



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 118 829.8**

(22) Anmeldetag: **05.10.2016**

(43) Offenlegungstag: **05.04.2018**

(51) Int Cl.: **H05B 3/20 (2006.01)**

H05B 3/10 (2006.01)

H05B 3/26 (2006.01)

(71) Anmelder:

Webasto SE, 82131 Stockdorf, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2015 108 580	A1
WO	2013/ 186 106	A1
JP	H11- 317 284	A

(74) Vertreter:

**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

(72) Erfinder:

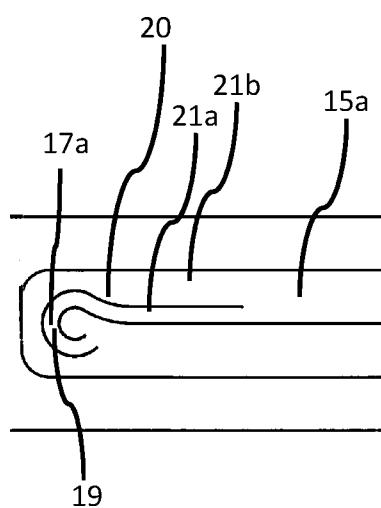
**Klinkmüller, Tino, 82131 Stockdorf, DE; Buckl,
Stephan, 82131 Stockdorf, DE; Eckert, Daniel,
82131 Stockdorf, DE; Göttl, Karl, 82131 Stockdorf,
DE; Schmidmayer, Andreas, 82131 Stockdorf, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen, mit: einem Substrat (10) und einer auf dem Substrat (10) ausgebildeten Heizleiterschicht (12), wobei die Heizleiterschicht (12) zu mindest eine Heizleiterbahn (14) aufweist, die auf dem Substrat (10) angeordnet ist, wobei die Heizleiterbahn (14) derart strukturiert ist, dass eine Vielzahl durch Isolierunterbrechungen (16) voneinander getrennter Bahnabschnitte (15a-15d) ausgebildet ist, wobei die Heizleiterbahn zum mindest einen Umlenkabschnitt (17a) aufweist, an dem die Heizleiterbahn (14) umgelenkt ist und der zwischen einem ersten (15a) und einem zweiten (15b) Bahnabschnitt angeordnet ist, wobei der erste (15a) und der zweite (15b) Bahnabschnitt eine im Vergleich zum Umlenkabschnitt geringere Krümmung aufweisen, insbesondere zum mindest im Wesentlichen gerade ausgebildet sind, wobei sich die Heizleiterbahn in dem ersten Bahnabschnitt (15a) oder in dem Umlenkabschnitt (17c) in mindestens zwei durch eine oder mehrere Zweig-Isolierunterbrechungen (20) voneinander getrennte Zweigbahnen (21a, 21b) aufzweigt, wobei sich die Zweigbahnen (21a, 21b) in dem zweiten Bahnabschnitt (15b) oder in dem Umlenkabschnitt (17a) wieder vereinigen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen nach Anspruch 1 sowie ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, umfassend eine elektrische Heizeinrichtung.

[0002] WO 2013/186106 A1 beschreibt eine elektrische Heizeinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einem als Leiterbahn auf einem Substrat ausgebildeten Heizwiderstand. Die Leiterbahn ist bifilar ausgebildet und im Bereich einer Leiterbahnumlenkung in die Gegenrichtung ist ein verbreiterter Isolationsbereich vorgesehen. Der verbreiterte Isolationsbereich soll bewirken, dass sich ein Stromfluss möglichst durch die volle Breite der Leiterbahn einstellt, um zu vermeiden, dass sich lokal innenliegend besonders gut durchströmte Bereiche und im Außenliegenden Randbereich der Leiterbahn schlecht durchströmte Bereiche ausbilden können. In diesem Zusammenhang hat sich jedoch herausgestellt, dass sich im Vergleich zum Rest der elektrischen Heizeinrichtung im Bereich der Leiterbahnumlenkung immer noch eine vergleichsweise stark erhöhte Temperatur einstellen kann.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Heizeinrichtung sowie ein entsprechendes Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, vorzuschlagen, bei der eine vergleichsweise homogene Temperaturverteilung erreicht wird, wobei die elektrische Heizeinrichtung möglichst kompakt und kostengünstig in der Herstellung sein soll.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen nach Anspruch 1 gelöst.

[0005] Insbesondere wird die Aufgabe durch eine elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen, gelöst, mit: einem Substrat und einer auf dem Substrat ausgebildeten Heizleiterschicht, wobei die Heizleiterschicht zumindest eine Heizleiterbahn aufweist, die sich (in einer Hauptebene) auf dem Substrat erstreckt, wobei die Heizleiterbahn derart strukturiert ist, dass eine Vielzahl (nebeneinander, insbesondere auf im Wesentlichen gleicher Höhe gegenüber dem Substrat, verlaufender) durch Isolierunterbrechungen voneinander getrennter Bahnabschnitte ausgebildet ist, wobei die Heizleiterbahn zumindest einen Umlenkabschnitt aufweist, an dem die Heizleiterbahn (in der Hauptebene) umgelenkt ist und der (unmittelbar) zwischen einem ersten und einem zweiten Bahnabschnitt angeordnet ist, wobei der erste und der zweite Bahnabschnitt eine im Vergleich zum Umlenkabschnitt geringere Krümmung aufweisen, insbesondere zumindest im Wesentlichen gerade ausgebildet sind, wobei sich die Heizleiterbahn in dem ersten Bahnabschnitt oder in dem Umlenkabschnitt in mindestens zwei durch eine oder mehrere Zweig-Isolier-

unterbrechungen voneinander getrennte Zweigbahnen aufzeigt, wobei sich die Zweigbahnen in dem zweiten Bahnabschnitt oder in dem Umlenkabschnitt wieder vereinigen.

