



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 714 241 B1**

(19)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **A61M 11/04** (2006.01)
A24F 47/00 (2006.01)
C03C 11/00 (2006.01)
C04B 38/00 (2006.01)
H05B 3/18 (2006.01)
C03B 19/06 (2006.01)

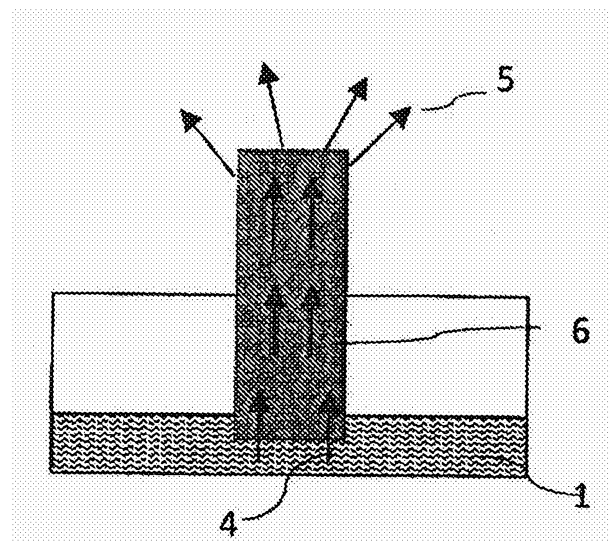
(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01116/18	(73) Inhaber:	Schott AG, Hattenbergstrasse 10 55122 Mainz (DE)
(22) Anmeldedatum:	18.09.2018	(72) Erfinder:	Dr. Dang Cuong Phan, 52062 Aachen (DE) Julia Gold, 84428 Buchbach (DE) Matthias Rindt, 84028 Landshut (DE) Susanne Schmid, 84056 Rottenburg (DE) Thomas Beerhorst, 84169 Altfranzhofen (DE)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.04.2019	(74) Vertreter:	BOVARD AG Patent- und Markenanwälte, Optingenstrasse 16 3013 Bern (CH)
(30) Priorität:	04.10.2017 DE 102017123000.9		
(24) Patent erteilt:	15.08.2019		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	15.08.2019		

(54) **Verdampfer umfassend einen Sinterkörper mit leitfähiger Beschichtung.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Verdampfer mit einer Heizeinrichtung, umfassend einen porösen Sinterkörper (6) mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung. Der Sinterkörper weist eine offene Porosität im Bereich von 10 bis 90% auf. Die elektrisch leitfähige Beschichtung ist mit der Oberfläche der Poren verbunden und ist Bestandteil einer Heizvorrichtung in einem Verdampfer. Die kleidet dabei die Poren aus, welche sich im Inneren des Sinterkörpers (6) befinden, sodass bei einer elektrischen Kontaktierung des Sinterkörpers und Beaufschlagung mit einem Strom dieser Strom zumindest teilweise durch das Innere des Sinterkörpers fließt und das Innere des Sinterkörpers erhitzt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Verdampfers, umfassend einen porösen Sinterkörper mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung.

Der erfindungsgemässe Verdampfer kann z.B. als Bauteil in einer elektronischen Zigarette oder in einem medizinischen Inhalator verwendet werden.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen einen mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung beschichteten Sinterkörper. Im Speziellen betrifft die Erfindung eine Verdampfeinheit umfassend einen Flüssigkeitsspeicher und eine Heizeinrichtung zur Speicherung und geregelten Abgabe von verdampfbaren Substanzen. Die Verdampfeinheit kann hierbei insbesondere in elektronischen Zigaretten, in Verabreichungsgeräten von Medikamenten, Raumbefeuchtern und/oder beheizbaren Evaporatoren zur Abgabe von Substanzen in die Raumluft wie beispielsweise Duftstoffe oder Insektenrepellents verwendet werden.

[0002] Elektronische Zigaretten, im Folgenden auch als E-Zigaretten bezeichnet, finden im zunehmenden Masse als Alternative zu Tabakzigaretten Verwendung. Typischerweise umfassen die elektronischen Zigaretten ein Mundstück und eine Verdampfeinheit sowie eine elektrische Energiequelle, die in Wirkverbindung mit der Verdampfeinheit steht. Die Verdampfeinheit weist einen Flüssigkeitsspeicher auf, der mit einem Heizelement verbunden ist.

[0003] Bestimmte Medikamente, insbesondere Medikamente für die Behandlung von Atemwegen und/oder der Mund- und/oder Nasenschleimhaut, werden vorteilhaft in der verdampften Form verabreicht, z.B. als Aerosol. Erfindungsgemäße Verdampfer können für die Speicherung und Abgabe solcher Medikamente eingesetzt werden, insbesondere in Verabreichungsgeräten für solche Medikamente.

[0004] Thermisch beheizbare Evaporatoren werden zunehmend dazu eingesetzt, ein Ambiente mit Duftstoffen zu versehen. Dies können insbesondere Bars, Hotellobbies und/oder Fahrzeuginnenräume sein, beispielsweise die Innenräume von Kraftfahrzeugen, insbesondere Personenkraftwagen. Auch bei der dabei eingesetzten Verdampfeinheit ist ein Flüssigkeitsspeicher mit einem Heizelement verbunden. Der Flüssigkeitsspeicher enthält eine Flüssigkeit, bei der es sich zu meist um eine Trägerflüssigkeit wie beispielsweise Propylenglykol oder Glycerin handelt, in der Zusatzstoffe wie Duft- und Aromastoffe und/oder Nikotin und/oder Medikamente gelöst und/oder generell enthalten sind. Die Trägerflüssigkeit wird durch Adsorptionsprozesse auf der inneren Oberfläche des Flüssigkeitsspeichers gebunden. Gegebenenfalls ist ein separates Flüssigkeitsreservoir vorgesehen, um dem Flüssigkeitsspeicher Flüssigkeit zuzuführen.

[0005] Allgemein gilt, die im Flüssigkeitsspeicher gespeicherte Flüssigkeit wird durch eine Erwärmung des/eines Heizelements verdampft, desorbiert von der benetzten Oberfläche des Flüssigkeitsspeichers und kann vom Benutzer inhaliert werden. Hierbei können Temperaturen von über 200 °C erreicht werden.

[0006] Der Flüssigkeitsspeicher muss daher eine hohe Aufnahmefähigkeit und eine hohe Adsorptionswirkung aufweisen, gleichzeitig muss die Flüssigkeit jedoch bei hohen Temperaturen schnell abgegeben werden.

[0007] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Materialien zur Verwendung als Flüssigkeitsspeicher bekannt. So kann der Flüssigkeitsspeicher durch ein poröses oder faseriges, organisches Polymer gebildet werden. Entsprechende Flüssigkeitsspeicher können zwar recht einfach hergestellt werden, jedoch besteht hier die Gefahr, dass beispielsweise durch ein Trockenlaufen des Flüssigkeitsspeichers das polymere Material zu hoch erhitzt wird und sich zersetzt. Dies wirkt sich nicht nur nachteilig auf die Lebensdauer des Flüssigkeitsspeichers bzw. der Verdampfeinheit aus, sondern es besteht zudem die Gefahr, dass Zersetzungsprodukte des zu verdampfenden Fluides oder sogar des Flüssigkeitsspeichers freigesetzt und vom Benutzer eingeatmet werden.

[0008] Aus dem Stand der Technik sind elektronische Zigaretten mit porösen Flüssigkeitsspeichern aus organischen Polymeren bekannt. Aufgrund der geringen Temperaturstabilität des polymeren Materials besteht daher die Notwendigkeit, einen Mindestabstand zwischen dem Heizelement und dem Flüssigkeitsspeicher einzuhalten. Dies verhindert eine kompakte Bauweise der Verdampfeinheit und somit der elektronischen Zigarette. Alternativ zur Einhaltung eines Mindestabstandes kann ein Docht Verwendung finden, der die zu verdampfende Flüssigkeit durch Kapillarwirkung an die Heizwendel führt. Dieser Docht ist meist aus Glasfasern gefertigt. Diese weisen zwar eine hohe Temperaturstabilität auf, jedoch können die einzelnen Glasfasern leicht brechen. Ähnliches gilt, wenn auch der Flüssigkeitsspeicher selbst aus Glasfasern hergestellt ist. Daher besteht das Risiko, dass der Benutzer lockere oder angelöste Faserbruchstücke einatmet. Alternativ können auch Dochte aus Cellulosefasern, Baumwolle oder Bambusfasern eingesetzt werden. Diese weisen zwar eine geringere Bruchgefahr als Dochte aus Glasfasern aus, jedoch sind sie weniger temperaturstabil.

[0009] Daher werden zunehmend Verdampfeinheiten verwendet, deren Flüssigkeitsspeicher aus porösen Gläsern oder Keramiken bestehen. Auf Grund der höheren Temperaturstabilität dieser Flüssigkeitsspeicher kann eine kompaktere Bauweise des Verdampfers und somit auch der elektronischen Zigarette insgesamt realisiert werden.

[0010] Die lokale Verdampfung kann in der Praxis durch einen niedrigen Druck, verbunden mit einer hohen Temperatur, erzielt werden. Bei einer elektronischen Zigarette wird der niedrige Druck beispielsweise durch den Saugdruck beim Ziehen an der Zigarette während des Konsums realisiert, eine Regelung des Drucks erfolgt somit durch den Konsumenten. Die für die Verdampfung benötigten Temperaturen im Flüssigkeitsspeicher werden durch eine Heizeinheit erzeugt. Hierbei werden in der Regel Temperaturen von mehr als 200 °C erreicht, um eine schnelle Verdampfung zu gewährleisten.

[0011] Meist erfolgt die Bereitstellung der Heizleistung durch eine elektrische, mittels Batterie oder Akkumulator betriebene Heizspirale. Die benötigte Heizleistung ist dabei abhängig vom zu verdampfenden Volumen und der Effektivität der Heizung. Um eine Zersetzung der Flüssigkeit durch zu hohe Temperaturen zu vermeiden, soll der Wärmetransport von

der Heizspule zur Flüssigkeit durch kontaktfreie Strahlung erfolgen. Hierzu wird die Heizspirale möglichst nahe an die Verdampfungsoberfläche angebracht, bevorzugt ohne diese jedoch zu berühren. Berührt die Spule dagegen die Oberfläche, wird die Flüssigkeit oft überhitzt und zersetzt.

[0012] Eine Überhitzung der Oberfläche kann sich jedoch auch bei einem Wärmetransport durch kontaktlose Strahlung einstellen. Die Überhitzung entsteht meistens lokal an der Oberfläche des Verdampfers gegenüber der Heizspule.

[0013] Dies ist der Fall, wenn im Betrieb eine grosse Dampfmenge benötigt wird und der Flüssigkeitstransport zur Oberfläche des Verdampfers nicht schnell genug erfolgt. Somit kann die Energiezufuhr vom Heizelement nicht zur Verdampfung verbraucht werden, die Oberfläche trocknet aus und kann lokal auf Temperaturen weit oberhalb der Verdampfungstemperatur erhitzt werden und/oder die Temperaturstabilität des Flüssigkeitsspeichers wird überschritten. Daher ist eine genaue Temperatureinstellung und/oder-Steuerung unerlässlich. Nachteilig hierbei ist jedoch der daraus resultierende komplexe Aufbau der elektronischen Zigarette, was sich unter anderem in hohen Herstellungskosten äussert. Zudem verringert ggf. die Temperaturregelung die Dampfentwicklung und somit die maximal mögliche Dampfintensität.

[0014] Die EP 2 764 783 A1 beschreibt eine elektronische Zigarette mit einem Verdampfer, der einen porösen Flüssigkeitsspeicher aus einem gesinterten Material aufweist. Das Heizelement kann als Heizspirale oder als eine elektrisch leitende Beschichtung ausgebildet sein, wobei die Beschichtung nur auf Teilen der Mantelflächen des Flüssigkeitsspeichers abgeschieden ist. Somit erfolgt auch hier die Verdampfung lokal begrenzt.

[0015] In der US 2011/0 226 236 A1 wird ein Inhalator beschrieben, bei dem der Flüssigkeitsspeicher und das Heizelement stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Flüssigkeitsspeicher und Heizelement bilden dabei ein flaches Verbundmaterial. Der Flüssigkeitsspeicher, beispielsweise aus einem offenporigen Sinterkörper, fungiert als Docht und leitet die zu verdampfende Flüssigkeit zum Heizelement. Das Heizelement ist dabei auf einer der Oberflächen des Flüssigkeitsspeichers, beispielsweise in Form einer Beschichtung, aufgebracht. Auch hier erfolgt somit die Verdampfung lokal begrenzt auf der Oberfläche, sodass die Gefahr einer Überhitzung ebenfalls gegeben ist.

