



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2013 Patentblatt 2013/20

(51) Int Cl.:
H05B 3/56 (2006.01) H05B 3/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12191910.4**

(22) Anmeldetag: **09.11.2012**

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

(72) Erfinder: **Brodmann, Jürgen**
01900 Großröhrsdorf (DE)

(74) Vertreter: **Carlsohn, Alexander**
Patentanwälte
Riechelmann & Carlsohn
Wiener Strasse 91
01219 Dresden (DE)

(30) Priorität: **11.11.2011 DE 102011055259**

(71) Anmelder: **SUMIDA flexible connections GmbH**
01454 Radeberg (DE)

(54) **Heizband**

(57) Die Erfindung betrifft ein Heizband, umfassend zumindest zwei parallel zueinander verlaufende flache Leiterbahnen (4) aus einem elektrisch leitfähigen Material und eine Trägerschicht (3) aus einem isolierenden Material, wobei die Leiterbahnen (4) voneinander beab-

standet auf einer Flächenseite der Trägerschicht (3) angeordnet sind und das Heizband (1) ferner Stege (5) aufweist, die zumindest zwei Leiterbahnen (4) elektrisch leitend miteinander verbinden. Dabei ist vorgesehen, dass die Stege (5) aus einem Material bestehen, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält.

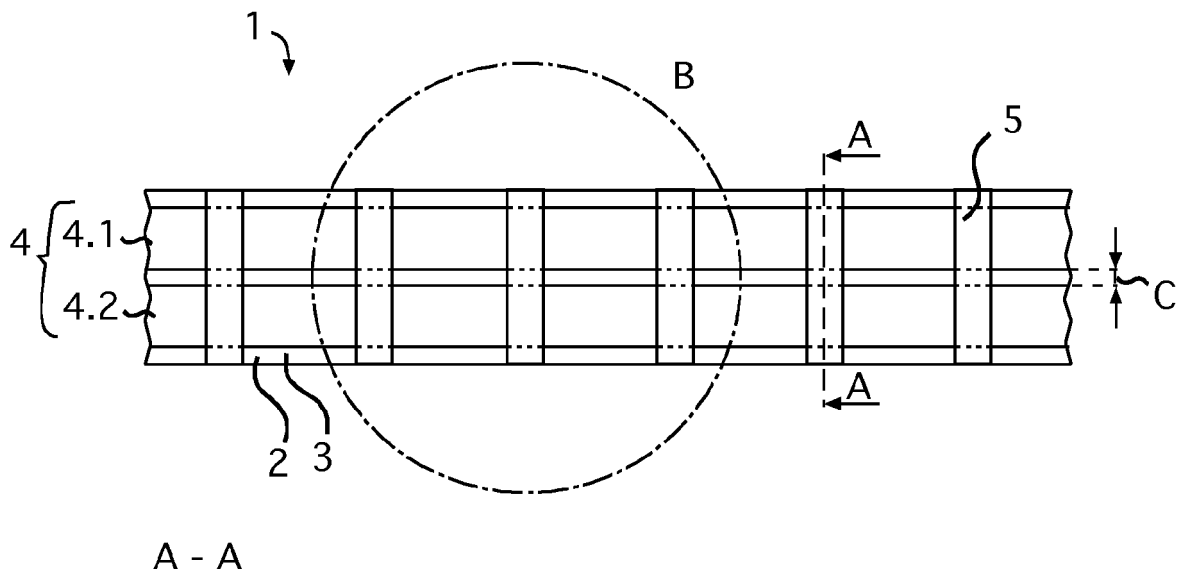


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Heizband und ein Verfahren zur Herstellung des Heizbandes. Das Heizband ist insbesondere als Heizvorrichtung oder Widerstandsnetzwerk geeignet.

[0002] Das Erwärmen von Substanzen mittels Heizvorrichtungen ist seit langem und in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen bekannt. Dem Konsumenten ist insbesondere die Anwendung von Heizvorrichtungen im Haushalt und in Kraftfahrzeugen geläufig. In vielen Fällen ist es dabei erforderlich, Flüssigkeiten, insbesondere Lösungen, am Einfrieren zu hindern oder ein rasches Auftauen einer eingefrorenen Flüssigkeit zu bewirken.