[0006] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt darin, dass eine oder mehrere zusätzliche Leiterbahnen im Bereich der Umlenkungen (Umlenkabschnitte) vorgesehen sind. Dadurch wird erreicht, dass eine vergleichsweise homogene Stromdichtenverteilung vorliegt. Dadurch können mit einfachen Mitteln hohe Temperaturen an den Umlenkpunkten (Umlenkabschnitten) mit einer entsprechend hohen Belastung für die Heizeinrichtung vermieden werden. Die Robustheit der Heizeinrichtung wird dadurch verbessert. Grundsätzlich kann die Temperatur in den Umlenkabschnitten auch dadurch reduziert werden, dass die Umlenkabschnitt (lokal) mit einem elektrisch gut leitenden Material versehen werden. Eine derartige (lokale) Beschichtung mit einem gut leitenden Material hat jedoch den Nachteil, dass ein zusätzlicher Verfahrensschritt (bei der Herstellung) durchgeführt werden muss (z.B. Maskieren und/oder Beschichten). Außerdem können darauffolgende Schichten (z.B. eine Sensorschicht) durch lokale Verdickungen beeinträchtigt werden.

[0007] Unter der Krümmung ist vorzugsweise die Abweichung von einem geraden Verlauf zu verstehen. Betrachtet werden soll hier insbesondere nur der Betrag der Krümmung (also ohne Berücksichtigung eines Vorzeichens). Die Isolierunterbrechungen trennen die voneinander getrennten Bahnabschnitte derart, dass ein Stromfluss von einem zu dem anderen getrennten Bahnabschnitt (durch die Isolierunterbrechungen hindurch) ausgeschlossen ist (oder zumindest erheblich reduziert ist). Ein spezifischer Widerstand der Isolierunterbrechungen ist gegenüber den voneinander getrennten Bahnabschnitten vorzugsweise mindestens 10mal, noch weiter vorzugsweise mindestens 50mal größer. Erster und/oder zweiter Bahnabschnitt sollen insbesondere dann als im Wesentlichen gerade ausgebildet betrachtet werden, wenn eine Abweichung von einer (geraden) Verbindungsgeraden zwischen einem Anfang und einem Ende des jeweiligen Bahnabschnitts maximal 10 %, vorzugsweise maximal 5 %, noch weiter vorzugsweise maximal 2 % beträgt. Eine Krümmung in dem Umlenkabschnitt ist vorzugsweise mindestens 2mal, noch weiter vorzugsweise mindestens 5mal, noch weiter vorzugsweise mindestens 10mal so groß (im Durchschnitt) wie eine Krümmung des ersten und/oder zweiten Bahnabschnittes. Erster und/oder zweiter Bahnabschnitt grenzen insbesondere (unmittelbar) an den Umlenkabschnitt an. Erster und/oder zweiter Bahnabschnitt können mindestens genauso lang, vorzugsweise mindestens 1,5mal so lang noch weiter vorzugsweise mindestens 3mal so lang sein wie der Umlenkabschnitt.

[0008] Insgesamt wird eine elektrische Heizeinrichtung vorgeschlagen, die insbesondere den zunehmenden Bedarf in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (aufgrund deren zunehmender Verbreitung) effektiv abdecken kann. In der Vergangenheit kamen als elektrische Heizeinrichtungen für derartige mobile Anwendungen überwiegend sogenannte PTC-Heizelemente zum Einsatz, die mit vergleichsweise niedrigen Versorgungsspannungen betrieben wurden, die in einem Bordnetz eines herkömmlichen Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor vorhanden sind. Insbesondere bei modernen Fahrzeugen, die vollständig oder teilweise elektrisch angetrieben werden, besteht der Bedarf, die Fahrzeuge auch elektrisch mit den Versorgungsspannungen betreiben zu können, die in einem bei diesen realisierten Hochvolt-Bordnetz vorliegen, wie z.B. einer Spannung in einem Bereich zwischen 150 Volt und 900 Volt, ggf. sogar bis über 1.000 Volt.

[0009] Unter einer Heizeinrichtung für mobile Anwendungen wird im vorliegenden Kontext eine Heizeinrichtung verstanden, die für den Einsatz in mobilen Anwendungen ausgelegt und dementsprechend angepasst ist. Dies bedeutet insbesondere, dass sie transportabel ist (ggf. in einem Fahrzeug fest eingebaut oder lediglich für den Transport darin untergebracht) und nicht ausschließlich für den dauerhaften, stationären Einsatz, wie es beispielsweise bei der Beheizung eines Gebäudes der Fall ist, ausgelegt ist. Ein Gewicht der Heizeinrichtung kann unter 500 kg, vorzugsweise unter 100 kg, noch weiter vorzugsweise unter 20 kg liegen. Die Heizeinrichtung kann ggf. fest in einem Fahrzeug (Landfahrzeug, Schiff, etc.) insbesondere in einem Landfahrzeug, installiert sein. Insbesondere kann sie zur Beheizung eines Fahrzeug-Innenraums, wie beispielsweise eines Land-, Wasser- oder Luftfahrzeugs, sowie eines (Teil-) offenen Raums, wie er beispielsweise auf Schiffen, insbesondere Yachten, aufzufinden ist, ausgelegt sein. Die Heizeinrichtung kann auch (vorübergehend) stationär eingesetzt werden, wie beispielsweise in großen Zelten, Containern (z.B. Baucontainern), etc. Insbesondere kann die elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen als Stand- oder Zuheizer für ein Landfahrzeug, wie beispielsweise für einen Wohnwagen, ein Wohmobil, einen Bus, einen PKW, etc., ausgelegt sein.

[0010] In dem Umlenkabschnitt kann die Heizleiterbahn um mindestens 90 Grad, vorzugsweise um mindestens 120 Grad, noch weiter vorzugsweise um mindestens 150 Grad umgelenkt werden (insbesondere um, zumindest ungefähr, 180 Grad).

[0011] Das Substrat kann eine plane oder nicht-plane (beispielsweise gewölbte oder gekrümmte) Oberfläche aufweisen. Die Vielzahl der (nebeneinander verlaufenden) durch Isolierunterbrechungen voneinander getrennten Bahnabschnitte ist vorzugsweise

auf einer (zumindest im Wesentlichen) gleichmäßigen Höhe gegenüber der Substratoberfläche angeordnet.