[0016] Um diese Problematik zu umgehen, sind aus dem Stand der Technik Verdampfeinheiten bekannt, bei denen die Verdampfung nicht nur an der Oberfläche des Flüssigkeitsspeichers, sondern über dessen gesamtes Volumen erfolgt. Der Dampf entwickelt sich nicht nur lokal an der Oberfläche, sondern im gesamten Volumen des Flüssigkeitsspeichers. Somit ist der Dampfdruck innerhalb des Flüssigkeitsspeichers weitgehend konstant und ein Kapillartransport der Flüssigkeit zur Oberfläche des Flüssigkeitsspeichers ist nicht mehr notwendig. Entsprechend wird die Verdampfungsgeschwindigkeit nicht länger durch den Kapillartransport minimiert. Voraussetzung für einen entsprechenden Verdampfer ist ein elektrisch leitendes und poröses Material. Legt man eine elektrische Spannung an, erwärmt sich das ganze Volumen des Verdampfers und die Verdampfung findet überall im Volumen statt.

[0017] Entsprechende Verdampfer werden in der US 2014/0 238 424 A1 und US 2014/0 238 423 A1 beschrieben. Hierbei werden Flüssigkeitsspeicher und Heizelement in einem Bauteil kombiniert, beispielsweise in Form eines porösen Körpers aus Metall oder einem Metallnetz. Nachteilig ist hier jedoch, dass bei den beschriebenen porösen Körpern das Verhältnis von Porengrösse zu elektrischem Widerstand nicht einfach eingestellt werden kann. Auch kann es nach dem Aufbringen der leitfähigen Beschichtung durch ein darauffolgendes Sintern zu einer Degradation der Beschichtung kommen.

[0018] Die im oben genannten Stand der Technik beschriebenen Materialien sind jedoch nicht oder nur bedingt geeignet, um mittels eines Sinterprozesses Verbundstoffe herzustellen, die sowohl eine hohe, einstellbare Porosität als auch gute elektrische Leitfähigkeiten aufweisen. Generell sind Keramiken aufgrund ihrer feinen Porosität und rauen Oberfläche auch schwierig durchgehend zu beschichten.

Aufgabe der Erfindung

[0019] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, einen Verdampfer mit einer Heizeinrichtung, umfassend einen mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung beschichteten Sinterkörper, bereitzustellen, der insbesondere zur Verwendung als Verdampfer in elektronischen Zigaretten und/oder Verabreichungsgeräten von Medikamenten und/oder thermisch beheizten Evaporatoren von Duftstoffen geeignet ist und der die oben beschriebenen Nachteile nicht aufweist. Insbesondere wird durch die Erfindung eine gute Beheizbarkeit und einfache Einstellbarkeit von elektrischem Widerstand und Porosität des Flüssigkeitsspeichers angestrebt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines Verdampfers mit entsprechend beschichtetem Sinterkörper.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0020] Die Aufgabe der Erfindung wird bereits durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhaftige Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0021] Der erfindungsgemässe Verdampfer mit Heizeinrichtung bzw. die erfindungsgemässe Verdampfeinheit umfasst einen Sinterkörper und eine elektrisch leitfähige Beschichtung. Im porösen Verdampfer wird durch adsorptive Wechselwirkungen eine Trägerflüssigkeit gespeichert, die beispielsweise Duft- und Aromastoffe und/oder Medikamente einschliesslich von in geeigneten Flüssigkeiten gelösten Wirkstoffen und/oder Nikotin enthalten kann. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung werden durch die elektrisch leitfähige Beschichtung im Verdampfer hohe Temperaturen erzeugt, sodass die

Trägerflüssigkeit verdampft wird, von der benetzten Oberfläche des Verdampfers desorbiert und der Dampf vom Benutzer inhaliert werden kann.

[0022] Der Sinterkörper kann aus Glas oder Glaskeramik bestehen und weist eine offene Porosität im Bereich von 10 bis 90% bezogen auf das Volumen des Sinterkörpers auf.

[0023] Bevorzugt liegen mindestens 90%, insbesondere mindestens 95% des gesamten Porenvolumens als offene Poren vor. Die offene Porosität kann dabei mit Messverfahren gemäss der DIN EN ISO 1183 und DIN 66133 bestimmt werden.

[0024] Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung weist der Sinterkörper eine offene Porosität im Bereich von mindestens 20%, vorzugsweise 20 bis 90%, besonders bevorzugt 50 bis 80% und insbesondere im Bereich von 60 bis 80% auf. Durch die erfindungsgemässe Porosität wird eine hohe Adsorptionsfähigkeit des Sinterkörpers gewährleistet. So kann der Sinterkörper gemäss einer Ausführungsform bei einer Temperatur von 20 °C und einer Adsorptionszeit von 3 Stunden zumindest 50% seines offenen Porenvolumens an Propylenglykol aufnehmen. Gleichzeitig weist der Sinterkörper eine gute mechanische Stabilität auf. Insbesondere Sinterkörper mit einer relativ geringen Porosität zeigen eine hohe mechanische Stabilität, was für einige Anwendungen besonders vorteilhaft sein kann. Gemäss einer anderen Ausführungsform beträgt die offene Porosität 20 bis 50%.

[0025] Der Sinterkörper enthält vorzugsweise nur einen geringen Anteil an geschlossenen Poren. Dadurch weist der Sinterkörper nur ein geringes Totvolumen, d.h. ein Volumen, welches nicht zur Aufnahme der zu verdampfenden Flüssigkeit beiträgt, auf. Bevorzugt weist der Sinterkörper einen Anteil an geschlossenen Poren von weniger als 15% oder sogar weniger als 10% des Gesamtvolumens des Sinterkörpers auf. Zur Bestimmung des Anteils der geschlossenen Poren kann die offene Porosität wie oben beschrieben bestimmt werden. Die Gesamtporosität wird aus der Dichte des Körpers errechnet. Als Anteil der geschlossenen Poren ergibt sich dann die Differenz aus Gesamt-Porosität und offener Porosität. Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung weist der Sinterkörper sogar einen Anteil an geschlossenen Poren von weniger als 5% des Gesamtvolumens auf. Geschlossene Poren können hierbei durch Poren im Granulat, welches zur Sinterung eingesetzt wird, durch den Sinterprozess oder auch durch die Beschichtung von sehr kleinen offenen Poren mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung entstehen. Ein Verschluss von offenen Poren durch die elektrisch leitfähige Beschichtung kann insbesondere dann erfolgen, wenn die entsprechenden Poren sehr klein und/oder die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung sehr dick ist.

[0026] Die elektrisch leitfähige Beschichtung ist bevorzugt kraft- und stoffschlüssig mit der Oberfläche des Sinterkörpers verbunden. Hierbei sind nicht nur die Poren auf den Mantelflächen des porösen Sinterkörpers, sondern auch die Poren im Inneren des Sinterkörpers mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen. Somit sind die offenen Poren über das gesamte Volumen des Sinterkörpers mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen. Dies hat zur Folge, dass bei Beaufschlagung einer Spannung an den erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper der Strom durch das gesamte Volumen des Sinterkörpers fliesst und dieser somit in seinem gesamten Volumen erhitzt wird. Die elektrisch leitfähige Beschichtung ist also auf der Oberfläche des Sinterkörpers abgeschieden und mit der Oberfläche des Sinterkörpers verbunden, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung die Poren auskleidet, welche sich im Inneren des Sinterkörpers befinden, sodass bei einer zumindest teilweisen oder abschnittswisen elektrischen Kontaktierung des Sinterkörpers und Beaufschlagung mit einem Strom dieser Strom zumindest teilweise durch das Innere des Sinterkörpers fliesst und das Innere des Sinterkörpers erhitzt.

[0027] Somit wird über das gesamte stromdurchflossene Körpervolumen des Sinterkörpers geheizt und entsprechend die zu verdampfende Flüssigkeit im gesamten Volumen des Sinterkörpers verdampft. Der Dampfdruck ist überall im Sinterkörper gleich hoch und der Dampf entwickelt sich nicht nur lokal auf der Oberfläche des Sinterkörpers, welche dessen Mantelflächen bilden, sondern auch im Inneren des Sinterkörpers. Die elektrisch leitfähige Beschichtung ist auf der Oberfläche des Sinterkörpers aufgebracht und bildet zumindest einen Teil von dessen Porenoberfläche.

[0028] Anders als bei Verdampfern, die eine lokale Heizeinrichtung, beispielsweise eine Heizspirale oder eine elektrisch leitfähige Beschichtung, nur auf den Mantelflächen des Sinterkörpers aufweisen, ist ein Kapillartransport zur Oberfläche des Sinterkörpers nicht notwendig. Dies verhindert ein Trockenlaufen des Verdampfers bei zu geringer Kapillarwirkung und somit auch eine lokale Überhitzung. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Lebensdauer der Verdampferinheit aus. Zudem kann es bei einer lokalen Überhitzung des Verdampfers zu Zersetzungsprozessen der zu verdampfenden Flüssigkeit kommen. Dies kann zum einen problematisch sein, da beispielsweise somit der Wirkstoffgehalt eines zu verdampfenden Medikamentes verringert wird. Zum anderen werden Zersetzungsprodukte vom Benutzer eingeatmet, was gesundheitliche Risiken bergen kann. Beim erfindungsgemässen Verdampfer dagegen besteht diese Gefahr nicht.

[0029] Alternativ kann die Heizung des Sinterkörpers auch durch eine induktive oder kapazitive Ankopplung der elektrisch leitfähigen Beschichtung erfolgen.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die gesamte durch die offenen Poren gebildete Oberfläche des Sinterkörpers mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung bedeckt. Demnach beinhaltet der Begriff «gesamte Oberfläche», beispielsweise bei einem zylindrischen Sinterkörper, auch die Oberfläche des Sinterkörpers, die durch die Poren im Inneren des Körpers gebildet wird. Die gesamte beschichtete Oberfläche ist somit im Allgemeinen grösser als die Aussenfläche des Körpers.

[0031] Der beschichtete Sinterkörper kann je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Geometrien aufweisen. So kann der Sinterkörper beispielsweise voll- oder hohlzylindrisch, plattenförmig, prismatisch, polyedrisch oder ringförmig sein. Die jeweilige Form kann hierbei bereits durch die Form des Grünkörpers vor der Sinterung festgelegt werden, aufgrund der hohen mechanischen Stabilität des Sinterkörpers ist jedoch auch eine mechanische Bearbeitung des Sinterkörpers nach dessen Sinterung möglich.

[0032] Die elektrisch leitfähige Beschichtung kann insbesondere ein Metall wie beispielsweise Silber, Gold, Platin oder Chrom sein oder durch ein Metalloxid gebildet werden. In einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Metalloxid um ein Metalloxid aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid (ITO), mit Aluminium dotiertes Zinkoxid (AZO), Fluorzinnoxid (FTO) oder Antimonzinnoxid (ATO). Metalloxide haben sich hierbei insbesondere aufgrund der guten Anhaftung auf Glas sowie aufgrund des guten Benetzungsverhaltens der zu verdampfenden Flüssigkeit auf dem Metalloxid als besonders vorteilhaft herausgestellt. Zudem weisen die oben genannten Metalloxide, insbesondere ITO, eine hohe chemische und mechanische Stabilität auf und sind unlöslich in Wasser und Alkohol, sodass sie inert gegen das Lösungsmittel der zu verdampfenden Flüssigkeit sind. Zudem sind die oben genannten Metalloxide gegenüber Temperaturen bis 2000 °C stabil. Bevorzugt enthält die Beschichtung ITO und/oder ist eine ITO-Beschichtung.

[0033] Bei Verwendung des Verdampfers in elektronischen Zigaretten weist der elektrisch leitfähig beschichtete Sinterkörper bevorzugt eine elektrische Leitfähigkeit im Bereich von 0,001 bis 10^6 S/m auf. Als besonders vorteilhaft hat sich eine Leitfähigkeit im Bereich von 10 bis 600 S/m herausgestellt. Leitfähigkeiten in den oben beschriebenen Bereichen sind hierbei insbesondere bei relativ kleinen Verdampfern, wie sie beispielsweise in elektronischen Zigaretten verwendet werden, vorteilhaft. Die angegebenen Leitfähigkeiten sind hoch genug, um eine für die Verdampfung ausreichende Hitzeentwicklung zu gewährleisten. Gleichzeitig werden zu hohe Heizleistungen, die zu einer Überhitzung und somit zu einer Zersetzung der Flüssigkeitsbestandteile führen können, vermieden.