[0003] Nachteil bekannter Heizvorrichtungen ist deren geringe Flexibilität, ihr hohes Gewicht, die hohe erforderliche Spannung von typischerweise 220 V und ihr hoher Preis. Im Hinblick auf diese Eigenschaften erfordern die bekannten Heizvorrichtungen überdies komplexe und damit teure Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0004] Ferner ist die Anpassung bekannter Heizvorrichtungen sowohl hinsichtlich ihres Gesamtwiderstandes als auch an spezielle Aufgaben nicht oder nur eingeschränkt möglich. Beispielsweise werden für den Transport von Hamstoff-Lösungen, der in den Abgasstrom von Diesel-Motoren eingespritzt werden soll, beheizbare Schläuche verwendet. Die Hamstoff-Lösung wird in diesen Schläuchen mittels Heizdrähten erwärmt, die in ein Isolationsmaterial wie Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) eingebettet sind. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass das Isolationsmaterial aufgrund des Kontaktes mit der Hamstoff-Lösung zu quellen beginnt, was die Lebenserwartung des beheizbaren Schlauches senkt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen. Es soll insbesondere ein Heizband angegeben werden, das eine hohe Flexibilität, leichte Einstellbarkeit des Gesamtwiderstandes, ein geringes Gewicht sowie einen vergleichsweise niedrigen Preis besitzt. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Heizbandes angegeben werden.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 10 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindungen ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

[0007] Nach Maßgabe der Erfindung ist ein Heizband vorgesehen, das zumindest zwei parallel zueinander verlaufende flache Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material und eine Trägerschicht aus einem isolierenden Material umfasst, wobei die Leiterbahnen voneinander beabstandet auf einer Flächenseite der Trägerschicht angeordnet sind und das Heizband ferner Stege aufweist, die zumindest zwei Leiterbahnen elektrisch leitend miteinander verbinden, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege aus einem Material bestehen, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält.

[0008] Sind mehr als zwei Leiterbahnen vorgesehen, so können alle Leiterbahnen über Stege aus dem Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, miteinander verbunden sein. Beispielsweise können sich alle oder ein Teil der Stege über alle Leiterbahnen erstrecken. Erstreckt sich nur ein Teil der Stege über alle Leiterbahnen, so kann der andere Teil der Stege jeweils zwei nebeneinanderliegenden Leiterbahnen miteinander verbinden, wobei dieser Teil der Stege unterschiedliche Leiterbahnen verbinden kann, sofern diese nebeneinanderliegen. Ebenso kann vorgesehen sein, dass sich alle Stege nur über zwei nebeneinanderliegende Leiterbahnen erstrecken, wobei jede Leiterbahn des Heizbandes zumindest mit einer benachbarten Leiterbahn über Stege verbunden ist. Das bedeutet im Fall eines Heizbandes mit drei Leiterbahnen, dass ein erster Teil der Stege die erste und zweite Leiterbahn miteinander verbindet und ein zweiter Teil die zweite und dritte Leiterbahn miteinander verbindet. Bei einem Heizband mit vier Leiterbahnen verbindet ein dritter Teil der Stege die dritte und vierte Leiterbahn miteinander.

[0009] Der Ausdruck "flache Leiterbahn" bezieht sich auf eine Leiterbahn mit im Wesentlichen rechteckigem Querschnitt, wobei die Höhe der Leiterbahn geringer als die Breite der Leiterbahn ist. Die Kanten einer Leiterbahn können abgerundet sein.

[0010] Die Kohlenstoff-Nanoteilchen sind vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt, die aus Graphen, Kohlenstoff-Nanoröhrchen und Kombinationen davon besteht. Die Größe der Nanoteilchen liegt typischerweise zwischen 0,2 und 100 nm.

[0011] Graphen ist einlagiges Graphit.

[0012] Kohlenstoff-Nanoröhrchen, die auch als Carbon Nanotubes (CNT) bezeichnet werden, sind röhrenförmige Gebilde, deren Enden offen oder geschlossen sein können. In der vorliegenden Erfindung können die Kohlenstoff-Nanoröhrchen ein- oder zweiwandig sein. Bei zweiwandigen Kohlenstoff-Nanoröhrchen sind die einzelnen Röhrchen konzentrisch angeordnet.

[0013] Vorzugsweise sind die Stege aus Kohlenstoff-Nanoteilchen gebildet, d.h. die Stege bestehen aus Kohlenstoff-Nanoteilchen. In diesem Fall enthält das Material, aus dem die Stege gebildet sind, ausschließlich Kohlenstoff-Nanoteilchen. Mit anderen Worten, das Material, aus dem die Stege bestehen, enthält 100 Gew.-% oder annähernd 100 Gew.-% Kohlenstoff-Nanoteilchen, jeweils bezogen auf das Material. Mit dem Begriff "annähernd" soll ausgedrückt werden, dass das Material Spuren anderer Bestandteile als Kohlenstoff-Nanoteilchen enthalten kann.

[0014] Das Material, aus dem die Stege gebildet sind, kann neben den Kohlenstoff-Nanoteilchen weitere Komponenten enthalten. Bei diesen Komponenten kann es sich beispielsweise um Verbindungen mit temperaturabhängigem physikalischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Dichte, handeln. Beispiele solcher Verbindungen sind Kunststoffe wie

Polyamide.