[0012] Erster und zweiter Leitabschnitt verlaufen vorzugsweise (zumindest abschnittsweise) parallel (im geometrischen Sinne) zueinander. Der Umlenkabschnitt bewirkt vorzugsweise eine Umlenkung um 180 Grad oder zumindest ungefähr 180 Grad (d.h. insbesondere um mindestens 170 Grad). Bei einer derartigen Ausbildung ist die potentielle (lokale) Erwärmung besonders ausgeprägt, so dass durch die zusätzlichen Leiterbahnen im Bereich der Umlenkungen besonders effektiv eine (lokale) Aufheizung reduziert oder verhindert werden kann.

[0013] Eine innere Zweigbahn ist gegenüber einer äußeren Zweigbahn (zumindest im Durchschnitt und/oder zumindest abschnittsweise, vorzugsweise durchgängig) schmäler ausgebildet. Auch durch eine derartige Maßnahme wird die Stromverteilung weiter vergleichmäßiggt.

[0014] Die Zweigbahnen erstrecken sich vorzugsweise über maximal 70 %, weiter vorzugsweise maximal 30 %, noch weiter vorzugsweise maximal 15 % und/oder vorzugsweise mindestens 5 %, noch weiter vorzugsweise mindestens 10 % des ersten und/oder zweiten Bahnabschnittes. Vorzugsweise befindet sich also ein Abzweigungspunkt erst kurz vor dem Umlenkabschnitt, was eine vergleichsweise einfache Herstellung bei dennoch effektiver Vergleichmäßigung der Stromverteilung ermöglicht.

[0015] In einer Ausführungsform zweigt sich die Heizleiterbahn in dem ersten Bahnabschnitt oder in dem Umlenkabschnitt in mindestens drei (oder genau drei) durch Zweig-Isolierunterbrechungen voneinander getrennte Zweigbahnen auf, wobei sich die Zweigbahnen in dem zweiten Leitabschnitt oder in dem Umlenkabschnitt wieder vereinigen. Dadurch kann die Stromverteilung weiter vergleichmäßiggt werden.

[0016] Die Zweigbahnen können auf gleicher Höhe gegenüber einer Oberfläche des Substrats angeordnet sein und/oder eine gleiche Dicke (senkrecht zu der Oberfläche des Substrats) aufweisen.

[0017] Ein Abstand zwischen benachbarten Bahnabschnitten mit zueinander entgegengesetzten Stromflussrichtungen im Bereich des Umlenkabschnittes kann (lokal) verbreitert ausgebildet sein. Durch die Kombination der Zweigbahnen mit einer solchen (lokalen) Verbreiterung des Abstandes kann die Ausbildung von „Hot-Spots“ besonders zuverlässig unterdrückt werden. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, dass auf eine derartige (lokale) Verbreiterung des Abstandes verzichtet wird, so dass ei-

ne verbesserte Flächennutzung der Oberfläche des Substrats erreicht wird.

[0018] Die zumindest eine Heizleiterbahn kann sich in einem bifilaren Muster auf dem Substrat erstrecken. Durch eine bifilare Anordnung kann die Heizleiterbahn, die durch das Substrat bereitgestellte Oberfläche mit geringen Leerflächen in hohem Maße überdecken. Ferner ermöglicht es die bifilare Anordnung, mögliche Störstrahlungen durch die elektrische Heizeinrichtung zu minimieren. Bei der bifilaren Anordnung liegen Bahnabschnitte der Heizleiterbahn derart nebeneinander vor, dass gegenläufig von Strom durchflossene bzw. durchfließbare Bahnabschnitte jeweils nebeneinander verlaufend angeordnet sind. Bevorzugt können dabei zumindest im Wesentlichen sämtliche zum Erwärmen vorgesehene Bahnabschnitte der Heizleiterbahn Teil der bifilaren Anordnung sein. Dadurch können sich die erzeugten elektromagnetischen Felder zumindest teilweise gegenseitig aufheben. Es ist jedoch zu beachten, dass insbesondere Anschlussbereiche zum Verbinden mit einer elektrischen Leistungsversorgung auch nicht-bifilar angeordnet sein können. Die restlichen Bereiche der Heizleiterbahn können bevorzugt zumindest im Wesentlichen bifilar angeordnet sein.

[0019] Die Heizleiterbahn kann mindestens zwei oder mindestens drei Umlenkabschnitte aufweisen. Diesen (mehreren) Umlenkabschnitten können jeweils entsprechende Zweigbahnen zugeordnet sein. Wenn die Heizleiterbahn (genau) zwei (insbesondere um 180 Grad umlenkende) Umlenkabschnitte aufweist, kann eine optimierte bifilare Anordnung realisiert werden, die eine geringe elektromagnetische Abstrahlung aufweist und dabei nur wenige Bereiche aufweist, in denen im Betrieb eine erhöhte Temperatur auftritt. In dem Fall einer Mehrzahl von auf dem Substrat ausgebildeten Heizleiterbahnen kann bevorzugt jede der Heizleiterbahnen jeweils (genau) zwei Umkehrpunkte aufweisen.

[0020] In einer konkreten Ausführungsform bedeckt die Heizleiterschicht zumindest 80 % der Substratoberfläche, bevorzugt zumindest 85 % der Substratoberfläche. In diesem Fall ist eine vergleichsweise gute Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Substratoberfläche gegeben und es ist trotzdem noch eine ausreichende Isolierung der einzelnen Bahnabschnitte gegeneinander ermöglicht. Die Heizleiterschicht kann insbesondere weniger als 95 % der Substratoberfläche bedecken.