[0034] Der erfindungsgemässe Verdampfer kann in elektronischen Zigaretten als auch als Verdampfer in medizinischen Inhalatoren verwendet werden. Die beiden Anwendungen stellen hierbei unterschiedliche Anforderungen an den Verdampfer. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf die benötigte Heizleistung des Verdampfers. Über die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung sowie der somit erreichten elektrischen Leitfähigkeit des beschichteten Sinterkörpers kann der elektrische Widerstand und somit die Heizleistung des Verdampfers eingestellt werden. Dies ist vorteilhaft, da die optimale Heizleistung von den Abmessungen des Sinterkörpers sowie der jeweils verwendeten Spannungsquelle abhängig ist. So weisen beispielsweise Verdampfer, die in elektronischen Zigaretten verwendet werden, eine geringe Grösse von einigen cm auf und werden meist mit einer oder mehreren Spannungsquellen mit einer Spannung von 1 V–12 V, bevorzugt mit einer Spannung von 1 bis 5 V, betrieben. Diese Spannungsquellen können Standardbatterien oder Standard-Akkumulatoren sein. Gemäss einer Ausführungsform wird der Verdampfer mit einer Betriebsspannung im Bereich von 3 bis 5 V betrieben. Als besonders vorteilhaft haben sich hierbei elektrische Widerstände im Bereich von 0,2 bis 5 Ohm und eine Heizleistung bis 80 W herausgestellt. Im Unterschied dazu werden beispielsweise Inhalatoren für den medizinischen Bereich auch bei Spannungen von 110 V, 220 V/230 V oder sogar 380 V betrieben. Hier sind elektrische Widerstände bis 3000 Ohm und Leistungen bis 1000 W vorteilhaft. Je nach Ausführungsform einer Verdampfereinheit, bzw. dessen Verwendung, können auch andere Betriebsspannungen, beispielsweise grösser 12 V bis kleiner 110 V, Widerstände, z.B. grösser 5 Ohm, und Leistungsbereiche, z.B. grösser als 80 W, geeignet sein.

[0035] Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung liegt die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung im Bereich von 1 nm bis 800 µm. Als besonders vorteilhaft haben sich Schichtdicken im Bereich von 200 nm bis 200 µm oder 200 nm bis 10 µm herausgestellt. Bei zu grossen Schichtdicken kann die Gefahr eines Porenverschlusses durch die elektrisch leitfähige Beschichtung gegeben sein. Die Schichtdicke ist dabei auch abhängig vom verwendeten Material. So weisen Schichten, die auf Metalloxiden basieren, meist eine deutlich grössere Schichtdicke auf als Schichten aus einem Metall.

[0036] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht eine elektrisch leitfähige Beschichtung aus einem abgeschiedenen Metall, beispielsweise Silber, Gold, Platin oder Chrom mit einer Schichtdicke im Bereich von 1 nm bis 1 µm, bevorzugt im Bereich von 10 nm bis 100 nm vor.

[0037] Die elektrisch leitfähige Beschichtung kann innerhalb des Sinterkörpers eine homogene Schichtdicke aufweisen. Jedoch sind auch Sinterkörper, deren elektrisch leitfähige Beschichtung innerhalb des Sinterkörpers inhomogene Schichtdicken aufweist, Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Dies gilt insbesondere für Beschichtungen auf Basis von Metalloxiden mit einer relativ grossen Schichtdicke. Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung weist die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung innerhalb des Sinterkörpers einen Gradienten auf. So kann die Schichtdicke beispielsweise von aussen nach innen abnehmen.

[0038] Neben den oben beschriebenen Schichtdicken kann der gewünschte elektrische Widerstand durch die elektrische Leitfähigkeit des beschichteten Sinterkörpers eingestellt werden. Die elektrische Leitfähigkeit des beschichteten Sinterkörpers ist dabei abhängig vom verwendeten Beschichtungsmaterial bzw. von dessen elektrischer Leitfähigkeit. In einer Ausführungsform der Erfindung weist der beschichtete Sinterkörper 0,001 bis 10^6 S/m, bevorzugt 10 bis 600 S/m, auf.

[0039] Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung weisen die offenen Poren eine mittlere Porengrösse im Bereich von 1 µm bis 5000 µm auf. Bevorzugt liegt die Porengrösse der offenen Poren des Sinterkörpers im Bereich von 100 µm bis

800 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 200 µm bis 600 µm. Poren mit entsprechenden Grössen sind dabei vorteilhaft, da sie klein genug sind, um ausreichend grosse Kapillarkraft zu erzeugen und so den Nachschub an zu verdampfender Flüssigkeit insbesondere während des Betriebs des Verdampfers zu gewährleisten, gleichzeitig sind sie gross genug, um eine zügige Abgabe des Dampfes zu ermöglichen. Bei zu kleinen Poren besteht darüber hinaus die Gefahr, dass diese durch die elektrisch leitfähige Beschichtung ganz oder teilweise verschlossen werden können.

[0040] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht eine zumindest bimodale Verteilung der Porengrössen der offenen Poren vor. Hierbei weist der Sinterkörper kleine und grosse Poren mit jeweils einer diskreten Porengrössenverteilung auf. Die kleinen Poren ermöglichen eine grosse Kapillarkraft und somit eine gute und zügige Aufnahme der Flüssigkeit in den Sinterkörper. Da kleine Poren jedoch den Dampf nur langsam abgeben, weist der Sinterkörper zusätzlich grosse Poren auf, die für eine schnelle Abgabe des Dampfes sorgen. Die Porengrösse sowie das Verhältnis von grossen zu kleinen Poren kann dabei über den Herstellungsprozess des Sinterkörpers eingestellt werden, indem als Porenbildner Salze mit unterschiedlichen Korngrössen im entsprechenden Verhältnis eingesetzt werden. Über das Verhältnis von grossen zu kleinen Poren kann das Adsorptions- bzw. Desorptionsverhalten des Sinterkörpers eingestellt werden. Je nach Anwendungszweck liegt der Anteil an grossen Poren im Bereich von 5 bis 95% der Gesamtanzahl der Poren. Bevorzugt weist diese Weiterbildung der Erfindung kleine Poren im Bereich von 100 µm bis 300 µm und grosse Poren im Bereich von 500 µm bis 700 µm auf.

[0041] Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung besteht der Sinterkörper des Verdampfers aus Glas. Als besonders vorteilhaft haben sich hierbei Gläser mit einem relativ geringen Alkaligehalt gezeigt. Ein niedriger Alkaligehalt, insbesondere ein niedriger Gehalt an Natrium, ist hierbei unter mehreren Gesichtspunkten vorteilhaft. Zum einen weisen entsprechende Gläser eine relativ hohe Transformationstemperatur T_g auf, sodass nach dem Auftragen der elektrisch leitfähigen Beschichtung diese bei relativ hohen Temperaturen eingebrannt werden kann. Insbesondere bei elektrisch leitfähigen Beschichtungen auf Oxidbasis wirken sich hohe Einbrandtemperaturen vorteilhaft auf die Dichte der elektrisch leitfähigen Beschichtung sowie die elektrische Leitfähigkeit des Sinterkörpers aus. Bevorzugt weisen die Gläser eine Transformationstemperatur T_g im Bereich von 300 °C bis 900 °C, bevorzugt 500 °C bis 800 °C, auf.

[0042] Zum anderen zeigen Gläser mit einem relativ geringen Alkaligehalt auch bei hohen Temperaturen eine geringe Alkali-Diffusion, sodass bei relativ hohen Temperaturen gesintert werden kann bzw. der Einbrand einer Beschichtung erfolgen kann, ohne dass sich diese bzw. deren Eigenschaften negativ verändern. Die geringe Alkali-Diffusion der Gläser ist weiterhin auch im Betrieb des Sinterkörpers als Verdampfer vorteilhaft, da somit keine austretenden Bestandteile mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung oder mit der zu verdampfenden Flüssigkeit wechselwirken. Letzteres ist insbesondere bei der Verwendung des beschichteten Sinterkörpers als Verdampfer in medizinischen Inhalatoren relevant. Als besonders vorteilhaft hat sich ein Alkalianteil des Glases von höchstens 11 Gew.-% oder sogar höchstens 6 Gew.-% herausgestellt.

[0043] Der Sinterkörper ist sowohl bei dessen Herstellung als auch im laufenden Betrieb grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Im laufenden Betrieb des Verdampfers ergibt sich dies durch zahlreiche Aufheizzyklen. Der Sinterkörper muss somit neben einer hohen mechanischen auch eine hohe thermische Belastbarkeit aufweisen. Daher ist es vorteilhaft, wenn der Sinterkörper einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ von $\alpha_{\text{Sinterkörper}} < 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, vorzugsweise kleiner $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, aufweist. Um thermische Spannungen zwischen Sinterkörper und elektrisch leitfähiger Beschichtung möglichst gering zu halten, kann es je nach Beschichtung vorteilhaft sein, wenn der Sinterkörper einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ im Bereich von 1 bis $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, die elektrisch leitfähige Beschichtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ im Bereich von $\alpha_{\text{Beschichtung}}$ zu 1 bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist und/oder die Differenz der beiden thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\Delta\alpha_{20-300\text{ °C}} = \alpha_{20-300\text{ °C}} \text{ Schicht} - \alpha_{20-300\text{ °C}} \text{ Sinterkörper}$ 0 bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, bevorzugt 0 bis $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ebenso bevorzugt 0 bis $5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, beträgt.

[0044] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht eine metallische elektrisch leitfähige Beschichtung, bevorzugt Silber, und einen gläsernen Sinterkörper mit einem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ vor.

[0045] Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung weist der beschichtete Sinterkörper des Verdampfers eine elektrisch leitfähige Beschichtung aus ITO und einen gläsernen Sinterkörper mit einem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von $3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ auf. Entsprechende thermische Ausdehnungskoeffizienten bzw. Differenzen haben sich dabei insbesondere bei der Verwendung von metalloxidbasierten elektrisch leitfähigen Beschichtungen als vorteilhaft herausgestellt. Diese Beschichtungen werden meist mit einer grösseren Schichtdicke als beispielsweise metallische Beschichtungen auf dem Sinterkörper aufgetragen.

[0046] Überraschenderweise können trotz der Unterschiede der linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ von Glas und Beschichtung auch bei der Verwendung von Metalloxiden als elektrisch leitfähige Beschichtung mit einer relativ grossen Schichtdicke rissfreie oder zumindest rissarme Schichten erhalten werden. Insbesondere können rissfreie bzw. rissarme Schichten erhalten werden, wenn diese nach dem Abscheiden auf dem Sinterkörper mit hohen Temperaturen, bevorzugt bei Temperaturen im Bereich von 300 bis 900 °C, eingebrannt werden. Es hat sich herausgestellt, dass entsprechende ITO-Beschichtungen auch im Betrieb eines Verdampfers, d.h. bei einer zyklischen thermischen Belastung, nicht zu Rissbildung und nicht zur Delamination neigen. Damit bleibt auch die elektrische Leitfähigkeit des beschichteten Sinterkörpers und somit die Verdampfungsleistung des Verdampfers über die Lebensdauer des Verdampfers konstant oder zumindest weitgehend konstant. Ein weiterer Vorteil einer rissarmen Beschichtung besteht darin, dass auch im Be-

CH 714 241 B1

trieb des Verdampfers möglichst keine Freisetzung von Metalloxid- und/ oder Glas-Partikeln oder Flakes, insbesondere mit einer Teilchengrösse $< 5 \mu\text{m}$, erfolgt, welche ansonsten vom Benutzer eingeatmet werden könnten.

[0047] Gemäss einer anderen Weiterbildung der Erfindung weist die elektrisch leitfähige Beschichtung und/oder eine Zwischenzone zum Sinterkörper einen Gradienten bezüglich des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf. Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient nimmt dabei von der Oberfläche der Beschichtung, welche Kontakt mit dem Sinterkörper hat, zur freien Oberfläche der Beschichtung zu. Durch den/diesen Gradienten des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300 \text{ °C}}$ der elektrisch leitfähigen Beschichtung können so thermische Spannungen zwischen Sinterkörper und Beschichtung abgefangen werden.

[0048] Bevorzugt weist der Sinterkörper einen geringeren linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300 \text{ °C}}$ auf als die elektrisch leitfähige Beschichtung. Somit ist gewährleistet, dass die Beschichtung im Heizbetrieb nicht unter Zugspannung gerät. Eine Zugspannung auf der Beschichtung kann sich hierbei nachteilig auf die Entwicklung von Rissen in der Beschichtung bzw. auf die Vergrösserung vorhandener Risse und/oder Delamination der Schicht auswirken.

[0049] Da es aufgrund der erfindungsgemässen Bauweise des Verdampfers als Volumenverdampfer nicht zu lokalen Überhitzungen an beispielsweise der Oberfläche oder den Bereichen, die bei herkömmlichen Verdampfern in engerem und/ oder direktem Kontakt mit einem Heizelement oder Teilen eines Heizelementes stehen, kommt und somit insgesamt geringere Maximaltemperaturen als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Verdampfern erreicht werden, ist eine Vielzahl von Gläsern geeignet. Durch die damit verbundene Auswahl an verschiedenen Gläsern kann für die jeweilige eingesetzte elektrisch leitfähige Beschichtung das jeweils passende Glas in Hinblick auf thermischen Ausdehnungskoeffizienten, chemische Beständigkeit oder eine mögliche Einbrandtemperatur ausgewählt werden.