[0015] Enthält das Material neben den Kohlenstoff-Nanoteilchen weitere Komponenten, so sollte der Anteil der Kohlenstoff-Nanoteilchen wenigstens 50 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Material, aus dem die Stege gebildet sind, betragen. Ein solcher Anteil ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die elektrischen Eigenschaften der Stege erhalten bleiben.

[0016] Bevorzugt weisen die Stege eine Dicke auf, die 10 bis 1000 nm, stärker bevorzugt 100 bis 500 nm und besonders bevorzugt 150 bis 250 nm beträgt. Über die Dicke der Stege kann der Widerstand zwischen den Leiterbahnen fließend variiert werden, bis der gewünschte Widerstandswert erreicht ist.

[0017] Bevorzugt haben die Stege eine Stegbreite, die 1 bis 20 mm, stärker bevorzugt 1 bis 10 mm und besonders bevorzugt 1 bis 6 mm beträgt. Die Stege sind vorzugsweise voneinander beabstandet. Besonders bevorzugt sind die Stege gleichmäßig voneinander beabstandet. Alternativ können sie unterschiedliche Abstände aufweisen. Der Abstand zwischen benachbarten Stegen beträgt bevorzugt 1 bis 20 mm, stärker bevorzugt 2 bis 15 mm und besonders bevorzugt 4 bis 12 mm.

[0018] Zweckmäßigerweise sind die Stege quer zur Längsachse der Leiterbahnen ausgebildet. Alternativ können ein oder mehrere Stege die Längsachsen der Leiterbahnen auch in einem anderen Winkel als 90° schneiden, so lange sie nicht parallel zu den Leiterbahnen verlaufen.

[0019] Die Stege können eine beliebige Form aufweisen. Vorzugsweise sind die Stege flach, d. h. sie haben einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt. Die Stege können gerade Stege sein. Ebenso können sie meanderförmig verlaufende Stege sein. Mittels meanderförmiger Stege kann die Länge gegenüber geraden Stegen erhöht werden, die die Elektronen zurücklegen müssen, wodurch sich auch der Widerstand des Steges vergrößert.

[0020] Die Stege können sich über die gesamte Breite der Trägerschicht erstrecken. Es kann jedoch ausreichend sein, wenn sich die Stege von einer Leiterbahn zur benachbarten Leiterbahn erstrecken. Sind mehr als zwei Leiterbahnen vorgesehen, so können sich die Stege über alle Leiterbahnen oder nur einen Teil der Leiterbahnen erstrecken.

[0021] Das erfindungsgemäße Heizband kann eine Deckschicht aus einem isolierenden Material umfassen, wobei dann die Leiterbahnen und die Stege zwischen der Trägerschicht und der Deckschicht angeordnet sind. Bei der Deckschicht kann es sich beispielsweise um eine Kunststoffolie oder einen Lack handeln. Bei dem Lack kann es sich beispielsweise um einen Purethan-Lack handeln.

[0022] Die Trägerschicht ist zweckmäßigerweise eine Kunststoffolie.

[0023] Werden die Leiterbahnen mit Strom versorgt, so wandeln die Kohlenstoff-Nanoteilchen die über die Leiterbahnen zugeführte elektrische Energie in Wärmeenergie um. Diese Wärmeenergie kann dann zum Erwärmen beispielsweise von Flüssigkeiten, wie Lösungen, genutzt werden.

[0024] Das erfindungsgemäße Heizband kann ein Flachbandkabel sein, das eine Trägerschicht aus einem isolierenden Material und zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material aufweist. Die Leiterbahnen befinden sich dabei auf einer Flächenseite der Trägerschicht und sind durch Stege, die aus Kohlenstoff-Nanoteilchen oder einem Material bestehen, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält miteinander verbunden. Im Gegensatz zu typischen Flachbandkabeln (FFC) weisen die erfindungsgemäßen Heizbänder nicht zwingend eine Deckschicht in Form einer Kunststoffolie auf, auch wenn dies möglich ist. Anstatt einer Kunststoffolie kann eine Lackschicht vorgesehen sein oder gänzlich auf eine Deckschicht verzichtet werden.

[0025] Das erfindungsgemäße Heizband zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität, ein geringes Gewicht sowie einen vergleichsweise niedrigen Preis aus. Ein besonderer Vorteil liegt darin, dass der Gesamtwiderstand des Heizbandes durch Zuschneiden eingestellt werden kann. Wird beispielsweise das Heizband als Rollenware hergestellt, so kann über die Länge des von der Rolle abgeschnittenen Segmentes eingestellt werden, welchen Gesamtwiderstand das Heizband hat. Die Länge des Heizbandes ist proportional zum Gesamtwiderstand des Heizbandes. Dazu ist es besonders vorteilhaft, wenn die Stege äquidistant von einander beabstandet sind. Ebenso ist es möglich, die Zahl der Stege pro Längeneinheit des Heizbandes festzulegen. Ist der Widerstandswert der Stege bekannt, ist es einfach möglich, den gewünschten Gesamtwiderstand zu erhalten, indem das Heizband auf eine Länge zugeschnitten wird, dass die Anzahl von Stegen aufweist, deren Widerstandswerte in der Summe den gewünschten Gesamtwiderstand ergeben.

