Tabelle 1: Alkalihaltige Ausführungsbeispiele

Bestandteil	Beispiel 1 Gew%	Beispiel 2 Gew%	Beispiel 3 Gew. %	Beispiel 4 Mol%	Beispiel 5 Mol%
SiO ₂	81	79	75	68,5	68,2
B ₂ O ₃	12,7	10	10		
Al ₂ O ₃	2,4	4	6	12	11,8
Na ₂ O	3,5	5	7	12	10,5
K ₂ O	0,6	1	0	0,5	0
MgO					1,2
CaO	0	1	1,5	5	5,2
TiO ₂				1,5	3,1
ZrO ₂				0,5	0
α_{20-300} [ppm/K]	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$
Tg [°C]	525	555	565	642	685
Dichte [g/cm ³]	2,2	2,3	2,34	2,46	2,47
Thermische Leitfähigkeit @ 90°C [W m ⁻¹ K ⁻¹]	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0
Mittlere spezifische Wärmekapazität Cp bei 20-100°C [J/ (K*g)]	0,82				

Tabelle 2: Alkalifreie Ausführungsbeispiele

Bestandteil	Beispiel 6 Gew. %	Beispiel 7 Gew%
SiO ₂	60	61
B ₂ O ₃	4,5	0,5
Al ₂ O ₃	14	16,2
MgO	2,5	
CaO	10	13
BaO	9	8
ZrO ₂		1
α_{20-300} [ppm/K]	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$
Tg [°C]	720	790
Dichte [g/cm ³]	2,63	2,67
Thermische Leitfähigkeit @ 90°C [W m ⁻¹ K ⁻¹]	1,1	1,1

Tabelle 3: Ausführungsbeispiele 8 bis 11

Bestandteil	Beispiel 8 Gew%	Beispiel 9 Gew%	Beispiel 10 Gew. %	Beispiel 11 Gew. %
SiO ₂	61	60,7	64,0	64 - 74
B ₂ O ₃	10		8,3	
Al ₂ O ₃	18	16,9	4,0	

EP 3 287 021 A2

(fortgesetzt)

Bestandteil	Beispiel 8 Gew%	Beispiel 9 Gew%	Beispiel 10 Gew. %	Beispiel 11 Gew. %
Na ₂ O		12,2	6,5	6 - 10
K ₂ O		4,1	7,0	6 - 10
MgO	2,8	3,9		
CaO	4,8			5 - 9
BaO	3,3			0 - 4
ZrO ₂		1,5		
SnO ₂		0,4		
CeO ₂		0,3		
ZnO			5,5	2 - 6
TiO ₂			4,0	0 - 2
Sb ₂ O ₃			0,6	
Cl			0,1	
α_{20-300} [ppm/K]	$3,2 \cdot 10^{-6}$		$7,2 \cdot 10^{-6}$	$9,4 \cdot 10^{-6}$
Tg [°C]	717		557	553
Dichte [g/cm ³]	2,43		2,5	2,55
Thermische Leitfähigkeit @ 90°C [W m ⁻¹ K ⁻¹]	1,16			
Mittlere spezifische Wärmekapazität Cp bei 20-100°C [J/ (K*g)]	0,8			

Tabelle 4: Beispielhafte alkalihaltige Glaskeramikzusammensetzungen

Bestandteil	Beispiel 12 Gew. %	Beispiel 13 Gew%
SiO ₂	65,45	64,45
Al ₂ O ₃	21,97	21,97
Na ₂ O	0,51	0,51
Li ₂ O	3,72	3,72
MgO	0,47	0,47
BaO	2,02	2,02
ZnO	1,7	1,7
TiO ₂	2,39	3,4
ZrO ₂	1,76	1,76
α_{20-300} [ppm/K]	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,05 \cdot 10^{-6}$
Tg [°C]	690	685
Thermische Leitfähigkeit @ 90°C [W m ⁻¹ K ⁻¹]	1,1	1,1
Mittlere spezifische Wärmekapazität Cp bei 20-100°C [J/ (K*g)]	0,80	0,81