[0050] Bei Verwendung des Verdampfers in einer elektronischen Zigarette oder als medizinischer Inhalator sollen zudem keine für den Benutzer eventuell gesundheitsgefährlichen Stoffe aus dem Glas freigesetzt werden. Daher weisen die verwendeten Gläser bevorzugt folgende Elemente nicht oder nur in sehr geringen, nicht vermeidbaren Spuren auf: Arsen, Antimon, Cadmium und/oder Blei. Insbesondere ist der Gehalt an Arsen, Antimon, Cadmium und/oder Blei kleiner als 500 ppm.

[0051] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht folgende Glaszusammensetzung für den porösen Sinterkörper in Gew.-% vor:

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
ZnO	0 bis 12
TiO ₂	0,5 bis 10
CaO	0 bis 0,1

[0052] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Glas des porösen Sinterkörpers folgende Zusammensetzung in Gew.-% auf:

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

wobei gilt, dass die Summe des Gehalts von MgO, CaO und BaO dadurch gekennzeichnet ist, dass sie im Bereich von 8 bis 18 Gew.-% liegt.

[0053] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Glas des porösen Sinterkörpers folgende Zusammensetzung in Gew.-% auf:

SiO ₂	61
B ₂ O ₃	10
Al ₂ O ₃	18
MgO	2,8
CaO	4,8
BaO	3,3

[0054] Gläser dieser Ausführungsform weisen folgende Eigenschaften auf:

$\alpha_{(20-300\text{ °C})}$	$3,2 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
T _g	717 °C
Dichte	2,43 g/cm ³

[0055] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der poröse Sinterkörper folgende Glaszusammensetzung in Gew.-% auf:

SiO ₂	55 bis 75
Na ₂ O	0 bis 15
K ₂ O	2 bis 14
Al ₂ O ₃	0 bis 15
MgO	0 bis 4
CaO	3 bis 12
BaO	0 bis 15
ZnO	0 bis 5
TiO ₂	0 bis 2

[0056] Eine Ausführungsform sieht einen Sinterkörper mit folgender Glaszusammensetzung in Gew.-% vor:

SiO ₂	64 bis 74
Na ₂ O	6 bis 10
K ₂ O	6 bis 10
CaO	5 bis 9
BaO	0 bis 4
ZnO	2 bis 6
TiO ₂	0 bis 2

[0057] Mit Gläsern in diesem Zusammensetzungsbereich kann ein poröser Glaskörper mit folgenden Eigenschaften erhalten werden:

$\alpha_{(20-300\text{ °C})}$	$9,4 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
-------------------------------	------------------------------

CH 714 241 B1

T_g 533 °C
Dichte 2,55 g/cm³

[0058] Eine weitere Ausführungsform sieht einen porösen Glaskörper mit folgender Zusammensetzung in Gew.-% vor:

SiO₂ 75 bis 85
B₂O₃ 8 bis 18
Al₂O₃ 0,5 bis 4,5
Na₂O 1,5 bis 5,5
K₂O 0 bis 2

[0059] Mit dieser Zusammensetzung kann ein poröser Glaskörper mit folgenden Eigenschaften erhalten werden:

$\alpha_{(20-300\text{ °C})}$ $3,25 \cdot 10^{-6}/K$
 T_g 525 °C
Dichte 2,2 g/cm³

[0060] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Glas des porösen Sinterkörpers folgende Zusammensetzung in Gew.-% auf:

SiO₂ 50 bis 65
Al₂O₃ 15 bis 20
B₂O₃ 0 bis 6
Li₂O 0 bis 6
Na₂O 8 bis 15
K₂O 0 bis 5
MgO 0 bis 5
CaO 0 bis 7, bevorzugt 0 bis 1
ZnO 0 bis 4, bevorzugt 0 bis 1
ZrO₂ 0 bis 4
TiO₂ 0 bis 1, bevorzugt TiO₂-frei

[0061] Weiterhin können im Glas enthalten sein zu 0 bis 1 Gew.-%: P₂O₅, SrO, BaO; sowie Läutermittel zu 0 bis 1 Gew.-%: SnO₂, CeO₂ oder As₂O₃, F, Cl, Sulfat oder andere Läutermittel.

[0062] Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung ist das Glas des porösen Sinterkörpers ein keramisierbares Lithium-Alumino-Silikatglas. Eine Ausführungsform sieht folgende Glaszusammensetzung in Gew.-% vor:

SiO₂ 55 bis 69
Al₂O₃ 15 bis 25
Li₂O 3 bis 5
Na₂O+ K₂O 0 bis 30
MgO + CaO + SrO + BaO 0 bis 5
ZnO 0 bis 4

CH 714 241 B1

TiO ₂	0 bis 5
ZrO ₂	0 bis 5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2 bis 6
P ₂ O ₅	0 bis 8
F	0 bis 1
B ₂ O ₃	0 bis 2
$\alpha_{(20-300\text{ °C})}$	3,3 bis 5,7 als Glas

[0063] Das Glas weist ein $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ im Bereich von $3,3 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ bis $5,7 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ auf.

[0064] Alternativ weist das Glas des porösen Sinterkörpers folgende Zusammensetzung in Gew.-% auf:

SiO ₂	57 bis 66
Al ₂ O ₃	15 bis 23
Li ₂ O	3 bis 5
Na ₂ O + K ₂ O	3 bis 25
MgO + CaO + SrO + BaO	1 bis 4
ZnO	0 bis 4
TiO ₂	0 bis 4
ZrO ₂	0 bis 5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2 bis 6
P ₂ O ₅	0 bis 7
F	0 bis 1
B ₂ O ₃	0 bis 2

[0065] Das Glas dieser Ausführungsform weist einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ °C}}$ im Bereich von $4,7 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ bis $5,7 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ auf. Als besonders vorteilhaft hat sich folgende Glaszusammensetzung in Gew.-% herausgestellt:

SiO ₂	57 bis 63
Al ₂ O ₃	15 bis 22
Li ₂ O	3.5 bis 5
Na ₂ O + K ₂ O	5 bis 20
MgO + CaO + SrO + BaO	0 bis 5
ZnO	0 bis 3
TiO ₂	0 bis 3
ZrO ₂	0 bis 5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2 bis 5
P ₂ O ₅	0 bis 5
F	0 bis 1

CH 714 241 B1

B₂O₃ 0 bis 2

[0066] Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, einen porösen Sinterkörper aus Kalk-Natron-Glas zu verwenden. Insbesondere ist das Kalk-Natron-Glas ein Glas mit folgender Zusammensetzung in Gew.-%:

SiO ₂	40 bis 81
Al ₂ O ₃	0 bis 6
B ₂ O ₃	0 bis 5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5 bis 30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 bis 30
TiO ₂ + ZrO ₂	0 bis 7
P ₂ O ₅	0 bis 2

[0067] Gläser dieser Ausführungsform weisen einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ im Bereich von $5,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $9,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ auf.

[0068] Bevorzugt wird ein Kalk-Natron-Glas mit folgender Zusammensetzung für den porösen Sinterkörper verwendet:

SiO ₂	50 bis 81
Al ₂ O ₃	0 bis 5
B ₂ O ₃	0 bis 5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5 bis 28
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 bis 25
TiO ₂ + ZrO ₂	0 bis 6
P ₂ O ₅	0 bis 2

[0069] Gläser dieser Ausführungsform weisen einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ im Bereich von $4,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $10,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ auf.

[0070] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform dieser Weiterbildung besteht der gläserne poröse Sinterkörper aus einem Kalk-Natron-Glas mit der folgenden Zusammensetzung in Gew.-%:

SiO ₂	55 bis 76
Al ₂ O ₃	0 bis 5
B ₂ O ₃	0 bis 5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5 bis 25
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5 bis 20
TiO ₂ + ZrO ₂	0 bis 5
P ₂ O ₅	0 bis 2

[0071] Gemäss einer weiteren Ausführungsform enthält das Glas des Sinterkörpers folgende Bestandteile in Gew.-%:

SiO ₂	1 bis 85
B ₂ O ₃	0 bis 60
Al ₂ O ₃	0 bis 30

Li ₂ O	0 bis 5
Na ₂ O	0 bis 20
K ₂ O	0 bis 15
ZnO	0 bis 62
TiO ₂	0 bis 10
CaO	0 bis 35
BaO	0 bis 60
MgO	0 bis 10
SrO	0 bis 30
La ₂ O ₃	0 bis 40
Fe ₂ O ₃	0 bis 10
MnO ₂	0 bis 5
Bi ₂ O ₃	0 bis 85
Cs ₂ O	0 bis 20
SnO	0 bis 5
ZrO ₂	0 bis 10
Y ₂ O ₃	0 bis 15
F	0 bis 7

[0072] Gemäss einer Ausführungsform können die Gläser färbende Oxide, wie Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, TiO₂, CuO und/oder CeO₂ enthalten. Alternativ oder zusätzlich können 0–2 Gew-% As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl, F und/oder CeO₂ als Läutermittel zugegeben werden. Eine andere Ausführungsform sieht vor, dem Glas alternativ oder zusätzlich Pigmente zuzugeben.

[0073] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der beschichtete Sinterkörper neben der elektrisch leitfähigen Beschichtung eine oder mehrere weitere Beschichtungen auf. So kann beispielsweise ein beschichteter Sinterkörper, der galvanisch mit einem Metall als elektrisch leitfähige Schicht beschichtet wurde, eine sog. Starterbeschichtung zwischen der Oberfläche des Sinterkörpers und der elektrisch leitfähigen Metallschicht aufweisen.

[0074] Bei Metallen als elektrisch leitfähige Beschichtung und einem Sinterkörper aus Glas kann das Problem auftreten, dass sich die Oberflächenspannungen von Glas und Metall erheblich unterscheiden können und somit eine gute Anhaftung der elektrisch leitfähigen Beschichtung auf der Glasoberfläche schwer erreicht werden kann. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, eine oxydische Schicht zwischen Sinterkörper und metallischer Beschichtung aufzubringen. Diese Schicht wirkt als Haftvermittler, sodass eine besonders gute Anhaftung der metallischen Beschichtung erzielt werden kann. Des Weiteren kann durch eine zusätzliche Beschichtung die Oberfläche des Sinterkörpers das Zeta-Potential der Oberfläche verändert und somit an das Zeta-Potential der zu verdampfenden Flüssigkeit angepasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine weitere Schicht, beispielsweise eine Schutz- oder Passivierungsschicht, auf der elektrisch leitfähigen Beschichtung abgeschieden werden.

[0075] Alternativ oder zusätzlich kann die elektrisch leitfähige Beschichtung oder der Körper eine weitere Komponente, beispielsweise eine antibakterielle und/oder antimikrobielle Komponente, enthalten. Als antibakterielle bzw. antimikrobielle Komponente eignen sich unter anderem Silber, ZnO oder TiO₂. Silber als Bestandteil der leitfähigen Beschichtung hat den Vorteil, einerseits leitfähig zu sein, andererseits auch antibakteriell zu wirken.

[0076] Der erfindungsgemäss beschichtete Sinterkörper kann als Heizelement in einem Verdampfer verwendet werden. Hier kann die notwendige elektronische Kontaktierung mechanisch, beispielsweise durch Federkräfte oder durch einen Formschluss, oder stoffschlüssig, beispielsweise durch eine Lötverbindung, erfolgen. Als Lot kann beispielsweise eine Silberleitpaste verwendet werden. Auch ist eine Kontaktierung über Zwischenschichten möglich.

[0077] Ein entsprechender Verdampfer kann beispielsweise Teil einer elektronischen Zigarette, eines medizinischen Inhalators, eines Duftspenders, eines Raumbefeuchters oder einer Vorrichtung zur Abgabe von Substanzen wie z.B. Insektizide oder Insektenrepellents oder für artverwandte Anwendungen sein.

[0078] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung beschichteten Sinterkörpers. Das erfindungsgemässe Verfahren umfasst zumindest die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Bereitstellung eines Sinterkörpers aus Glas oder Glaskeramik mit einer offenen Porosität im Bereich von 10 bis 90% und
- b) Beschichtung der durch die offenen Poren gebildeten Oberfläche des Sinterkörpers inklusive der Oberfläche von Poren im Inneren des Sinterkörpers mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung durch Abscheidung.