[0021] Vorzugsweise ist in den Isolierunterbrechungen ein elektrisch isolierendes Material angeordnet. Das elektrisch isolierende Material kann bevorzugt neben den Isolierunterbrechungen auch die von dem Substrat abgewandte Oberfläche der Heizleiterbahn bzw. Heizleiterbahnen bedecken. Das elektrische isolierende Material kann insbesondere bevor-

zugt nach dem Ausbilden der Heizleiterbahn bzw. der Heizleiterbahnen als Schicht abgeschieden sein. Das elektrisch isolierende Material ist bevorzugt einerseits elektrisch (vergleichsweise gut) isolierend, andererseits aber thermisch (vergleichsweise gut) leitend. Durch das elektrisch isolierende Material kann die Breite der Isolierunterbrechungen vergleichsweise klein gehalten werden, so dass die zur Verfügung stehende Oberfläche des Substrats effizient für die Heizleiterbahn bzw. Heizleiterbahnen ausgenutzt werden kann.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung ist die Heizleiterbahn derart ausgebildet, dass zumindest über einen überwiegenden Anteil ihrer Länge jeweils zwei Bahnabschnitte mit gleichgerichteter Stromflussrichtung benachbart und ggf. parallel zueinander verlaufen. Die Heizleiterbahn kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass über zumindest 80 % der Länge jeweils zwei Leiterbahnabschnitte mit gleichgerichteter Stromflussrichtung benachbart und parallel zueinander verlaufen. Die jeweils zwei Bahnabschnitte können an ihren Enden insbesondere jeweils zu einem gemeinsamen Anschlussabschnitt zur Verbindung mit einer elektrischen Leistungsversorgung verbunden sein. Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht eine besonders günstige Verteilung des in dem elektrischen Heizelement fließenden Stroms und somit eine besonders homogene Verteilung der Heizleistung. Ferner kann diese Strukturierung in kostengünstig einfacher Weise gebildet und dabei die zur Verfügung stehende Oberfläche des Substrats gut ausgenutzt werden.

[0023] In einer Ausführungsform ist die Heizleiterbahn derart ausgebildet, dass sie über einen überwiegenden Anteil ihrer Länge gerade verläuft. Auch dadurch kann das Substrat effektiv mit der Heizleiterbahn ausgestattet werden.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung ist auf der Heizleiterschicht zumindest eine weitere Schicht ausgebildet. Es können insbesondere auch mehrere Schichten auf der Heizleiterschicht ausgebildet sein. Bevorzugt kann auf der Heizleiterschicht eine Isolierschicht ausgebildet sein, die ggf. auch die Isolierunterbrechungen zwischen den Bahnabschnitten der Heizleiterbahn füllt. Auf der Isolierschicht kann bevorzugt z.B. auch noch eine Sensorschicht zur Überwachung der Funktion der elektrischen Heizeinrichtung ausgebildet sein. Über die Isolierschicht kann ein hohes Maß an Sicherheit bereitgestellt werden, indem stromführende Bereiche zusätzlich isoliert sind.

[0025] In einer konkreten Ausführungsform ist die elektrische Heizeinrichtung eine Kraftfahrzeug-Heizeinrichtung. Die elektrische Heizeinrichtung kann dabei insbesondere zum Beheizen eines Fluids, wie z.B. Luft für einen Innenraum des Fahrzeugs oder

einer Flüssigkeit in einem Flüssigkeitskreislauf des Fahrzeugs ausgebildet sein.

[0026] Die obengenannte Aufgabe wird insbesondere durch ein Fahrzeug, vorzugsweise Kraftfahrzeug, weiter vorzugsweise PKW oder LKW, umfassend eine elektrische Heizeinrichtung der oben beschriebenen Art gelöst.

[0027] Die obengenannte Aufgabe wird weiterhin insbesondere durch die Verwendung einer elektrischen Heizeinrichtung der oben beschriebenen Art für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, gelöst.

[0028] Die Ausgestaltung der elektrischen Heizeinrichtung hat im Allgemeinen auch den Vorteil, dass kein (oder nur wenig) zusätzlicher Platz auf der Substratoberfläche benötigt wird, so dass eine effiziente Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Platzes ermöglicht wird. Insgesamt ist eine vergleichsweise einfache und kostengünstige Ausgestaltung möglich. Bei einem (vorgegebenen) Verlauf der Heizleiterbahn ermöglichen die Zweigbahnen eine Erhöhung der erreichbaren Heizleistung pro Flächeneinheit, da die mögliche Heizleistung vornehmlich durch kritische Stellen, an denen sich lokale „Hot-Spots“ ausbilden können, bestimmt wird. Je stärker die Heizleiterbahn an dem Umlenkabschnitt umgelenkt wird, desto größer ist der erzielte Effekt. Die Zweigbahnen wirken sich also dann besonders stark aus, wenn der Umlenkabschnitt eine Umlenkung um (zumindest an nähernd) 180 Grad bewirkt.

[0029] Die Heizleiterschicht ist vorzugsweise eine flächig auf dem Substrat abgeschiedene und ggf. anschließend unter Materialabtrag strukturierte Schicht. Dies ermöglicht eine vergleichsweise kostengünstige Herstellung der Heizleiterbahn bzw. der Heizleiterbahnen. Die Heizleiterschicht kann bevorzugt durch ein thermisches Spritzverfahren auf dem Substrat aufgebracht und anschließend (z.B. durch Laserbearbeitung) strukturiert sein. Grundsätzlich sind aber auch andere Verfahren, wie z.B. Druckverfahren, Gießverfahren oder Ähnliches zur Ausbildung der Heizleiterschicht denkbar. Ebenso sind andere Verfahren zur Strukturierung möglich, wie beispielsweise Ätzen, mechanisches Abtragen, Ultraschall oder Ähnliches. Die Heizleiterschicht ist bevorzugt aus einem elektrisch leitfähigen, insbesondere metallischen, Material gefertigt. Weiterhin kann die Heizleiterschicht über eine zwischengelagerte, elektrisch isolierende (und ggf. thermisch gut leitfähige) Zwischenschicht von dem Material des Substrates getrennt sein. Insbesondere kann die Heizleiterschicht beispielsweise aus einer Nickel-Chrom-Legierung gebildet sein und/oder über eine Aluminiumoxidschicht von dem Material des Substrates getrennt sein. Das Substrat kann vorzugsweise eine vergleichsweise gute thermische Leitfähigkeit aufweisen, insbesondere aus einem Metall gefertigt sein.

Die jeweilige Heizleiterbahn kann bevorzugt eine Breite von einigen Millimetern aufweisen, insbesondere eine Breite zwischen 2,5 mm und 5 mm, und eine Dicke (in der Richtung senkrecht zum Substrat) im Bereich von 5 µm bis 30 µm, insbesondere im Bereich von 10 µm bis 25 µm.