[0047] Tabelle 4 zeigt beispielhafte Ausgangsglas-Zusammensetzungen aus dem LAS Glaskeramiksystem. In keramisiertem Zustand liegen die Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von 0 +/- 0,5 ppm/K. Die thermische Leitfähigkeit

liegt bei $1,7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

[0048] Fig. 1 zeigt eine graphische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Heizelements 1, bei welchem das Trägermaterial 2 rohrförmig ausgebildet ist. In diesem Ausführungsbeispiel befinden sich die Heizleiterstrukturen 3 auf der äußeren Mantelfläche 4 des Rohrs 2 und sind spiralförmig angeordnet. Das Glasrohr 2 weist einen Durchmesser 5 von weniger als 20 mm auf, die Wandstärke des Rohrs beträgt weniger als 5 mm. Durch den Hohlraum 6 ist das Heizelement 1 beispielsweise zur Verwendung als ein von außen anliegendes, zylindrisches Heizelement für sog. Heat-not-Burn-Zigaretten geeignet.

[0049] Der in Fig. 1 dargestellte Aufbau des Heizelements 1 kann auch mit einem Ultradünnglas als Trägermaterial realisiert werden. So kann ein entsprechendes Ultradünnglas, beispielsweise ein Alkalialuminosilikatglas, zunächst als Flachglas bereitgestellt werden. In einem nachfolgenden Herstellungsschritt kann das Glas mit Heizleiterstrukturen 3 versehen und zu einem Rohr aufgerollt werden.

[0050] In Fig. 2 wird eine weitere Ausführungsform des Heizelements 1 schematisch dargestellt. Gemäß dieser Ausführungsform ist das Trägermaterial 2a in Form eines Glas- oder Glaskeramikstabes mit einem Durchmesser kleiner 20 mm ausgebildet. Die Heizleiterstrukturen 3 sind als spiralförmige Beschichtung auf der Oberfläche des Trägermaterials 2a aufgebracht. Die Enden 7 des Trägermaterials 2a sind in der hier dargestellten Ausführungsform flach ausgebildet. Das Trägermaterial 2a kann jedoch abhängig von der Anforderung an das Design des Heizelementes auch runde oder spitze Enden aufweisen. Auch eine unterschiedliche geometrische Ausgestaltung der beiden Enden des Trägermaterials 2a ist möglich.

[0051] Fig. 3 zeigt eine graphische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem das Trägermaterial 2c als Flachglas ausgebildet ist und meanderförmige Heizleiterstrukturen 3 aufweist. Das Trägermaterial ist hierbei an einem Ende zu einer Spitze ausgebildet. Dies ermöglicht es beispielsweise das in Fig. 3 gezeigte Heizelemente in ein Tabakstück einzuführen.

[0052] Die Heizleiterstrukturen 3 können über die Kontakte 8a und 8b mit einer Energiequelle (nicht dargestellt) verbunden werden. Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform kann auch mit ultradünnen Flachgläsern als Trägermaterial 2c realisiert werden. Hierbei sind Glasdicken von weniger als $100 \mu\text{m}$ oder sogar weniger als $50 \mu\text{m}$ möglich.

[0053] Fig. 4 zeigt eine graphische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem das Trägermaterial 2d als Flachglas ausgebildet ist und vollflächige Heizleiterstrukturen 3 aufweist. Das Trägermaterial ist hierbei an einem Ende zu einer Spitze ausgebildet. Dies ermöglicht es beispielsweise das in Fig. 4 gezeigte Heizelemente in ein Tabakstück einzuführen.