[0079] Die Bereitstellung des Sinterkörpers in Schritt a) kann durch ein Verfahren erfolgen, bei dem zunächst feinkörniges Glaspulver mit mittleren Korngrössen im Bereich ca. 20 µm bis 600 µm, bevorzugt maximal 300 µm, mit einem hochschmelzenden Salz und einem Bindemittel gemischt wird. Die Korngrösse des eingesetzten Salzes wird an die gewünschte Porengrösse des Sinterkörpers angepasst. Dieser Mischung werden 5 bis 80 Gew.-% feinkörniges Glaspulver zugesetzt und die Masse wird in Form gepresst. Der so entstandene Formkörper wird auf die Sintertemperatur des Glases erhitzt und gesintert. Die Schmelztemperatur des verwendeten Salzes liegt dabei über der entsprechenden Sintertemperatur, sodass die Kornstruktur des Salzes erhalten bleibt. Nach dem Sinterprozess wird das Salz mit einem geeigneten Lösungsmittel ausgewaschen. Als besonders geeignet haben sich hierbei die Salze NaCl und K₂SO₄ herausgestellt. Auch andere Salze wie KCl, MgSO₄, Li₂SO₄, Na₂SO₄ sind denkbar. Die Wahl des Salzes richtet sich, neben Aspekten wie Kosten, Umweltverträglichkeit o.a., nach dem genutzten Glas bzw. dessen Temperaturbedarf der Sinterung. In einer Ausführungsform der Erfindung werden 20 bis 85 Gew.-% Salz mit einer Korngrösse von 30 µm bis 5000 µm mit 5 bis 85 Gew.-% Glaspulver einer Korngrösse im Bereich von 1 µm bis 500 µm sowie mit einer wässrigen Polyethylenglykollösung versetzt und gründlich vermischt. Das so erhaltene Gemenge kann entweder getrocknet oder im feuchten Zustand mit 5 bis 80 Gew.-% Glaspulver (bezogen auf die Masse des Gemenges) versetzt werden. Die Mischung wird in Form gepresst und bei der Sintertemperatur des eingesetzten Glases versintert. Anschliessend wird das Salz ausgewaschen, sodass ein poröser Sinterkörper erhalten wird.

[0080] Hierdurch wird ein hochporöser, offenporiger Sinterkörper erhalten. Da die einzelnen Glaskörner durch den Sinterprozess fest miteinander verbunden werden, weist der Sinterkörper trotz der hohen Porosität verglichen mit einem entsprechenden Glasfasermaterial, beispielsweise einem Docht aus Glasfaserschnur, eine gute mechanische Festigkeit auf. Innerhalb des Sinterkörpers sind somit keine losen oder leicht ablösbaren Partikel vorhanden, die bei einer Verwendung als Flüssigkeitsspeicher in einer elektronischen Zigarette und/oder einem Verabreichungsgerät von Medikamenten und/oder thermisch beheizten Evaporatoren für Duftstoffe freigesetzt und vom Benutzer eingeatmet werden können. Durch die hohe mechanische Stabilität des Sinterkörpers können somit Flüssigkeitsspeicher bereitgestellt werden, die sogar Porositäten von mehr als 80 Vol.-% aufweisen können.

[0081] In einer Ausführungsform der Erfindung wird in Schritt a) ein Sinterkörper aus Glas bereitgestellt. Als vorteilhaft hat sich ein Sinterkörper aus Glas mit einem Alkaligehalt < 15 Gew.-%, bevorzugt < 10 Gew.-% und besonders bevorzugt < 5 Gew.-% herausgestellt. Gläser mit einem entsprechend geringem Alkaligehalt weisen eine hohe Erweichungstemperatur auf, sodass in Schritt a) erfolgende Sinterung bei hohen Temperaturen erfolgen kann. Als besonders vorteilhaft haben sich hierbei Alumosilikatgläser und Borosilikatgläser herausgestellt.

[0082] In Schritt b) kann die elektrisch leitfähige Schicht durch Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus einer Dispersion, Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus einer Lösung (z.B. Sol-Gel), Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus der Gasphase oder durch ein galvanisches Verfahren auf der Oberfläche des Sinterkörpers abgeschieden werden. Die jeweilige Beschichtungsmethode ist abhängig vom verwendeten Beschichtungsmaterial sowie der gewünschten Schichtdicke.

[0083] In einer Ausführungsform der Erfindung wird eine metallische Schicht elektrolytisch abgeschieden. Beispielsweise kann auf den porösen Sinterkörper eine Silberbeschichtung durch Abscheidung aus einer Silberlösung abgeschieden werden. Der Silbergehalt der hierzu verwendeten Lösung beträgt vorzugsweise 10 bis 20 Gew.-% oder 15 bis 20 Gew.-%. Alternativ kann Silber durch Reduktion aus Lösung, beispielsweise durch Reduktion einer Silbernitratlösung mit Zucker oder durch Fällungsreaktionen, abgeschieden werden.

[0084] Eine Weiterbildung des erfindungsgemässen Verfahrens sieht vor, dass in Schritt b) eine elektrisch leitfähige Beschichtung in Form eines Metalloxids Indiumzinnoxid (ITO), mit Aluminium dotiertes Zinkoxid (AZO), Fluorzinnoxid (FTO) und Antimonzinnoxid (ATO) aufgebracht wird. Bevorzugt wird das Metalloxid in Schritt b) durch Kondensation oder Ausscheidung aus einer Lösung oder Dispersion, besonders bevorzugt aus einer Dispersion, abgeschieden.

[0085] Als besonders vorteilhaft hat sich die Beschichtung des Sinterkörpers durch ein Tauchverfahren herausgestellt. In einer entsprechenden Ausführungsform der oben genannten Weiterbildung der Erfindung umfasst das Tauchverfahren zumindest die folgenden Verfahrensschritte: a2) Bereitstellung des Sinterkörpers

- b2) Bereitstellung einer Dispersion oder Lösung des Metalloxids

- c2) Eintauchen des Sinterkörpers in die in Schritt b2) bereitgestellte Dispersion für eine vordefinierte Tauchzeit t_{Tauch}
- d2) Trocknen des in Schritt c2) erhaltenen beschichteten Sinterkörpers
- e2) Einbrennen der durch die Schritte c2) und d2) erhaltenen Schicht für eine Zeitdauer t_{Einbrand} bei einer vordefinierten Einbrandtemperatur T_{Einbrand}

[0086] Die Schichtdicke der mittels Tauchverfahren abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Beschichtung beträgt bevorzugt 200 nm bis 200 μm , besonders bevorzugt 200 nm bis 10 μm und kann über den Feststoffgehalt der in Schritt b2) eingesetzten Dispersion oder Lösung eingestellt werden. Bevorzugt beträgt der Feststoffanteil 1 bis 50 Gew.-%, besonders bevorzugt 20 bis 35 Gew.-%. Alternativ oder zusätzlich kann die gewünschte Schichtdicke der abgeschiedenen Schicht über die Anzahl der Tauchvorgänge des Sinterkörpers erhalten werden. So sieht eine Ausführungsform vor, dass die Schritte c2) und d2) mehrfach, bevorzugt 2- bis 3-mal durchgeführt werden. In einer Weiterbildung der Erfindung wird der Sinterkörper bei den verschiedenen Tauchvorgängen unterschiedlich lange getaucht. So kann ein Gradient in der elektrischen Leitfähigkeit der Beschichtung erreicht werden.

[0087] In Schritt e2) erfolgt der Einbrand der Schicht bevorzugt bei einer vordefinierten Einbrandtemperatur T_{Einbrand} im Bereich von 60 bis 1000 $^{\circ}\text{C}$, besonders bevorzugt im Bereich von 300 bis 900 $^{\circ}\text{C}$. Besonders bei hohen Einbrandtemperaturen können sehr dichte Schichten erhalten werden. So können auch bei grossen Schichtdicken rissarme oder sogar rissfreie Beschichtungen erhalten werden. Die Beschichtung bleibt dabei auch bei unterschiedlichen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ von Sinterkörper und Beschichtung unter zyklischer thermischer Belastung rissarm bzw. rissfrei. Es wird vermutet, dass durch die hohen Einbrandtemperaturen eine Diffusionszone zwischen Metalloxid und Sinterkörper ausbildet, welche die $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ Unterschiede abfängt. Das Einbrennen der elektrisch leitfähigen Beschichtung in Schritt e2) kann dabei unter Inertgas, unter Vakuum oder unter leicht reduzierender Atmosphäre, beispielsweise in einer 3 bis 50%-igen Wasserstoffatmosphäre oder unter Kohlenstoffmonoxid, erfolgen.

[0088] Das oben beschriebene Verfahren bzw. dessen oben beschriebene Ausführungsformen können auch zur Beschichtung von porösen Keramiken angewandt werden. In diesem Fall wird in Schritt a) anstelle eines Sinterkörpers aus Glas oder Glaskeramik ein poröser Sinterkörper aus einer Keramik bereitgestellt. Es hat sich hierbei als vorteilhaft herausgestellt, wenn die bereitgestellte Keramik den beschriebenen porösen Körpern aus Glas oder Glaskeramik in Hinblick auf deren Porosität und/oder Porengrösse gleicht oder zumindest ähnelt.

[0089] Die mittels dieses Verfahrens auf der Porenoberfläche einer porösen Keramik abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Schichten sind mit den elektrisch leitfähigen Schichten der erfindungsgemässen Sinterkörper aus Glas oder Glaskeramik vergleichbar. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf Merkmale wie die verwendeten elektrisch leitfähigen Materialien, die Schichtdicken, die elektrischen Leitfähigkeiten und/oder die elektrischen Widerstände der elektrisch leitfähigen Schichten.

[0090] Des Weiteren ist ein Verdampferkopf mit einem erfindungsgemässen Sinterkörper Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Dieser weist zumindest ein Gehäuse, den erfindungsgemässen Verdampfer sowie elektrische Kontakte zum Anschluss des Verdampfers an eine elektrische Energiequelle auf.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0091] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines konventionellen Verdampfers,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Sinterkörpers mit elektrischer Kontaktierung an den Mantelflächen des Sinterkörpers,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verdampfers mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper als Heizelement,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörpers im Querschnitt,
- Fig. 5 ein REM-Bild eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Fig. 6 eine lichtmikroskopische Aufnahme eines zweiten Ausführungsbeispiels,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Weiterbildung der Erfindung mit einer bimodalen Porengrössenverteilung,
- Fig. 8 die Porengrössenverteilung eines dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 9a und Fig. 9b die schematische Darstellung eines erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörpers als Bauteil in einem Verdampfer und

Fig. 10 Wärmebildaufnahmen eines konventionellen Verdampfers sowie eines Verdampfers mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper als Heizelement.

[0092] Tabelle 1 und 2 zeigen die Zusammensetzungen des porösen Sinterkörpers verschiedener Ausführungsbeispiele. Durch ihre unterschiedlichen Zusammensetzungen weisen die einzelnen Ausführungsbeispiele verschiedene thermische Ausdehnungskoeffizienten auf. Die Ausführungsbeispiele 8 bis 10 weisen beispielsweise Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $3,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ auf und eignen sich insbesondere für poröse Sinterkörper mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung auf Basis eines Metalloxids, beispielsweise mit ITO. Zudem sind die Gläser 8 bis 10 frei oder zumindest weitgehend frei von Natrium, was sich nicht nur auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, sondern auch auf die Glasübergangstemperaturen T_g auswirkt. Diese liegen über $700 \text{ }^\circ\text{C}$ und erlauben so hohe Einbrandtemperaturen beim Beschichtungsprozess mit ITO, sodass rissfreie oder zumindest weitgehend rissfreie, elektrisch leitfähige Beschichtungen mit einer besonders hohen mechanischen Stabilität erhalten werden können.