[0030] In einer konkreten Ausführungsform ist die elektrische Heizeinrichtung als Hochvolt-Heizung für eine Betriebsspannung im Bereich von vorzugsweise zwischen 150 Volt und 900 Volt, weiter vorzugsweise zwischen 200 Volt und 600 Volt ausgelegt. Es ist jedoch ggf. auch eine Auslegung bis über 1.000 Volt möglich. In diesem Fall kann die elektrische Heizeinrichtung besonders vorteilhaft beispielsweise in einem Elektro- oder Hybridfahrzeug zum Einsatz kommen, ohne dass aufwändige Spannungswandler erforderlich sind.

[0031] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0032] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die anhand der Abbildungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

[0033] **Fig. 1** eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen elektrischen Heizeinrichtung;

[0034] **Fig. 2** einen Abschnitt einer Heizleiterschicht gemäß einem Vergleichsbeispiel;

[0035] **Fig. 3** einen Abschnitt analog **Fig. 2** gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel; und

[0036] **Fig. 4** einen Abschnitt analog **Fig. 2** und **Fig. 3** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0037] In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleichwirkende Teile dieselben Bezugsziffern verwendet.

[0038] **Fig. 1** zeigt einen schematischen Schnitt einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung. Diese umfasst ein Substrat **10**, eine (unmittelbar) auf dem Substrat **10** angeordnete elektrisch isolierende Schicht **11**, eine (unmittelbar) auf der elektrisch isolierenden Schicht **11** angeordnete Heizleiterschicht **12** sowie eine (unmittelbar) auf der Heizleiterschicht **12** angeordnete Isolierschicht **13**. Elektrisch isolierende Schicht **11** und Isolierschicht **13** sind nur optional. Die elektrisch isolierende Schicht **11** ist insbesondere dann vorgesehen, wenn das Substrat **10** aus einem leitfähigen Material, z.B. Metall, ausgebildet ist.

[0039] Die elektrische Heizeinrichtung gemäß **Fig. 1** ist dazu ausgelegt, in einem Fahrzeug ein Fluid zu beheizen. Das Fluid kann dabei insbesondere durch zu beheizende Luft oder durch eine Flüssigkeit in einem Flüssigkeitskreislauf des Fahrzeugs gebildet

sein. Die elektrische Heizeinrichtung ist dabei insbesondere als eine Hochvolt-Heizung für einen Betrieb mit einer Betriebsspannung im Bereich zwischen 150 Volt und 900 Volt, insbesondere im Bereich zwischen 200 Volt und 600 Volt ausgelegt. Es ist jedoch beispielsweise auch eine Auslegung bis über 1.000 Volt möglich.

[0040] Das Substrat **10** ist insbesondere gleichzeitig als ein Wärmetauscher zum Übertragen einer freigesetzten Heizleistung auf das zu erwärmende Fluid ausgebildet. Insbesondere kann eine (nicht dargestellte) Unterseite mit einer Mehrzahl von Wärmetauscherrippen und/oder Kanälen versehen sein, über die das zu erwärmende Fluid geleitet wird. Das Substrat **10** kann vorzugsweise (in herstellungstechnisch kostengünstiger Weise) aus einem metallischen Material mit einem hohen Wärmeübertragungskoeffizienten gebildet sein, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, das Substrat **10** aus einem elektrisch isolierenden Material mit hoher thermischer Leitfähigkeit zu fertigen, wie insbesondere aus einer entsprechenden Keramik.

[0041] Die elektrisch isolierende Schicht **11** weist vorzugsweise eine hohe thermische Leitfähigkeit auf. Weiterhin ist die elektrisch isolierende Schicht **11** vorzugsweise aus Aluminiumoxid gebildet. Weiterhin kann die elektrisch isolierende Schicht **11** in einem thermischen Spritzverfahren auf dem Substrat **10** abgeschieden sein. Insbesondere in dem Fall, dass das Substrat aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet ist, kann die elektrisch isolierende Schicht **11** beispielsweise auch durch gezieltes Oxidieren der Oberfläche des Substrates **10** gebildet werden. Die elektrisch isolierende Schicht **11** ist dazu ausgebildet, das Substrat **10** elektrisch gegenüber der Heizleiterschicht **12** zu isolieren (gleichzeitig jedoch eine gute Wärmeübertragung auf das Material des Substrates **10** zu ermöglichen).

[0042] Die Heizleiterschicht **12** ist vorzugsweise auf dem Substrat **10** (bzw. auf der isolierenden Schicht **11**) abgeschieden. Die Heizleiterschicht **12** kann aus einem metallischen Material (insbesondere aus einer Nickel-Chrom-Legierung) ausgebildet sein. Bevorzugt ist die Heizleiterschicht **11** in einem thermischen Spritzverfahren abgeschieden. Alternativ ist es aber beispielsweise auch möglich, die Heizleiterschicht **11** in einem Druck- oder Gießverfahren abzuscheiden.

[0043] Die Heizleiterschicht **12** ist derart strukturiert, dass zumindest eine Heizleiterbahn ausgebildet ist, die dazu ausgelegt ist, ohmsche Wärme freizusetzen, wenn zwischen ihren entgegengesetzten Enden eine elektrische Spannung angelegt wird. Grundsätzlich kann die Heizleiterbahn wie in WO 2013/186106 A1 beschrieben, strukturiert sein (abgesehen von den

im Nachfolgenden noch näher zu beschreibenden Zweigbahnen im Bereich der Umlenkabschnitte).

[0044] In einem Randbereich der elektrischen Heizeinrichtung können Anschlüsse zum Verbinden der Heizleiterbahnen mit einer elektrischen Leistungsversorgung vorgesehen sein. Derartige Anschlüsse können elektrisch voneinander isoliert (beispielsweise nebeneinander) über einem Rand des Substrates **10** angeordnet sein. Dabei kann ein erster Anschluss zum elektrischen Kontaktieren der Heizleiterbahn und Anlegen eines ersten elektrischen Potentials ausgebildet sein und ein zweiter Anschluss zum elektrischen Kontaktieren der Heizleiterbahn und Anlegen eines anderen, zweiten Potentials ausgebildet sein. Über die beiden Anschlüsse kann somit eine gewünschte Potentialdifferenz an die Heizleiterbahn angelegt werden.g

[0045] **Fig. 2** zeigt einen Ausschnitt eines Vergleichsbeispiels für eine Strukturierung der Heizleiterschicht **12**. Generell kann diese Heizleiterschicht so strukturiert sein, dass sie sich in einem bifilaren Muster auf dem Substrat **10** erstreckt.