[0054] In Fig. 5 ist eine elektronische Zigarette 9 dargestellt. Die Zigarette 9 umfasst eine Spitze 10 und ein Mundstück 19, an welchem der Benutzer zieht, um das in der Zigarette mittels eines Verdampfers 15 erzeugte Aerosol zu inhalieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Mundstück 19 von der Spitze 10 abnehmbar.

[0055] Die Zigarette 9 enthält einen elektrischen Energiespeicher 12, um die elektrische Energie zur Verdampfung der organischen Flüssigkeit im Verdampfer 12 bereitzustellen. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der elektrische Energiespeicher 12 in der Spitze 10 der Zigarette 9 untergebracht.

[0056] Die elektronische Zigarette 9 enthält weiterhin eine Steuereinheit 13, welche die Heizleistung des Heizelements im Verdampfer 15 regelt. Insbesondere kann die Steuereinheit 13 eingerichtet sein, festzustellen, ob ein Benutzer inhaliert und abhängig davon die Heizleistung des Heizelements 16 zu regeln.

[0057] In der Spitze 10 kann weiterhin eine Leuchtdiode 11 angeordnet sein, die ebenfalls von der Steuereinheit 13 angesteuert wird. Registriert die Steuereinheit 13, dass der Benutzer an der Zigarette 9 zieht, kann diese die Leuchtdiode 11 ansteuern, so dass die Leuchtdiode 11 leuchtet. Damit wird ein optischer Effekt entsprechend dem Aufglimmen beim Ziehen an einer herkömmlichen Zigarette erzielt.

[0058] Die Verdampfereinheit 15 umfasst einen Flüssigkeitsspeicher 17 und eine darin aufgenommene organische Trägerflüssigkeit 18. Zur Beheizung des Flüssigkeitsspeichers 17 und damit zur Verdampfung der organischen Trägerflüssigkeit 18 mit darin gelösten Bestandteilen, wie Nikotin, Duftstoffen und/oder Aromastoffen umfasst die Verdampfereinheit 15 das elektrisch beheizbares Heizelement 16. Das Heizelement 16 wird über die Steuereinheit 13 gesteuert vom elektrischen Energiespeicher 12 mit Strom versorgt. Durch Beheizen auf eine Betriebstemperatur größer als 100°C ist die Flüssigkeitsspeicher aufgenommene organische Trägerflüssigkeit 18, insbesondere ein hochsiedender Alkohol, wie Glycerin oder Propylenglykol verdampfbar.

Patentansprüche

1. Heizelement, insbesondere geeignet zur Verwendung in einer elektronischen Zigarette, umfassend zumindest ein Trägermaterial aus Glas oder Glaskeramik und metallische Heizleiterstrukturen, wobei die Heizleiterstrukturen auf dem Trägermaterial aufgebracht sind und das Trägermaterial eine thermische Leitfähigkeit $< 2 \text{ W/K}\cdot\text{m}$, eine Wärmekapazität $< 1000 \text{ J/K}\cdot\text{kg}$ und eine Rauheit $R_a < 500 \text{ nm}$ aufweist.

EP 3 287 021 A2

2. Heizelement gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei die thermische Leitfähigkeit des Trägermaterials $< 1,8 \text{ W/K}\cdot\text{m}$, bevorzugt $< 1,5 \text{ W/K}\cdot\text{m}$ ist.
3. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial rohr- oder stabförmig ausgebildet ist und bevorzugt einen Durchmesser $< 20 \text{ mm}$ und/oder einer Wandstärke $< 5 \text{ mm}$ aufweist.
4. Heizelement gemäß dem vorherigen Anspruch, wobei das Trägermaterial als ein Glasrohr mit einem drei- oder mehrrecksförmigen Querschnitt ausgebildet ist.
5. Heizelement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Trägermaterial als ein Glasrohr mit einem runden oder ellipsoiden Querschnitt oder als hohles Glasprofil ausgebildet ist.
6. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial aus einem Dünnglas, bevorzugt aus einem Dünnglas mit einer Dicke $< 2000 \mu\text{m}$, bevorzugt $< 1000 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $\leq 500 \mu\text{m}$ gebildet wird.
7. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial aus einem Dünnglas, bevorzugt aus einem Dünnglas mit einer Dicke, $< 100 \mu\text{m}$, bevorzugt $< 50 \mu\text{m}$ gebildet wird.
8. Heizelement gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei das Dünnglas zu einer Rolle mit einem Durchmesser $< 20 \text{ mm}$, bevorzugt $< 10 \text{ mm}$ aufgerollt oder aufrollbar ist.
9. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial ein Silikatglas, ein Borosilikatglas, ein Aluminiumsilikatglas oder ein Aluminiumborosilikatglas ist.