[0093] Die Gläser 2 bis 7 weisen dagegen einen relativ hohen Gehalt an Natrium und dementsprechend höhere thermische Ausdehnungskoeffizienten auf. Sie sind daher insbesondere für die Herstellung von porösen Sinterkörpern geeignet, die mit einer metallischen Beschichtung beschichtet werden sollen. Zudem können die Gläser der Ausführungsbeispiele 2 bis 7 aufgrund des hohen Gehaltes an Natrium chemisch gehärtet werden. So kann der Sinterkörper beispielsweise vor der Beschichtung chemisch vorgespannt werden. Dies erhöht die mechanische Stabilität des porösen Sinterkörpers.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	64,0	62,3	62,2	52	60,7	62	61,1
B ₂ O ₃	8,3		0,2				4,5
Al ₂ O ₃	4,0	16,7	18,1	17	16,9	17	19,6
Li ₂ O			5,2				
Na ₂ O	6,5	11,8	9,7	12	12,2	13	12,1
K ₂ O	7,0	3,8	0,1	4	4,1	3,5	0,9
SrO			0,1				
CaO			0,6	6		0,3	0,1
SnO ₂					0,4	0,1	0,2
TiO ₂	4,0	0,8				0,6	
Sb ₂ O ₃	0,6						
As ₂ O ₃		0,7					
Cl ⁻	0,1						
P ₂ O ₅			0,1				
MgO		3,7		4		1,2	
ZrO ₂		0,1	3,6	1,5	1,5		
CeO ₂		0,1			0,3		0,3
ZnO	5,5		0,1	3,5			
T _g [°C]		607	505	556	623		600
$\alpha_{(20-300 \text{ }^\circ\text{C})} [\text{K}^{-1}]$		$8,6 \cdot 10^{-6}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$9,7 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$		$8,9 \cdot 10^{-6}$
Dichte [g/cm ³]		2,4	2,5	2,6	2,4		2,4

Tabelle 1: Ausführungsbeispiele 1 bis 7

CH 714 241 B1

	8	9	10	11	12
SiO ₂	59,7	58,8	62,5	74,3	72,8
B ₂ O ₃	7,8	10,3	10,3		
Al ₂ O ₃	17,1	14,6	17,5	1,3	0,2
Li ₂ O					
Na ₂ O				13,2	13,9
K ₂ O				0,3	0,1
SrO	7,7	3,8	0,7		
BaO	0,1	5,7			
CaO	4,2	4,7	7,6	10,7	9,0
SnO ₂					
TiO ₂					
Sb ₂ O ₃		0,2			
As ₂ O ₃		0,7			
Cl ⁻					
P ₂ O ₅					
MgO		1,2	1,4	0,2	4,0
ZrO ₂					
CeO ₂					
ZnO					
T _g [°C]	719	705		573	564
α _(20–300 °C) [K ⁻¹]	3,8*10 ⁻⁶	3,73*10 ⁻⁶	3,2*10 ⁻⁶	9*10 ⁻⁶	9,5*10 ⁻⁶
Dichte [g/cm ³]	2,51	2,49	2,38		

Tabelle 2: Ausführungsbeispiele 8 bis 12

[0094] In Fig. 1 wird ein Beispiel für einen konventionellen Verdampfer mit einem porösen Sinterkörper 2 als Flüssigkeitsspeicher gezeigt. Durch die Kapillarkräfte des porösen Sinterkörpers 2 wird die zu verdampfende Flüssigkeit 1 vom porösen Sinterkörper 2 aufgenommen und weiter in alle Richtungen des Sinterkörpers 2 transportiert. Die Kapillarkräfte werden dabei durch die Pfeile 4 symbolisiert. Im oberen Abschnitt des Sinterkörpers 2 wird eine Heizspirale 3 so positioniert, dass der entsprechende Abschnitt 2a des Sinterkörpers 2 durch Wärmestrahlung erhitzt wird. Die Heizspirale 3 wird daher sehr nah an die Mantelflächen des Sinterkörpers 2 gebracht und soll die Mantelflächen möglichst nicht berühren. In der Praxis ist jedoch ein direkter Kontakt von Heizdraht und Mantelfläche oft nicht vermeidbar.

[0095] Im Heizbereich 2a erfolgt die Verdampfung der Flüssigkeit 1. Dies wird durch die Pfeile 5 dargestellt. Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist dabei abhängig von der Temperatur und des Umgebungsdrucks ab. Je höher die Temperatur und je niedriger der Druck ist, desto schneller erfolgt die Verdampfung der Flüssigkeit im Heizbereich 2a.

[0096] Da die Verdampfung der Flüssigkeit 1 nur lokal an den Mantelflächen des Heizbereiches 2a des Sinterkörpers erfolgt, muss die Erwärmung dieses lokalen Bereiches mit relativ hohen Heizleistungen erfolgen, um eine schnelle Verdampfung innerhalb von 1 bis 2 Sekunden zu erreichen. Daher müssen hohe Temperaturen von mehr als 200 °C angewendet werden. Hohe Heizleistungen, insbesondere in einem lokal eng begrenzten Bereich, können jedoch zu einer lokalen Überhitzung und somit gegebenenfalls zu einer Zersetzung der zu verdampfenden Flüssigkeit 1 und des Materials des Flüssigkeitsspeichers bzw. Dochtes führen.

[0097] Des Weiteren können hohe Heizleistungen auch zu einer zu schnellen Verdampfung führen, sodass durch die Kapillarkräfte nicht schnell genug weitere Flüssigkeit 1 zur Verdampfung bereitgestellt werden kann. Dies führt ebenfalls zu einer Überhitzung der Manteloberflächen des Sinterkörpers im Heizbereich 2a. Daher kann eine Einheit, beispielsweise ei-

ne Spannungs-, Leistungs- und/oder Temperatureinstellungs-, -steuerungs- oder -regelungseinheit (hier nicht dargestellt) eingebaut werden, welche jedoch zu Lasten der Batteriebensdauer geht und die maximale Verdampfungs menge limitiert.

[0098] Nachteilig am in Fig. 1 dargestellten und aus dem Stand der Technik bekannten Verdampfer sind somit die lokale Heizungs methode und der damit verbundene ineffektive Wärmetransport, die komplexe und teure Kontrolleinheit und die Überhitzungs- und Zersetzungsgefahr der zu verdampfenden Flüssigkeit.

[0099] Fig. 2 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Verdampfeinheit, bei welcher das Heizelement 30 direkt auf dem Sinterkörper 20 angeordnet ist. Insbesondere ist das Heizelement 30 fest mit dem Sinterkörper 20 verbunden. Eine solche Verbindung kann insbesondere erzielt werden, indem das Heizelement 30 als Schichtwiderstand ausgebildet ist. Dazu wird eine leiterförmig strukturierte, elektrisch leitfähige Beschichtung nach Art eines Schichtwiderstands auf dem Sinterkörper 20 aufgebracht. Eine direkt auf dem Sinterkörper 20 aufgebrachte Beschichtung als Heizelement 30 ist unter anderem vorteilhaft, um einen guten Wärmekontakt zu erreichen, der ein schnelles Aufheizen ermöglicht. Jedoch weist auch die in Fig. 2 gezeigte Verdampfeinheit nur eine lokal begrenzte Verdampfungsoberfläche auf, sodass auch hier die Gefahr einer Überhitzung der Oberfläche gegeben ist.

[0100] Fig. 3 zeigt schematisch den Aufbau eines Verdampfers mit einem erfindungsgemässen Sinterkörper 6. Wie auch der poröse Sinterkörper 2 in Fig. 1 und Fig. 2 taucht dieser in die zu verdampfende Flüssigkeit 1 ein. Durch Kapillarkräfte (dargestellt durch die Pfeile 4) erfolgt ein Transport der zu verdampfenden Flüssigkeit in das gesamte Volumen des Sinterkörpers 6. Der Sinterkörper 6 weist eine elektrisch leitfähige Beschichtung auf, wobei die Oberfläche, die durch die offenen Poren gebildet wird, mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen ist. Somit wird bei Anlegen einer elektrischen Spannung der Sinterkörper 6 im gesamten Volumen mit grosser Oberfläche erhitzt. Somit wird die Flüssigkeit 1 im Unterschied zu dem in Fig. 2 gezeigten Verdampfer nicht nur an den Mantelflächen des Sinterkörpers, d.h. in einem lokal begrenzten Teil des Sinterkörpers 6, sondern im gesamten Volumen des Sinterkörpers 6 gebildet. Ein Kapillartransport zu den Mantelflächen bzw. beheizten Flächen oder Elementen des Sinterkörpers 6 ist somit nicht notwendig. Zudem besteht nicht die Gefahr einer lokalen Überhitzung. Da die Verdampfung im Volumen wesentlich effizienter abläuft als mittels einer Heizspirale in einem lokal begrenzten Heizbereich, kann die Verdampfung bei wesentlich geringeren Temperaturen und einer geringeren Heizleistung erfolgen. Ein geringerer elektrischer Leistungsbedarf ist insofern vorteilhaft, da somit die Nutzungszeit pro Akkuladung steigt bzw. kleinere Akkus oder Batterien verbaut werden können.

[0101] Fig. 4 zeigt den Aufbau eines beschichteten Sinterkörpers 6 mit offener Porosität anhand eines schematischen Querschnitts durch ein Ausführungsbeispiel. Der beschichtete Sinterkörper 6 weist eine poröse, gesinterte Glasmatrix 7 mit offenen Poren 8a, 8b auf. Ein Teil der offenen Poren 8b bildet mit ihrer Porenoberfläche die Mantelflächen des Sinterkörpers, während ein anderer Teil der Poren 8a das Innere des Sinterkörpers bilden. Alle Poren des Sinterkörpers weisen elektrisch leitfähige Beschichtung 9 auf.

[0102] Fig. 5 ist eine REM-Aufnahme eines Sinterkörpers mit elektrisch leitfähiger Beschichtung. Die Oberfläche der Poren 8 ist mit einer ITO-Schicht 9 als elektrisch leitfähige Beschichtung beschichtet. Die gesinterte Glasmatrix 7 ist ein Alumo-Boro-Silikatglas mit folgender Zusammensetzung:

Alkalioxide	1 bis 11 Gew.-%
Erdalkalioxide	1 bis 13 Gew.-%
B ₂ O ₃	1 bis 20 Gew.-%
Al ₂ O ₃	1 bis 17 Gew.-%
SiO ₂	50 bis 96 Gew.-%

[0103] Ein Glas mit der oben genannten Zusammensetzung schmilzt sehr langsam und in einem grossen Temperaturbereich. Somit eignet es sich besonders gut für die Herstellung von porösen Materialien nach Schmelz- und Sinterverfahren. Gläser aus diesem Zusammensetzungsbereich können Schmelztemperaturen von mehr als 1000 °C aufweisen, was ein Einbrennen der elektrisch leitfähigen Beschichtung bei Temperaturen bis zu 900 °C ermöglicht und was sich positiv auf die Beschichtungseigenschaften wie Dichte auswirkt und Risse in der Beschichtung verhindert. Der geringe lineare thermische Ausdehnungskoeffizient ($\alpha_{20-300\text{ °C}}$) von Glas reduziert thermisch induzierte Spannungen und erhöht somit die mechanische Stabilität des Materials gegenüber Temperaturunterschieden, wie sie bei Ein- und Ausschaltvorgängen im Verdampfer auftreten. Zudem ist das elektrisch leitfähig beschichtete Glas als Heizkörper gegenüber Temperaturen bis 600 °C dauerhaft beständig.

[0104] Fig. 6 zeigt eine lichtmikroskopische Aufnahme eines mit einer ITO-Schicht beschichteten Sinterkörpers.

[0105] Aus optischen und elektronenmikroskopischen Messungen konnte an dem dargestellten Sinterkörper gemessen werden, dass die ITO-Schicht eine Schichtdicke von 200 nm bis 2000 nm aufweist und überraschenderweise keine Risse zeigt. Dies ist erstaunlich, da das Glas ($3,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) und ITO ($7,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) unterschiedliche lineare thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

[0106] Fig. 7 zeigt den Aufbau eines beschichteten Sinterkörpers 60 gemäss einer Weiterbildung der Erfindung anhand eines schematischen Querschnitts. Der beschichtete Sinterkörper 60 weist eine poröse, gesinterte Glasmatrix 70 mit offenen Poren 80, 81 auf, wobei die Poren eine bimodale Porengrössenverteilung mit grossen Poren 80 und kleinen Poren 81 aufweisen. Ein Teil der offenen Poren 8b bildet mit ihrer Porenoberfläche die Mantelflächen des Sinterkörpers, während ein anderer Teil der Poren das Innere des Sinterkörpers bildet. Alle Poren des Sinterkörpers weisen eine elektrisch leitfähige Beschichtung 90 auf. Die kleinen Poren 81 ermöglichen eine gute und zügige Aufnahme der zu verdampfenden Flüssigkeit in den Sinterkörper, während die grossen Poren 80 eine schnelle Abgabe des Dampfes ermöglichen. Je nach Anwendung kann über das Verhältnis von grossen zu kleinen Poren sowie über deren Porengrösse das Aufnahmeverhalten sowie die Desorptionseigenschaften im Betrieb des Verdampfers eingestellt werden.

[0107] In Fig. 8 ist die Porengrössenverteilung eines Ausführungsbeispiels der in Fig. 7 schematisch dargestellten Weiterbildung abgebildet. Die Porengrössenverteilung des porösen Sinterkörpers weist hierbei ein Maximum bei ca. 200 µm sowie ein Maximum bei ca. 600 µm auf, wobei der Anteil der kleinen Poren (200 µm) in diesem Ausführungsbeispiel dem Anteil der grossen Poren (600 µm) entspricht. Die Porengrösse kann beim Herstellungsprozess durch die Korngrösse des als Porenbildner verwendeten Salzes eingestellt werden, das Verhältnis von grossen zu kleinen Poren entsprechend über das Verhältnis der eingesetzten Korngrössen sowie deren Korngrössenverteilungen.