[0046] Die Heizleiterschicht weist eine Heizleiterbahn **14** auf, die eine Vielzahl nebeneinander ausgebildeter Bahnabschnitte **15a**, **15b**, **15c** und **15d** umfasst. Die Bahnabschnitte **15a** bis **15d** sind durch Isolierunterbrechungen **16** voneinander getrennt und somit gegeneinander elektrisch isoliert. Die Isolierunterbrechungen können bevorzugt dadurch ausgebildet sein, dass die Heizleiterschicht **12** zunächst flächig auf dem Substrat **10** abgeschieden wird und im Bereich der Isolierunterbrechungen anschließend das Material der Heizleiterschicht **12** gezielt abgetragen wird, insbesondere durch Laserbearbeitung. In **Fig. 2** sind bevorzugte Stromflussrichtungen in der Heizleiterbahn **14** schematisch durch Pfeile dargestellt.

[0047] Die Isolierunterbrechungen **16** weisen vorzugsweise (über ihre Längserstreckung) eine (zumindest im Wesentlichen) gleichbleibende Breite auf. In dieser Weise wird erreicht, dass die Bahnabschnitte **15a** bis **15d** der Heizleiterbahn **14** die Oberfläche des Substrates großflächig überdecken können, so dass die zur Verfügung stehende Fläche möglichst optimal zur Ausbildung von Heizleistung bereitstellenden Bahnabschnitten ausgenutzt werden kann.

[0048] Die (gerade verlaufenden) Bahnabschnitte **15a** und **15b** bzw. **15c** und **15d** sind über Umlenkabschnitte **17a** und **17b** miteinander verbunden. In dem Umlenkabschnitt **17a** wird die Heizleiterbahn **14** (in einer Hauptebene) um (zumindest im Wesentlichen) 180 Grad umgelenkt, so dass die Leiterbahnabschnitte **15a**, **15b** (mit entgegengesetzter Stromflussrichtung) nur durch eine Isolierunterbrechung **16** getrennt nebeneinander und parallel zueinander verlaufen.

[0049] In dem Vergleichsbeispiel gemäß **Fig. 2** tritt im Bereich einer Innenkurve **18** des Umkehrabschnittes **17a** ein Bereich **19** mit einem vergleichsweise hohen Stromfluss auf, da sich der fließende elektrische Strom überwiegend den Weg des geringsten elektrischen Widerstandes sucht (bzw. den kürzesten Weg). Eine solche inhomogene Stromverteilung über den Querschnitt der Heizleiterbahn **14** führt zu einer starken lokalen Erhitzung in dem stärker von elektrischem Strom durchflossenen Bereich **19**, so dass dort das Risiko von „Hot-Spots“ existiert, die aufgrund einer starken Erhitzung die Lebensdauer der elektrischen Heizeinrichtung negativ beeinflussen können. Bei dem Vergleichsbeispiel gemäß **Fig. 2** können sich dabei Maximaltemperaturen von 254 C° ergeben.

[0050] Das Problem der Ausbildung unerwünschter „Hot-Spots“ wird durch die Ausbildung der Heizleiterschicht **12** gemäß **Fig. 3** (die eine erfindungsgemäße Ausführungsform der elektrischen Heizeinrichtung näher illustriert) gelöst bzw. zumindest abgemildert. Die Heizleiterschicht **12** gemäß **Fig. 3** kann insbesondere wie die Heizleiterschicht **12** gemäß **Fig. 2** (gemäß dem Vergleichsbeispiel) ausgebildet sein, mit den folgenden, näher erläuterten Unterschieden. Vor dem Umlenkabschnitt **17a** verzweigt sich ein erster Bahnabschnitt **15a**, so dass der elektrische Strom auf zwei voneinander isolierten (durch Zweigisolierunterbrechungen) Pfaden strömt. Dadurch wird die Stromverteilung auf effektive Art und Weise im Vergleich gemäßigt. An der Innenkurve **18** kann zwar immer noch ein Bereich **19** mit einer erhöhten Stromdichte auftreten. Dieser Bereich **19** ist jedoch weit weniger stark ausgeprägt als bei dem Vergleichsbeispiel gemäß **Fig. 2**. Insgesamt zweigt sich also der Bahnabschnitt **15a** in zwei Zweigabschnitte **21a**, **21b** auf. Diese Zweigabschnitte **21a**, **21b** vereinigen sich in der Ausführungsform gemäß **Fig. 3** am Ende des Umlenkabschnittes **17a**. Bei abgesehen von den Zweigabschnitten ansonsten gleicher Struktur wie im Vergleichsbeispiel gemäß **Fig. 2** ergibt sich eine deutlich niedrigere Maximaltemperatur von nur 226 C°.

[0051] **Fig. 4** zeigt einen Ausschnitt einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform der elektrischen Heizeinrichtung. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß **Fig. 3** zweigt sich hier der erste Bahnabschnitt **15a** in drei Zweigabschnitte **21a**, **21b** und **21c** auf (getrennt durch Zweig-Isolierunterbrechungen **20a**, **20b**). Dadurch kann die Stromverteilung weiter vergleichmäßiggt werden. Weiterhin ist in der Ausführungsform gemäß **Fig. 4** eine Wiedervereinigung der Zweigabschnitte **21a** bis **21c** erst in einem Abstand gegenüber einem Ende des Umlenkabschnittes **17a** vorgesehen. Anfang und Ende der Zweigabschnitte **21a** bis **21c** liegen also nebeneinander (bezogen auf die Stromrichtung). Dies kann

grundlegend auch bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 3** der Fall sein.

[0052] Bevorzugt ist es (wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** schematisch dargestellt), dass der innere Zweigabschnitt **21a** oder die beiden inneren Zweigabschnitte **21a** und **21b** (gemäß **Fig. 4**) schmäler ausgeführt sind wie der äußere (äußerste) Zweigabschnitt **21b** bzw. **21c** (zumindest im Durchschnitt). Dadurch wird ein vergleichsweise hoher Anteil des Stromes auf die weiter außenliegenden Zweigabschnitte oder den weiter außenliegenden Zweigabschnitt gezwungen, was der Entstehung eines „Hot-Spots“ im Bereich der Innenkurve **18** weiter entgegenwirkt.