Al_2O_3	1 bis 10
Na_2O	1 bis 10
K_2O	0 bis 5
CaO	0 bis 5, bevorzugt $\geq 0,1$.

10. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei das Trägermaterial ein Glas mit den folgenden Bestandteilen (in Gew.-%) ist
11. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial ein chemisch gehärtetes Glas ist.
12. Heizelement gemäß dem vorstehenden Anspruch, wobei das Produkt von Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität

$$\text{FOM} = \text{Wärmeleitfähigkeit} \cdot \text{spezifische Wärmekapazität}$$

kleiner als $1800 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$ oder sogar kleiner als $1500 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$ bevorzugt kleiner als $1200 \text{ J}^2/\text{K}^2\cdot\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}$ im Temperaturintervall $20\text{-}100^\circ\text{C}$ ist.

13. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kanten des Dünnglases chemisch und/oder mechanisch bearbeitet sind.
14. Heizelement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Trägermaterial eine Glaskeramik, bevorzugt eine LAS-Glaskeramik oder eine MAS-Glaskeramik ist.
15. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial eine Rauheit kleiner 250 nm , bevorzugt $< 20 \text{ nm}$ aufweist.
16. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Heizleiterstrukturen als elektrisch leitende Beschichtung, bevorzugt als eine platinhaltige Beschichtung oder eine ITO-basierte Beschichtung ausgebildet ist.

EP 3 287 021 A2

17. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Heizleiterstrukturen spiral- oder meanderförmig auf der Oberfläche des Trägermaterials angeordnet sind.

5 18. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 16, wobei die Heizleiterstrukturen vollflächig auf der Oberfläche des Trägermaterials angeordnet sind.

19. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Heizleiterstrukturen auf der äußeren Mantelfläche des Trägermaterials angeordnet sind.

10 20. Heizelement gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 18, wobei das Trägermaterial rohrförmig ausgebildet ist und die Heizleiterstrukturen auf der inneren Mantelfläche des Trägermaterials angeordnet sind.

15 21. Heizelement gemäß einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 18, wobei das Trägermaterial als Flachglas ausgebildet ist.

22. Verwendung eines Heizelementes gemäß einem der vorherigen Ansprüche in einer elektronischen Zigarette.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