[0108] Fig. 9a und Fig. 9b zeigen schematisch einen erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper 3 als Bauteil in einem möglichen Verdampfer. Der Verdampfer weist ein Reservoir mit der zu verdampfenden Flüssigkeit 1 auf. Der Verdampfungsräum 11 ist durch eine Stahlwand 12 von der zu verdampfenden Flüssigkeit 1 getrennt. Durch Öffnungen (12a, 12b) in der Stahlwand kommt die zu verdampfende Flüssigkeit 1 in Kontakt mit dem beschichteten Sinterkörper 3. Durch Kapillarkräfte saugt dieser die zu verdampfende Flüssigkeit 1 an. Durch Anlegen einer Spannung 10 an den elektrisch leitfähigen beschichteten Sinterkörper 3 wird dieser im Volumen erwärmt, sodass die Flüssigkeit 1 im gesamten Volumen des Sinterkörpers 3 verdampft wird. Die Dampferzeugung erfolgt so lange, bis die Poren des Sinterkörpers 3 und/oder das Reservoir keine Flüssigkeit 1 mehr enthalten oder der Stromfluss ausgeschaltet wird. Beim Ausschalten des Verdampfers saugen sich die Poren durch die Kapillarkraft wieder mit Flüssigkeit voll, sodass bei einem erneuten Anschalten des Verdampfers durch den Benutzer wieder ausreichend Flüssigkeit 1 zur Verdampfung zur Verfügung steht.

[0109] Die maximale mögliche, erzeugbare Dampfmenge ist dabei gleich der Menge der im porösen Sinterkörper 3 gespeicherten oder speicherbaren Flüssigkeit. Die erzeugbare Dampfmenge kann beispielsweise somit durch die Abmessungen des Sinterkörpers 3 und dessen Porosität gesteuert werden. Dabei haben sich kleine Sinterkörper mit einer hohen Porosität als besonders vorteilhaft in Hinblick auf die Effektivität des Verdampfungsprozesses sowie den Energieverbrauch und Nachfluss von Liquid bzw. Füllgeschwindigkeit herausgestellt.

[0110] Fig. 10 zeigt Wärmebildaufnahmen eines konventionellen Verdampfers (Fig. 10b) sowie eines Verdampfers mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper als Heizelement (Fig. 10a). Während beim Verdampfer mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper als Heizelement die Verdampfungstemperaturen im Bereich von lediglich 127 bis 135 °C liegen, benötigt ein konventioneller Verdampfer mit einem spiralförmigen Heizdraht als Heizelement Verdampfungstemperaturen im Bereich von 252 bis 274 °C zur Erzeugung der gleichen oder zumindest ähnlichen Dampfmenge.

[0111] Tabelle 3 zeigt die Verdampfungsparameter bei einem konventionellen Verdampfer sowie bei einem Verdampfer mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper als ein Ausführungsbeispiel. Die jeweiligen Verdampfer wurden in einem Aufbau analog zu einer elektronischen Zigarette betrieben. Die Leistung wurde durch Messung von anliegender Spannung und fliessendem Strom mit Hilfe von elektrotechnischen Messgeräten, die erzeugte Dampfmenge über den Gewichtsverlust der Flüssigkeit ermittelt.

	Konventioneller Verdampfer	Ausführungsbeispiel
Abmessungen	OD = 5 mm, ID = 3 mm, Länge 12 mm	Hohlzylinder mit OD = 6 mm, ID = 2 mm, Länge des Zylinders 5 mm
Angelegte Spannung	4 V	4 V
Benötigte Heizleistung	16 W	2 W
Betriebstemperatur	252 bis 274 °C	127 bis 135 °C
Dampfmenge [Milligramm/Min]	max. 72	min. 72

Tabelle 3: Verdampfer im Vergleich

[0112] Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, weisen beide Verdampfer eine vergleichbare Grösse auf. Um die gleiche Dampfmenge wie ein konventioneller Verdampfer zu erzeugen, benötigt ein Verdampfer mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper eine wesentlich geringere Heizleistung und geringere Verdampfungstemperaturen.

[0113] Beim Ausführungsbeispiel liegt die Verdampfungstemperatur deutlich unterhalb der Zersetzungstemperaturen der typischerweise verwendeten, verdampfbaren Substanzen, sodass es auch nicht zu einer sog. «Verkockung» des Verdamp-

fers durch Zersetzungsprodukte kommt, womit auch nicht mit einer Freisetzung entsprechender Zersetzungsprodukte zu rechnen ist. Dadurch wird die Lebensdauer des Verdampfers erhöht.

[0114] Durch die geringere benötigte Heizleistung ist der Verdampfer mit einem erfindungsgemäss beschichteten Sinterkörper zudem einem konventionellen Verdampfer in Hinblick auf die Energieeffizienz und die Lebensdauer der elektrischen Energiequelle weit überlegen.

Patentansprüche

1. Verdampfer mit einer Heizeinrichtung, umfassend einen Sinterkörper sowie eine elektrisch leitfähige Beschichtung, wobei der Sinterkörper durch ein Glas oder eine Glaskeramik gebildet ist, eine offene Porosität im Bereich von 10 bis 90% aufweist, die elektrisch leitfähige Beschichtung mit der Oberfläche des Sinterkörpers, welche durch die offenen Poren gebildet ist, verbunden ist, die elektrisch leitfähige Beschichtung Bestandteil der Heizeinrichtung des Verdampfers ist, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung auf der Oberfläche des Sinterkörpers abgeschieden und mit der Oberfläche des Sinterkörpers verbunden ist, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung offene Poren auskleidet, welche sich auf Mantelflächen des Sinterkörpers und im Inneren des Sinterkörpers befinden, sodass die Poren des Sinterkörpers über das Volumen des Sinterkörpers mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen sind.
2. Verdampfer gemäss Anspruch 1, wobei der Sinterkörper eine offene Porosität im Bereich von 50 bis 80% aufweist.
3. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die offenen Poren des Sinterkörpers eine Porengrösse im Bereich von 1 μm bis 5000 μm , bevorzugt 100 μm bis 800 μm und besonders bevorzugt im Bereich von 200 μm bis 600 μm , aufweisen.
4. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sinterkörper zusätzlich zu den offenen Poren geschlossene Poren aufweist, wobei der Anteil der geschlossenen Poren am Gesamtvolumen der Poren bevorzugt höchstens 10% und ganz besonders bevorzugt höchstens 5% beträgt.
5. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die offenen Poren des Sinterkörpers eine zumindest bimodale Porengrössenverteilung aufweisen.
6. Verdampfer gemäss Anspruch 5, wobei der Sinterkörper grosse Poren mit einer Porengrösse im Bereich von 500 μm bis 700 μm und kleine Poren mit einer Porengrösse im Bereich von 100 μm bis 300 μm aufweisen und/oder der Anteil grosser Poren mit einer Porengrösse im Bereich von 500 μm bis 700 μm 5 bis 95% beträgt.
7. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sinterkörper aus Glas, bevorzugt aus einem Glas mit einem Alkaligehalt ≤ 11 Gew.-%, besonders bevorzugt aus einem Glas mit einem Alkaligehalt ≤ 6 Gew.-%, gebildet ist.
8. Verdampfer gemäss Anspruch 7, wobei das Glas eine Transformationstemperatur T_g im Bereich von 300 bis 900 $^{\circ}\text{C}$, bevorzugt 500 bis 800 $^{\circ}\text{C}$, aufweist.
9. Verdampfer gemäss einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei das Glas ein Alumo-Boro-Silikatglas, bevorzugt ein Alumo-Boro-Silikatglas enthaltend die folgenden Bestandteile

SiO_2	50 bis 85 Gew.-%
B_2O_3	1 bis 20 Gew.-%
Al_2O_3	1 bis 17 Gew.-%
$\Sigma\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	1 bis 11 Gew.-%
$\Sigma\text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO}$	1 bis 13 Gew.-%

ist.

10. Verdampfer gemäss einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei der Sinterkörper einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C Sinterkörper}}$ von höchstens $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ vorzugsweise kleiner $11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, besonders bevorzugt kleiner $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, die elektrisch leitfähige Beschichtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C Beschichtung}}$ im Bereich von $1 \cdot 10^{-6}$ bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist und/oder eine Differenz $\Delta\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ eines linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Sinterkörpers $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C Sinterkörper}}$ und eines linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Beschichtung $\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}}$ $\Delta\alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}} = \alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C Beschichtung}} - \alpha_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C Sinterkörper}}$ 0 bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bevorzugt 0 bis $5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ beträgt.
11. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehene Sinterkörper eine elektrische Leitfähigkeit im Bereich von 0,001 bis 10^6 S/m , bevorzugt im Bereich von 10 bis 600 S/m, aufweist.

12. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung durch ein Metalloxid, bevorzugt durch ein Metalloxid aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, mit Aluminium dotiertes Zinkoxid, Fluorzinnoxid und/oder Antimonzinnoxid, gebildet wird.
13. Verdampfer gemäss Anspruch 12, wobei die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung 1 nm bis 1000 µm, bevorzugt 200 nm bis 200 µm beträgt.
14. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung durch ein Metall, bevorzugt durch Silber, Gold, Platin und/oder Chrom gebildet ist.
15. Verdampfer gemäss Anspruch 14, wobei die Schichtdicke der elektrisch leitfähigen Beschichtung 1 nm bis 1000 µm, bevorzugt 10 nm bis 100 nm beträgt.
16. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung beaufschlagte Sinterkörper bei einer angelegten elektrischen Spannung im Bereich von 1 bis 12 V einen elektrischen Widerstand im Bereich von 0,2 bis 5 Ohm und der Verdampfer eine Heizleistung bis 80 W aufweist.
17. Verdampfer gemäss einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung beaufschlagte Sinterkörper bei einer angelegten elektrischen Spannung im Bereich von 110 bis 380 V einen elektrischen Widerstand im Bereich von 0,2 Ohm bis 3000 Ohm und der Verdampfer eine Heizleistung bis 1000 W aufweist.
18. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zur elektrischen Kontaktierung der Verdampfer einen mechanischen elektrischen Kontakt oder einen elektrisch leitenden Verbinder oder eine stoffschlüssige elektrisch leitende Verbindung, bevorzugt eine Lötverbindung, aufweist.
19. Verdampfer gemäss einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitfähige Beschichtung neben einer elektrisch leitfähigen Komponente zumindest eine weitere, bevorzugt antimikrobielle und/oder antibakterielle Komponente, besonders bevorzugt Silber, ZnO und/oder TiO₂, aufweist.
20. Verwendung eines Verdampfers gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 19 als Bauteil in einer elektronischen Zigarette.
21. Verwendung eines Verdampfers gemäss einem der Ansprüche 1 bis 19 als Bauteil in einem medizinischen Inhalator.
22. Verwendung eines Verdampfers gemäss einem der Ansprüche 1 bis 19 als Bauteil in einem Duftspender.
23. Verwendung eines Verdampfers gemäss einem der Ansprüche 1 bis 19 als Bauteil in einem Raumbefeuchter.
24. Verfahren zur Herstellung eines Verdampfers gemäss Anspruch 1, umfassend zumindest die folgenden Verfahrensschritte:
 - a) Bereitstellung eines Sinterkörpers aus Glas, Keramik oder Glaskeramik mit einer offenen Porosität im Bereich von 10 bis 90% und
 - b) Beschichtung der durch die offenen Poren gebildeten Oberfläche des Sinterkörpers inklusive der Oberfläche von Poren im Inneren des Sinterkörpers mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung durch Abscheidung.
25. Verfahren gemäss Anspruch 24, wobei in Schritt a) ein Sinterkörper aus Glas, bevorzugt ein Sinterkörper aus Glas mit einem Alkaligehalt < 11 Gew.-%, besonders bevorzugt ein Sinterkörper aus Alumo-Borosilikatglas bereitgestellt wird.
26. Verfahren gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 24 bis 25, wobei in Schritt b) die elektrisch leitfähige Schicht durch Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus einer Dispersion, Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus einer Lösung, Kondensation oder Ausscheidung von Feststoff aus der Gasphase oder durch ein galvanisches Verfahren auf der gesamten durch die Oberfläche der offenen Poren gebildeten Oberfläche des Sinterkörpers abgeschieden wird.
27. Verfahren gemäss Anspruch 24, wobei die in Schritt b) abgeschiedene elektrisch leitfähige Beschichtung durch ein Metalloxid, bevorzugt ein Metalloxid ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, mit Aluminium dotiertes Zinkoxid, Fluorzinnoxid und/oder Antimonzinnoxid, besonders bevorzugt durch Indiumzinnoxid, gebildet wird.
28. Verfahren gemäss Anspruch 27, wobei das Metalloxid in Schritt b) durch Kondensation oder Ausscheidung aus einer Lösung oder Dispersion, bevorzugt aus einer Dispersion, abgeschieden wird.
29. Verfahren gemäss Anspruch 28, wobei das Metalloxid durch ein Tauchverfahren, bevorzugt durch ein Tauchverfahren umfassend zumindest die folgenden Verfahrensschritte:
 - a2) Bereitstellung des Sinterkörpers
 - b2) Bereitstellung einer Dispersion oder Lösung des Metalloxids
 - c2) Eintauchen des Sinterkörpers in die in Schritt b2) bereitgestellte Dispersion für eine vordefinierte Tauchzeit t_{tauch}
 - d2) Trocknen des in Schritt c2) erhaltenen beschichteten Sinterkörpers und
 - e2) Einbrennen der durch die Schritte c2) und d2) erhaltenen Schicht für eine Zeitdauer t_{Einbrand} bei einer vordefinierten Einbrandtemperatur T_{Einbrand} .
30. Verfahren gemäss Anspruch 29, wobei in Schritt e2) die vordefinierte Einbrandtemperatur T_{Einbrand} im Bereich von 60 bis 1000 °C, bevorzugt 300 bis 900 °C, gewählt wird.