[0026] Das erfindungsgemäße Heizband ist insbesondere als Heizvorrichtung für Diesel-Motoren, deren Stickoxidgehalt im Abgas mittels selektiver-katalytischer Reduktion (SCR) gesenkt werden soll. Insbesondere kann die für die SCR erforderliche Harnstoff Lösung mittels eines erfindungsgemäßen Heizbandes beheizt werden, um so die erforderliche Temperatur der Lösung zum Einspritzen in den Abgasstrom sicherzustellen. Dazu kann das Heizband beispielsweise auf die äußere Mantelfläche des Schlauches aufgebracht werden, durch den die Harnstoff-Lösung aus einem Vorratsbehälter zu der Einspritzstelle transportiert wird. Das Heizband kann dabei um den Schlauch gewickelt werden oder auch, bezogen auf seine Längsachse, parallel zur Längsachse des Schlauches aufgebracht werden.

[0027] Ebenso kann das Heizband zum Beheizen von Leitungen, Behältern, dünnwandigen Elemente wie Glasscheiben, beispielsweise Scheiben von Fahrzeugen, usw. eingesetzt werden. Derartige Leitungen oder Behälter können beispielsweise Flüssigkeiten enthalten, die unter Einwirkung von Wärme ihren Aggregatzustand von fest nach flüssig verändern. Die Heizbänder werden dabei vorteilhafterweise auf den zu erwärmenden Gegenstand aufgebracht. Dünn-

wandige Elemente, beispielsweise Glasscheiben, können mittels der Heizbänder vor dem Einfrieren oder Beschlagen geschützt werden.

[0028] Unter einem dünnwandigen Element wird in der vorliegenden Erfindung ein Element verstanden, dessen Ausdehnung in einer Flächenrichtung größer als die Ausdehnung in Dickenrichtung ist. Beispielsweise kann die Ausdehnung in Flächenrichtung mehr als das Dreifache, mehr als das Fünffache oder mehr als das Zehnfache der Ausdehnung in Dickenrichtung beträgt.

[0029] Das erfindungsgemäße Heizband kann mit jeder beliebigen Gleich- oder Wechselspannung betrieben werden. Die Spannung ist nur durch die Spannungsfestigkeit der Träger- und, falls vorhanden, der Deckschicht begrenzt. Die Spannung kann variiert werden, um die Gesamtleistung des Heizbandes zu verändern. Aufgrund der geringen Spannung, die erforderlich ist, um das erfindungsgemäße Heizband zu betreiben, kann das Heizband beispielsweise mit Solarenergie betrieben werden. Dazu kann das Heizband beispielsweise mit Solarzellen mit Strom versorgt werden. Soll beispielsweise eine Glasscheibe mit dem Heizband vor Frost geschützt werden, so können Solarzellen, die an der Glasscheibe angebracht sind, den Strom bereitstellen, mit dem das Heizband die Glasscheibe erwärmt.

[0030] Die elektrische Leistung P pro Steg kann mit der nachstehenden Gleichung berechnet werden:

$$P = I^2 * R_{ges} / N = U * I_{ges} / N = U^2 / (R_{ges} * N)$$

wobei

I_{ges} = Gesamtstromstärke in A

R_{ges} = Gesamtwiderstand in Ω

U = Spannung in Volt

N = Anzahl Stege

[0031] Die Trägerschicht ist vorzugsweise eine bahn- oder streifenförmige Kunststoffolie. Vorzugsweise besteht sie aus Polyimid, Polyethylenphthalat (PEN), Polyamid oder Polyester. Die Kunststoffolie kann eine faserverstärkte Kunststoffolie sein.

[0032] Die Dicke der Trägerschicht beträgt vorzugsweise 10 oder mehr Mikrometer. Ihre Breite beträgt vorzugsweise 2 oder mehr mm. Ein Beispiel für ein kommerziell verfügbares Polyimid ist Kapton (Hersteller: DuPont).

[0033] Ist eine Deckschicht vorgesehen und ist die Deckschicht eine Kunststoffolie, so besteht sie vorzugsweise aus Polyimid, Polyethylenphthalat (PEN), Polyamid oder Polyester, wobei Polyimid besonders bevorzugt ist.