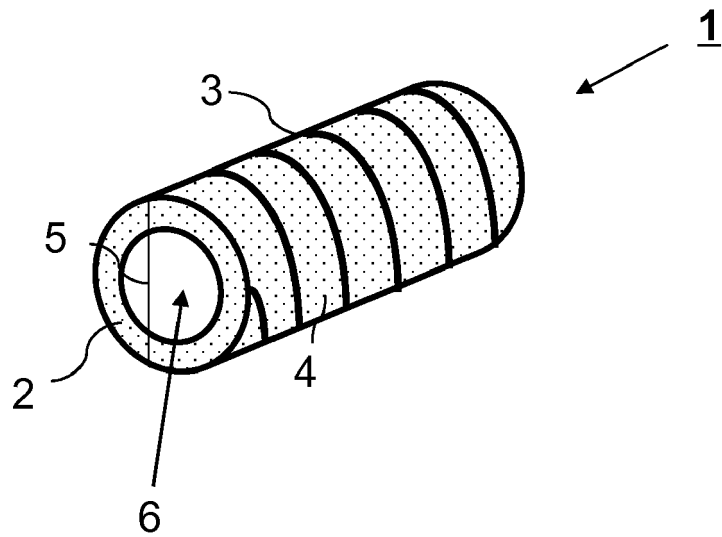


Fig. 2

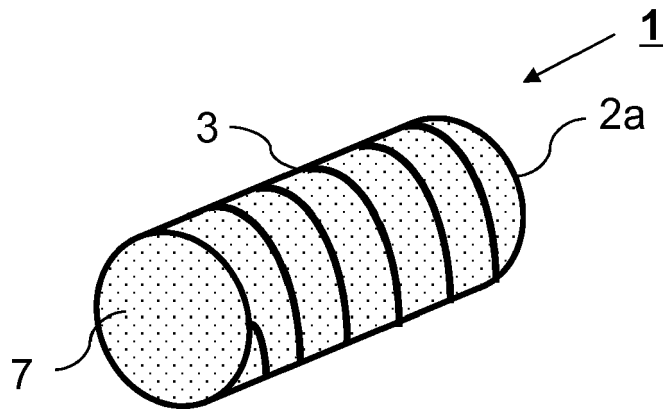


Fig. 3

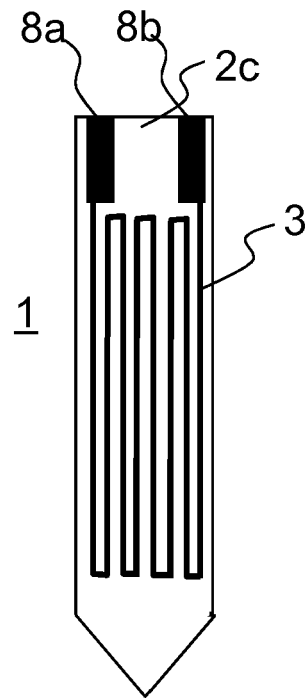
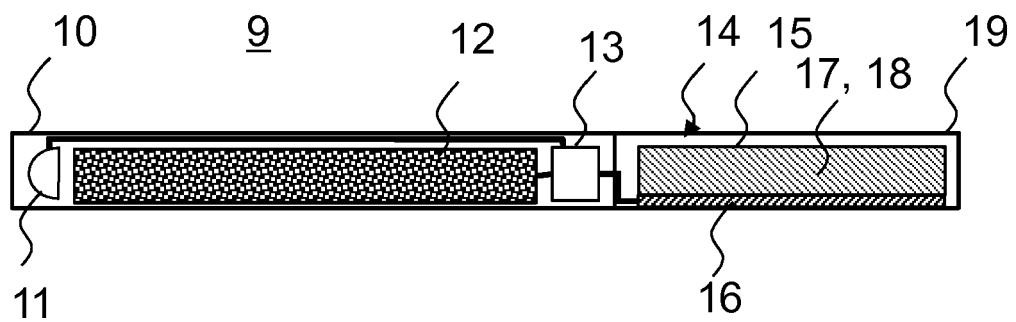
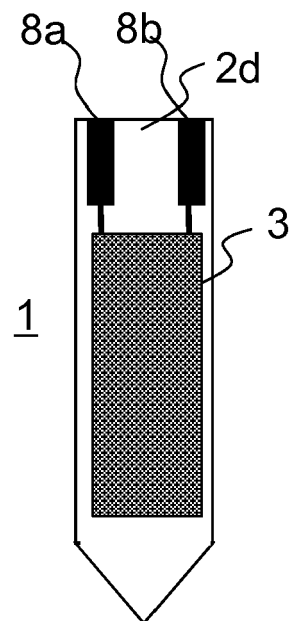


Fig. 4



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

- EP 2469969 A [0005]
- US 20050172976 A [0008]