CH 714 241 B1

31. Verfahren gemäss Anspruch 29 oder 30, wobei das Einbrennen der elektrisch leitfähigen Beschichtung unter Inertgas, unter Vakuum oder unter reduzierender Atmosphäre erfolgt.
32. Verfahren gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 29 bis 31, wobei die Schichtdicke der abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Beschichtung 1 nm bis 800 μm , bevorzugt 200 nm bis 200 μm , besonders bevorzugt 200 nm bis 10 μm , beträgt.
33. Verfahren gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 29 bis 32, wobei der Feststoffanteil der in Schritt c2) bereit gestellten Dispersion 1 bis 50 Gew.-%, bevorzugt 20 bis 35 Gew.-%, beträgt.
34. Verfahren gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 29 bis 33, wobei die Schritte c2) und/oder d2) mehrfach, bevorzugt 2- bis 3-mal erfolgen.
35. Verfahren gemäss einem der vorstehenden Ansprüche 24 bis 26, wobei die in Schritt b) abgeschiedene elektrisch leitfähige Beschichtung durch ein Metall, bevorzugt durch Silber, Gold, Platin und/oder Chrom, gebildet wird.
36. Verfahren gemäss Anspruch 35, wobei das Metall elektrolytisch aus einer Lösung oder Dispersion oder galvanisch abgeschieden wird.
37. Verdampferkopf mit einem Verdampfer nach einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend ein Gehäuse sowie elektrische Kontakte zum Anschluss des Verdampfers.

Fig. 1

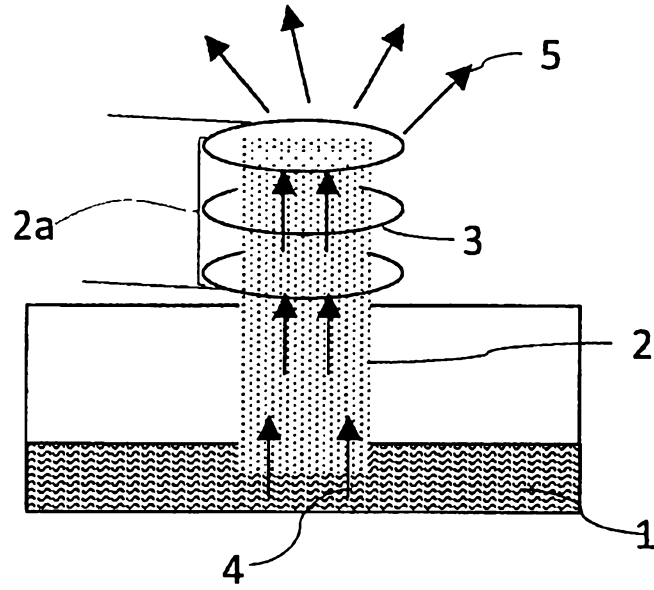


Fig. 2

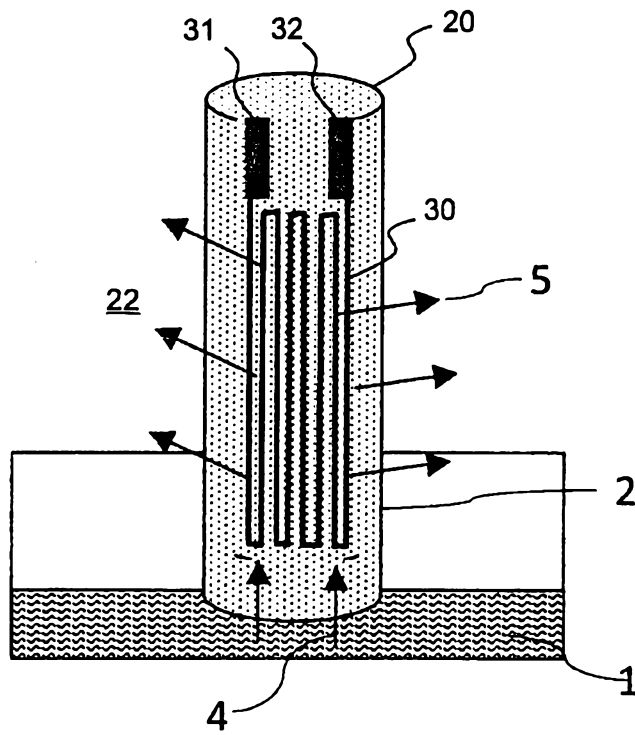


Fig. 3

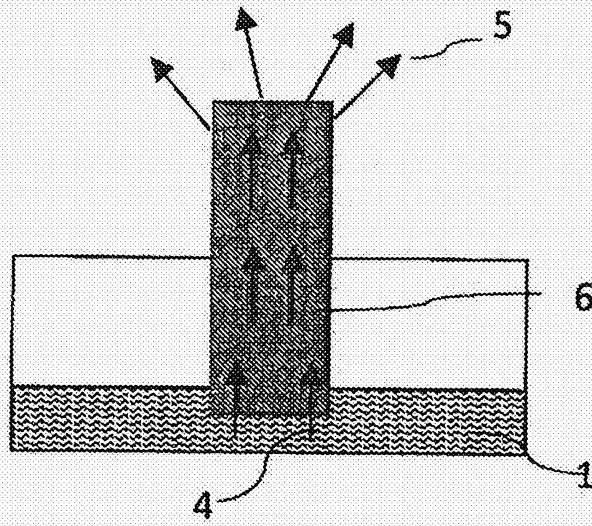


Fig. 4

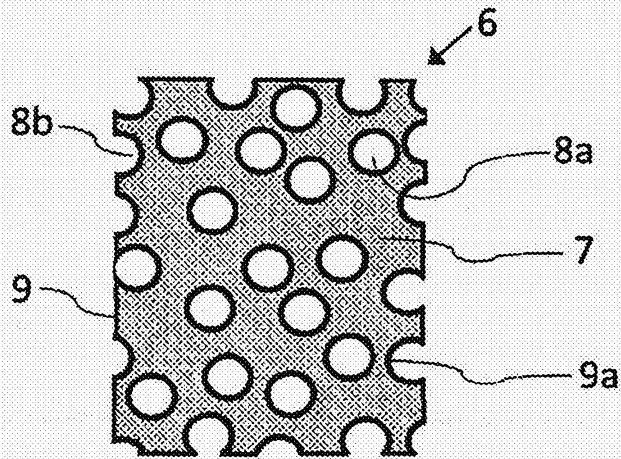


Fig. 5

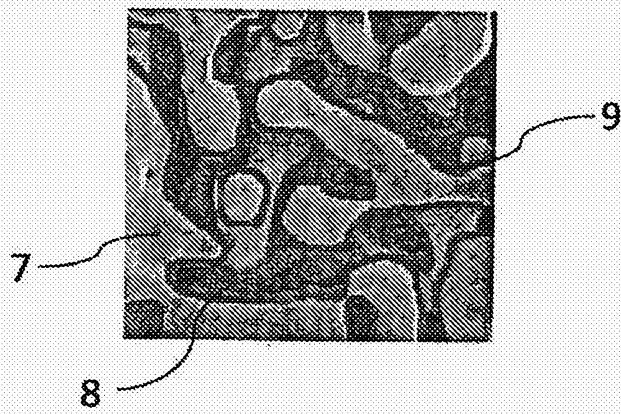


Fig. 6

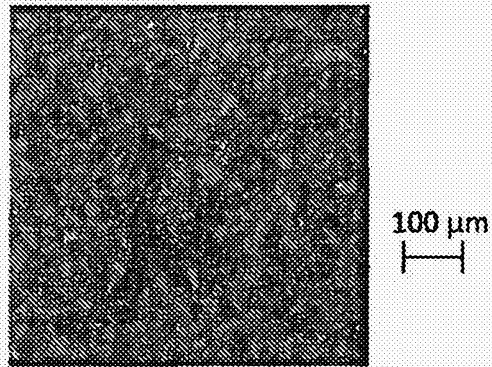


Fig. 7

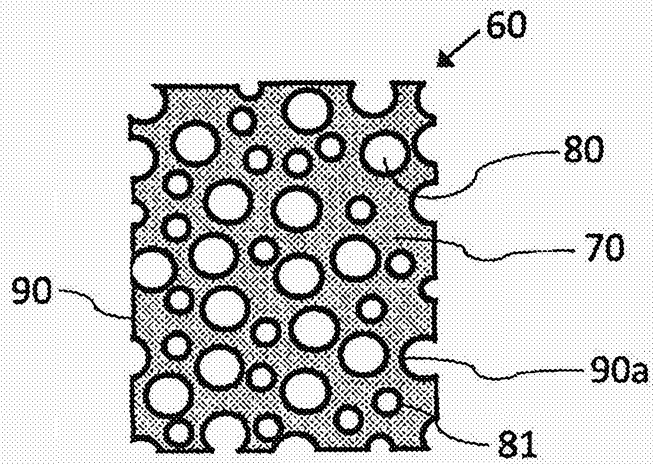


Fig. 8

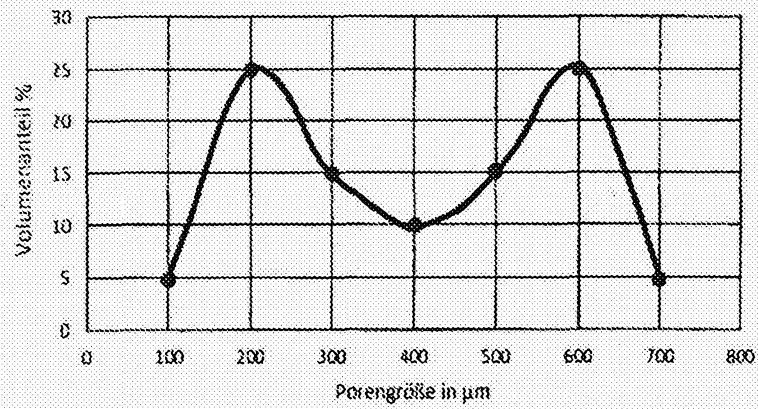


Fig.9

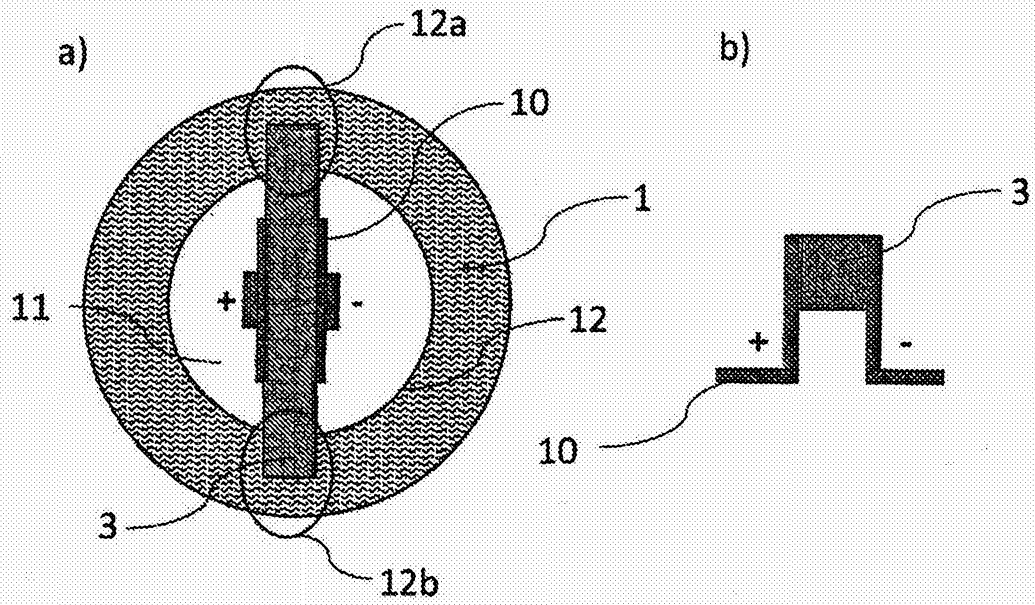


Fig. 10