[0034] Die Dicke der Deckschicht beträgt vorzugsweise 10 oder mehr Mikrometer. Ist eine Kunststoffolie als Deckschicht vorgesehen so besteht sie vorzugsweise aus demselben Material wie die Trägerschicht. Ist die Deckschicht aus einem Lack gebildet, so kann jeder Lack verwendet werden, der den Temperaturanforderungen standhält, beispielsweise ein Lack aus einem Material auf Silikonbasis. Im Falle eines Lackes hat die Deckschicht vorzugsweise eine Schichtdicke von 20 bis 50 Mikrometer. Sie kann beispielsweise durch Sprühen, Spritzen oder Extrusion aufgetragen werden.

[0035] Das Material und die Dicke der Deckschicht und das Material und die Dicke der Trägerschicht werden so ausgewählt, dass die Flächenseite des erfindungsgemäßen Heizbandes, die bei dessen Anwendung die wärmeabführende Flächenseite sein soll, einen besseren Wärmedurchgang besitzt, als die andere Flächenseite. Ist beispielsweise das erfindungsgemäße Heizband mit seiner Trägerschicht auf den Schlauch zur Führung der Hamstoff-Lösung einer SCR-Anlage aufgebracht, so ist die Trägerschicht die wärmeabführende Seite. Die Trägerschicht weist dann vorzugsweise einen besseren Wärmedurchgang als die Deckschicht auf.

[0036] Die Leiterbahnen bestehen vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium, wobei Kupfer bevorzugt ist. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Leiterbahnen ist vorzugsweise in Abhängigkeit von der Ausdehnung des Widerstandes in Querrichtung zur Längsrichtung der Leiterbahnen bestimmt. Die Leiterbahnen haben vorzugsweise einen in etwa rechteckigen Querschnitt. Der Ausdruck "in etwa rechteckiger Querschnitt" der Leiterbahnen soll sowohl Leiterbahnen mit rechteckigem Querschnitt als auch Leiterbahnen mit einem Querschnitt bezeichnen, der von einem idealen rechteckigen Querschnitt abweicht, indem er beispielsweise abgerundete Ecken besitzt. Die Dicke der Leiterbahnen beträgt vorzugsweise 10 oder mehr Mikrometer. Die Leiterbahnen sind vorzugsweise von den Längsrändern der Kunststoffolie beabstandet. Vorzugsweise haben die Leiterbahnen dieselben Dimensionen und bestehen aus demselben Material, dies ist jedoch nicht erforderlich.

[0037] In einer Ausführungsform der Erfindung sind die Leiterbahnen auf die Flächenseite der Trägerschicht aufgeklebt. Dazu kann die Trägerschicht mit einer Klebstoffschicht beschichtet sein. Bei dem Klebstoff kann es sich um eine klebende Masse auf einer Poly(meth)acrylat-Basis handeln. Die Dicke der Klebstoffschicht liegt vorzugsweise zwischen 10 und 80 Mikrometer. Vorzugsweise wird die Klebstoffschicht vollflächig auf eine Flächenseite der Kunststoffolie aufgebracht,

dies ist jedoch nicht erforderlich. Die Befestigung der Leiterbahnen an der Kunststoffschicht kann auch mittels anderer, dem Fachmann bekannter Verfahren erfolgen, die ihm beispielsweise aus der Herstellung von FFC bekannt sind.

[0038] Die Dicke und Breite der Kunststoffolie, der Leiterbahnen und, falls vorhanden, der Klebstoffschicht kann der Fachmann beispielsweise auf Basis seiner Kenntnis aus der Herstellung von FFC bestimmen.

[0039] Das erfindungsgemäße Heizband kann weitere Bestandteile, beispielsweise ein Gehäuse umfassen, dies ist jedoch nicht erforderlich.

[0040] Nach Maßgabe der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Heizbandes vorgesehen, bei dem ein Material, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, zur Ausbildung der Stege mittels Sprühens oder Druckens auf die Flächenseite der Trägerschicht, auf der die Leiterbahnen angeordnet sind, aufgebracht wird.

[0041] Die Flächenseite, auf die zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht sind, wird im Folgenden als "bestückte Oberfläche" bezeichnet. Dabei werden die Leiterbahnen als Teil der bestückten Oberfläche angesehen. Mit anderen Worten, die bestückte Oberfläche umfasst die Breitseiten der Leiterbahnen, die der Trägerschicht abgewandt sind und die nicht von den Leiterbahnen bedeckten Bereiche dieser Flächenseite der Trägerschicht.

[0042] Vorzugsweise umfasst das Verfahren folgende Schritte:

(1a) Bereitstellen einer Trägerschicht mit einer Flächenseite, auf die zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht sind (bestückte Oberfläche). Dabei kann es sich um ein Flachbandkabel handeln, das keine Deckschicht aufweist.