[0053] Wie in **Fig. 1** schematisch dargestellt, kann auf der Heizleiterschicht **12** bzw. auf den entsprechend strukturierten Heizleiterbahnen **14** zumindest eine weitere Isolierschicht **13** ausgebildet sein, die die von dem Substrat **10** abgewandte Oberseite der Heizleiterschicht **12** bedeckt. Vorzugsweise ist die weitere Isolierschicht **13** insbesondere derart ausgebildet, dass sie auch die Isolierunterbrechungen **16**, **20** zwischen den Bahnabschnitten **15a** bis **15d** ausfüllt. In dieser Weise ist eine besonders gute Isolierung der Bahnabschnitte **15a** bis **15d** untereinander gewährleistet. Die weitere Isolierschicht **11** kann beispielsweise nach dem Strukturieren der Heizleiterschicht **12** auf der strukturierten Heizleiterbahn **14** abgeschieden werden. Das Abscheiden kann dabei beispielsweise bevorzugt durch ein thermisches Spritzverfahren, ein Gießverfahren oder ähnliches erfolgen. Insbesondere kann die weitere Isolierschicht **13** beispielsweise durch Aluminiumoxid gebildet werden, um eine gute elektrische Isolierung und gleichzeitig eine gute thermische Leitfähigkeit zu erzielen.

[0054] Vorzugsweise ist/sind auf der weiteren Isolierschicht **13** noch eine oder mehrere weitere Schichten aufgebracht. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, zumindest noch eine Sensorschicht zum Überwachen der Funktion der elektrischen Heizeinrichtung auszubilden.

[0055] Ein Abstand zwischen benachbarten Bahnabschnitten im Bereich des Umlenkabschnittes **17a** kann (lokal) verbreitert ausgebildet sein, so dass die Umlenkung der Heizleiterbahn **14** beispielsweise einen (im Wesentlichen) tropfenförmigen oder streichholzkopfförmigen Bereich **22** einschließt. Bei der konkret dargestellten Ausführungsform ist der eingeschlossene Bereich **22** mit einem der Bahnabschnitte, nämlich dem Bahnabschnitt **15b** elektrisch leitend verbunden (d.h. es ist zu diesem Leiter **15b** keine Unterbrechung der Heizleiterschicht ausgebildet). Es ist jedoch beispielsweise auch möglich, den eingeschlossenen Bereich **22** vollständig durch eine Isolierunterbrechung von den innenliegenden Bahnabschnitten zu trennen. Durch die lokalen Verbreiterungen des Abstandes zwischen den innenliegenden

Bahnabschnitten im Bereich des Umlenkabschnittes
17a wird ein übermäßiger Streckenunterschied zwischen Strompfaden am äußeren Rand der innenliegenden Bahnabschnitte und Strompfade am inneren Rand der innenliegenden Bahnabschnitte vermieden, so dass eine zu starke Konzentration des Stromflusses an der Innenseite an den Umlenkabschnitten weiter verhindert wird. Durch synergistisches Zusammenwirken mit den vorgesehenen Zweigabschnitten kann dadurch eine lokale Aufheizung effektiv vermieden werden.

[0056] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details, als erfundungswesentlich beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

Bezugszeichenliste

10	Substrat
11	elektrisch isolierende Schicht
12	Heizleiterschicht
13	Isolierschicht
14	Heizleiterbahn
15a	Bahnabschnitt
15b	Bahnabschnitt
15c	Bahnabschnitt
15d	Bahnabschnitt
16	Isolierunterbrechung
17a	Umlenkabschnitt
17b	Umlenkabschnitt
18	Innenkurve
19	Bereich
20	Zweig-Isolierunterbrechung
20a	Zweig-Isolierunterbrechung
20b	Zweig-Isolierunterbrechung
21a	Zweigabschnitt
21b	Zweigabschnitt
21c	Zweigabschnitt
22	Bereich

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2013/186106 A1 [0002, 0043]

Patentansprüche

1. Elektrische Heizeinrichtung für mobile Anwendungen, mit: einem Substrat (10) und einer auf dem Substrat (10) ausgebildeten Heizleiterschicht (12), wobei die Heizleiterschicht (12) zumindest eine Heizleiterbahn (14) aufweist, die auf dem Substrat (10) angeordnet ist, wobei die Heizleiterbahn (14) derart strukturiert ist, dass eine Vielzahl durch Isolierunterbrechungen (16) voneinander getrennter Bahnabschnitte (15a–15d) ausgebildet ist, wobei die Heizleiterbahn zumindest einen Umlenkabschnitt (17a) aufweist, an dem die Heizleiterbahn (14) umgelenkt ist und der zwischen einem ersten (15a) und einem zweiten (15b) Bahnabschnitt angeordnet ist, wobei der erste (15a) und der zweite (15b) Bahnabschnitt eine im Vergleich zum Umlenkabschnitt geringere Krümmung aufweisen, insbesondere zumindest im Wesentlichen gerade ausgebildet sind, wobei sich die Heizleiterbahn in dem ersten Bahnabschnitt (15a) oder in dem Umlenkabschnitt (17c) in mindestens zwei durch eine oder mehrere Zweig-Isolierunterbrechungen (20) voneinander getrennte Zweigbahnen (21a, 21b) aufzweigt, wobei sich die Zweigbahnen (21a, 21b) in dem zweiten Bahnabschnitt (15b) oder in dem Umlenkabschnitt (17a) wieder vereinigen.

2. Elektrische Heizeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass erster (15a) und zweiter (15b) Bahnabschnitt zumindest abschnittsweise parallel zueinander verlaufen und/oder dass der Umlenkabschnitt (17a) eine Umlenkung um, zumindest ungefähr, 180° bewirkt.

3. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine innere Zweigbahn (21a) gegenüber einer äußeren Zweigbahn (21b) zumindest im Durchschnitt und/oder zumindest abschnittsweise, vorzugsweise durchgängig, schmäler ausgebildet ist.

4. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Zweigbahnen (21a, 21b) über maximal 70 %, vorzugsweise maximal 30 %, weiter vorzugsweise maximal 15 % und/oder mindestens 5 %, vorzugsweise mindestens 10 %, des ersten und/oder zweiten Bahnabschnittes erstrecken.

5. Elektrische Heizeinrichtung einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wobei sich die Heizleiterbahn (16) in dem ersten Bahnabschnitt (15a) oder in dem Umlenkabschnitt (17a) in mindestens drei durch Zweig-Isolierunterbrechungen (20) voneinander getrennte Zweigbahnen (21a, 21b, 21c) aufzweigt, wobei sich die Zweigbahnen (21a, 21b, 21c) in dem zweiten Bahnabschnitt (15a) oder in dem Umlenkabschnitt (17a) wieder vereinigen.

6. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zweigbahnen (21a, 21b) auf gleicher Höhe gegenüber einer Oberfläche des Substrats angeordnet sind und/oder eine gleiche Dicke senkrecht zu der Oberfläche des Substrats aufweisen.

7. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Abstand zwischen benachbarten Bahnabschnitten mit zueinander entgegengesetzten Stromflussrichtungen im Bereich des Umlenkabschnittes (17a) lokal verbreitert ausgebildet ist und/oder dass sich die zumindest eine Heizleiterbahn (14) in einem bifilaren Muster auf dem Substrat (10) erstreckt.

8. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizleiterbahn mindestens zwei oder mindestens drei Umlenkabschnitte (17a, 17b) aufweist.

9. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizleiterschicht (12) zumindest 80 % der Substratoberfläche bedeckt, bevorzugt zumindest 85 % der Substratoberfläche und/oder wobei in den Isolierunterbrechungen (16) ein elektrisch isolierendes Material angeordnet ist und/oder die Heizleiterbahn (15) derart ausgebildet ist, dass zumindest über einen überwiegenden Anteil ihrer Länge jeweils zwei Bahnabschnitte mit gleichgerichteter Stromflussrichtung benachbart und parallel zueinander verlaufen und/oder die Heizleiterbahn (15) derart ausgebildet ist, dass sie über einen überwiegenden Anteil ihrer Länge gerade verläuft, und/oder wobei auf der Heizleiterschicht (12) zumindest eine weitere Schicht (13), insbesondere Isolierschicht, ausgebildet ist.

10. Elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Heizeinrichtung eine Kfz-Heizeinrichtung ist.

11. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, umfassend eine elektrische Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

12. Verwendung einer elektrischen Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

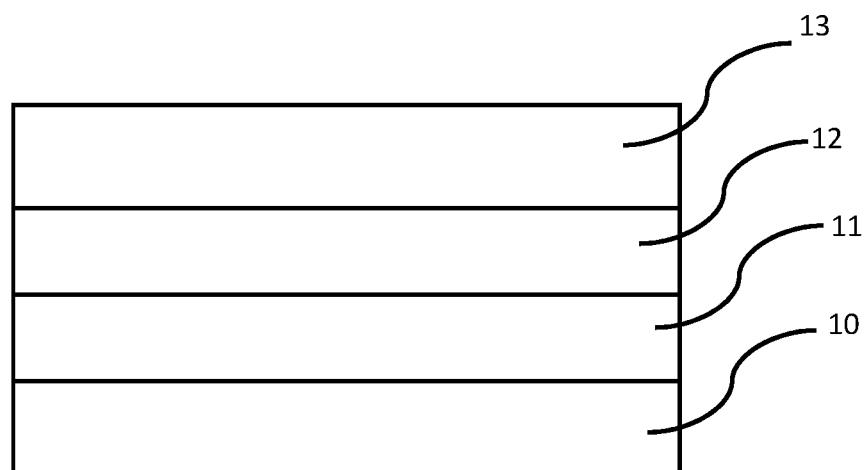


Fig. 1

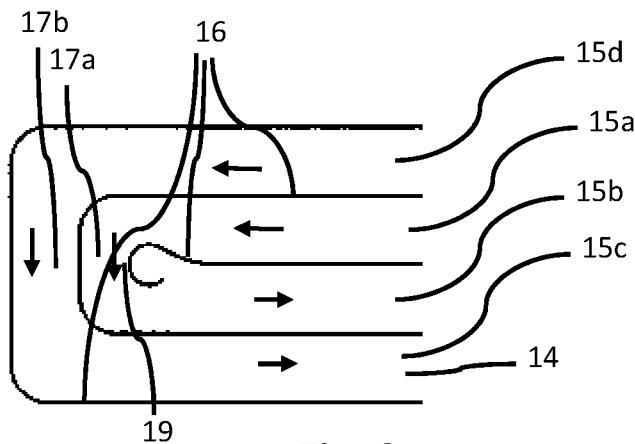


Fig. 2

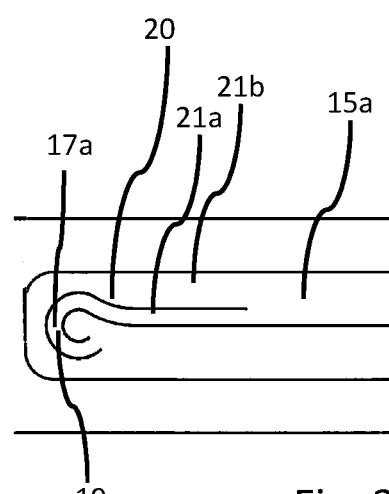


Fig. 3

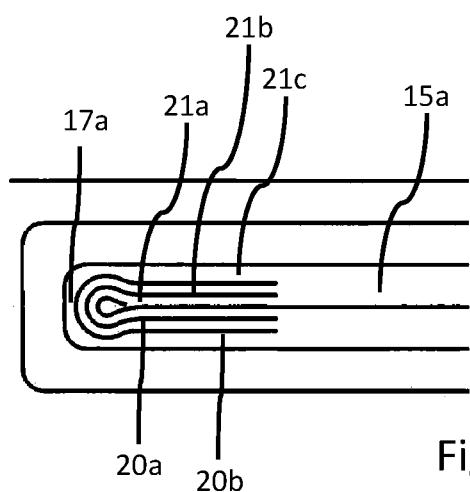


Fig. 4