(1b) Aufbringen einer Schicht aus einem Material, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, auf die bestückte Oberfläche. Dabei wird zweckmäßigerweise eine Schicht aus Kohlenstoff-Nanoteilchen ausgebildet.

(1c) Ausbilden der Stege unter Entfernen der Schicht von der bestückten Oberfläche in den Bereichen, in denen keine Stege ausgebildet werden sollen. Das Entfernen der Schicht wird vorzugsweise durch Verdampfen des Kohlenstoffes der Kohlenstoff-Nanoteilchen unter Verwendung eines Lasers vorgenommen.

[0043] Alternativ kann das erfindungsgemäße Verfahren folgende Schritte umfassen:

(2a) Bereitstellen einer Trägerschicht mit einer Flächenseite, auf die zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht sind (bestückten Oberfläche). Dabei kann es sich um ein Flachbandkabel handeln, das keine Deckschicht aufweist.

(2b) Aufbringen einer Maske, die Öffnungen in den Bereichen aufweist, in denen Stege ausgebildet werden sollen, auf die bestückte Oberfläche. Bei der Maske kann es sich beispielsweise um Klebestreifen handeln, die auf die Bereiche der Trägerschicht und der Leiterbahnen aufgeklebt werden, auf denen keine Stege ausgebildet werden sollen.

(2c) Aufbringen einer Schicht aus dem Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, auf die Oberseite der Maske unter Ausbildung der Stege. Anschließend kann die Maske entfernt werden.

[0044] In einer dritten Variante kann das erfindungsgemäße Verfahren folgende Schritte umfassen:

(3a) Bereitstellen eines Flachbandkabels, wobei zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen aus einem elektrisch leitfähigen Material in eine Hülle aus einem isolierenden Material eingebettet sind;

(3b) Entfernen des isolierenden Materials von einer Flächenseite des Flachbandkabels zumindest in den Bereichen, in denen Stege ausgebildet werden sollen; und

(3c) Aufbringen einer Schicht aus dem Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, in Bereichen, in denen das isolierende Material entfernt worden ist, unter Ausbildung der Stege.

[0045] In Schritt (3b) kann das isolierende Material nur dort entfernt werden, wo später Stege ausgebildet werden sollen. Alternativ kann das isolierende Material auch über die gesamte Länge des Flachbandkabels entfernt werden, so dass die Leiterbahnen vollständig freiliegen.

[0046] Ist das isolierende Material in Schritt (3c) über die gesamte Länge des Flachbandkabels entfernt worden, so kann die Ausbildung der Stege dann durch Abtragen der Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen in den Bereichen, in

denen keine Stege ausgebildet werden sollen, erfolgen. Alternativ kann die Beschichtung mit der Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen mittels einer Maske erfolgen.

[0047] Zweckmäßigerweise wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren das Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, als Suspension bereitgestellt. Auf diese Weise ist es möglich, das Material auf die Trägerschicht aufzusprühen.

[0048] Das erfindungsgemäße Verfahren kann als kontinuierliches Verfahren in einer Anlage ausgeführt werden.

[0049] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Trägerschicht mit den Leiterbahnen als Band auf einer ersten Rolle bereitgestellt, wobei jeweils ein Abschnitt von der Rolle abgerollt wird, gespannt und nach dem Ausführen der Schritte (a) bis (c) der drei alternativen Verfahren der so erhaltene bestückte Abschnitt auf eine zweite Rolle aufgewickelt wird. Auf diese Weise wird das erfindungsgemäße Heizband in Rollenform erhalten. Von dieser Rolle kann jeweils ein Segment mit der vom Anwender gewünschten Zahl von Stegen abgewickelt und durch einen Schnitt quer zur Längsachse der Leiterbahnen abgetrennt werden. Die Bereitstellung der erfindungsgemäßen Heizbänder als Rollenware erleichtert deren Anpassung an die konkrete Verwendung, da durch die Wahl der Länge des Segmentes und damit der Anzahl der Stege, die sich auf dem Segment befinden, die Heizleistung einfach eingestellt werden kann. Jedes dieser Segmente ist für sich ein Heizband im Sinne der Erfindung.

[0050] Es kann vorgesehen sein, dass im Anschluss an Schritt (c) und, falls vorgesehen, vor dem Aufwickeln auf die zweite Rolle, die Deckschicht auf die Trägerschicht aufgebracht wird, so dass die Leiterbahnen und die Stege zwischen der Träger- und der Deckschicht angeordnet sind.

[0051] Zur Herstellung der in Schritt (a) bereitgestellten Trägerschicht, deren eine Flächenseite Leiterbahnen trägt, kann folgendermaßen vorgegangen werden:

(α) Beschichten einer Flächenseite der Trägerschicht mit einer Klebstoffschicht; und

(β) Laminieren der Leiterbahnen auf die Klebstoffschicht. Nach dem Aushärten der Klebstoffschicht können die Schritte (a) bis (c) der beiden alternativen Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Heizbänder ausgeführt werden werden.

[0052] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen, die die Erfindung nicht einschränken sollen, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine schematische Draufsicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizbandes;

Fig. 2 eine vergrößerte Wiedergabe des Ausschnittes B der in Fig. 1 gezeigten Draufsicht;

Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung entlang der Schnittnlinie A-A in Fig. 1;

Fig. 4 eine schematische Querschnittsdarstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizbandes; und

Fig. 5 eine schematische Querschnittsdarstellung einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizbandes;

[0053] In den Zeichnungen kennzeichnen gleiche Bezugszeichen jeweils gleiche Elemente. Ist eine Unterscheidung zwischen Elementen erforderlich, so geschieht das durch die Hinzufügung einer Ziffer nach einem Punkt.

[0054] In den nachfolgenden Beispielen werden Kohlenstoff-Nanoröhrchen zur Bildung der Stege verwendet. Es können dazu jedoch auch Graphene oder Gemische aus Graphenen und Kohlenstoff-Nanoröhrchen eingesetzt werden.

[0055] Der in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Abschnitt 2 einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizbandes 1 umfasst eine bandförmige Kunststoffolie als Trägerschicht 3. Auf die Trägerschicht 3 ist eine Klebstoffschicht 7 aufgetragen, auf die zwei Leiterbahnen 4.1, 4.2 mit ihren ersten Breitseiten laminiert sind. Die beiden Leiterbahnen 4.1, 4.2, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen und vom Längsrand der Kunststoffolie 3 beabstandet sind, verlaufen parallel zu einander und sind voneinander beabstandet, so dass zwischen den einander zugewandten Schmalseiten der beiden Leiterbahnen 4.1, 4.2 ein Abstand C ausgebildet ist. Quer zu den Längsrichtungen der Leiterbahnen 4.1, 4.2 sind Stege 5 aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen oder einem Material, das Kohlenstoff-Nanoröhrchen enthält, ausgebildet. Die Stege 5 erstrecken sich dabei über die gesamte Breite der Trägerschicht 3 und über die zweite Breitseite der beiden Leiterbahnen 4.1 und 4.2. Die Stege 5 sind gleichmäßig voneinander beabstandet.

[0056] Die in Fig. 4 gezeigte zweite Ausführungsform entspricht der ersten Ausführungsform, außer dass zusätzlich eine Deckschicht 6 vorgesehen ist, so dass die Leiterbahnen 4.1 und 4.2 und die Stege 5 zwischen der Trägerschicht 3 und der Deckschicht 6 liegen.

[0057] In Fig. 5c ist eine dritte Ausführungsform gezeigt, die der ersten Ausführungsform entspricht, außer dass sie

aus einem Flachbandkabel mit extrudierten Flachleitern 4.1 und 4.2 erhalten wird und sich die Trägerschicht 3 an den Längsrändern des Flachleiterbandkabels bis in Höhe der Stege 5 erstreckt.

[0058] Wie in Fig. 5a gezeigt, sind die die Flachleiter zunächst vollständig von einer Hülle aus dem isolierenden Material, aus dem die Trägerschicht 3 besteht, umschlossen. An einer Flachseite des isolierenden Materials wird dann das isolierende Material, beispielsweise unter Einsatz eines Lasers, entfernt. Dabei kann das isolierende Material nur dort entfernt werden, wo später Stege 5 ausgebildet werden sollen oder über die gesamte Länge des Flachbandkabels, so dass die Leiterbahnen 4.1 und 4.2 vollständig freiliegen. Wie in Fig. 5b gezeigt, kann das isolierende Material an den Rändern des Flachbandkabels verbleiben, so dass auch die Stege 5 an den Rändern durch das isolierende Material geschützt sind. Nach dem Entfernen des isolierenden Materials werden anschließend die nun freiliegenden Bereiche der Leiterbahnen unter Ausbildung der Stege 5 mit einer Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen beschichtet.

[0059] Ist das isolierende Material über die gesamte Länge des Flachbandkabels entfernt worden, so kann die Ausbildung der Stege dann durch Abtragen der Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen in den Bereichen, in denen keine Stege ausgebildet werden sollen erfolgen. Alternativ kann die Beschichtung mit der Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen mittels einer Maske erfolgen.

[0060] Die in Fig. 5d gezeigte Ausführungsform entspricht der in Fig. 5c gezeigten Ausführungsform, außer dass zusätzlich eine Deckschicht 6 vorgesehen ist, so dass die Leiterbahnen 4.1 und 4.2 und die Stege 5 zwischen der Trägerschicht 3 und der Deckschicht 6 liegen.

Beispiel 1: Herstellung von erfindungsgemäßen Heizbändern

Schritt 1: Auftragen der Kohlenstoff-Nanoröhrchen

[0061] Es wurde ein Flachbandkabel mit einer Länge von ca. 20 cm bereitgestellt, dass eine Trägerschicht mit einer Flächenseite aufwies, auf der zwei Kupfer-Leiterbahnen voneinander beabstandet und parallel zueinander verlaufend aufgebracht waren. Auf diese Flächenseite des Flachbandkabels wurde eine Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen mittels manueller Sprühbeschichtung aufgetragen. Die Länge der Schicht betrug ca. 17 cm, bezogen auf die Längsrichtung des Flachbandkabels. Die Breite der Schicht entsprach der Breite des Flachbandkabels. Die Schichtdicke der Schicht aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT-Schicht) wurde auf ca. 200 nm eingestellt, wobei sich ein Widerstand von 20 Ω ergab. Zur Herstellung einer Schicht mit dieser Schichtdicke waren ca. 40 Sprühstöße mit einer Sprühflüssigkeit, die 10 Gew.-% Kohlenstoff-Nanoröhrchen enthielt, erforderlich. Insgesamt wurden 40 ml Sprühflüssigkeit pro Heizband eingesetzt.

[0062] Zur Herstellung der CNT-Schicht wurden gereinigte einwandige Kohlenstoff-Nanoröhrchen verwendet.

Schritt 2: Strukturieren der CNT-Schicht

[0063] Zur Ausbildung der Stege wurde die CNT-Schicht überall dort entfernt, wo keine Stege auf dem Flachbandkabel vorgesehen sind. In diesen Bereichen wurde die CNT-Schicht mittels Laserbehandlung abgetragen, wodurch die Stege von ca. 5 mm Breite zwischen den Leiterbahnen erhalten wurden. Die Stege waren jeweils ca. 5 mm voneinander beabstandet.

[0064] Die Laserbehandlung, die zur Strukturierung der CNT-Schicht eingesetzt wurde, wurde mittels eines gütegeschalteten Nd:YAG-Laser (1064 nm) mit Pulsen im ns-Bereich und einer Pulsfrequenz von 20 kHz durchgeführt. Der Laser arbeitete mit hochdynamischer Strahlablenkung mittels Galvanometerscanner. Die CNT-Schicht wurde dabei durch pulswises Verdampfen abgetragen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kohlenstoff-Nanoröhrchen aufgrund des guten Absorptionsvermögens des Kohlenstoffes verdampfen, während das Kupfer der Flachleiter und der Kunststoff der Trägerschicht nur eine geringe Absorption bzw. eine hohe Reflektion aufweisen und daher nicht verändert wurden. Für die Laserbehandlung wurden ca. 30 s benötigt.

Beispiel 2: Eigenschaften der hergestellten Heizbändern

[0065] Die Eigenschaften der gemäß Beispiel 1 hergestellten Heizbänder wurden wie folgt bestimmt.

(a) Visuelle Inspektion

[0066] Eine nachfolgende visuelle Inspektion der Heizbänder zeigte, dass das Kupfer der Flachleiter unverändert geblieben ist. Ein Schmelzen der Trägerschicht wurde nicht beobachtet.

(b) Charakterisierung der Widerstandselemente

[0067] Um den Widerstand und die Störmstärke zu bestimmen, wurde über die Kupferflachleiter eine Spannung von 14 V angelegt. Die Messungen ergaben, dass die Leistung/Steg zwischen 0,09 und 0,25 W liegt. Die Leistung wurde gemäß der oben angegebenen Gleichung berechnet.

[0068] Die Messungen wurden nach 24 h zu Kontrollzwecken wiederholt. Es zeigte sich, dass der Widerstand und die Stromstärke stabil blieben.

(c) Bewertung des Heizeffektes

[0069] Zur Bewertung des Heizeffektes wurden mit einer Infrarotkamera Bilder der in Beispiel 2 hergestellten Heizbänder bei einer Betriebsspannung von 14 V aufgenommen. Die Temperaturmessung wurde 5 bis 10 Sekunden nach Einschalten der Spannung ($U = 14 \text{ V}$) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Temperatur an den Stegen etwa 140°C , die Temperatur zwischen den Stegen etwa 40°C betrug.

(d) Ergebnisse

[0070] Die Ergebnisse zeigen, dass die erfindungsgemäßen Heizbänder sehr gute elektrische Widerstandsheizungen sind. Stegbreite und Abstand zwischen den Stegen können genau auf die gewünschte Heizleistung abgestimmt werden.

Bezugszeichenliste

[0071]

1 Heizband

2 Abschnitt des Heizbandes

3 Trägerschicht

4 Leiterbahn

5 Stege

6 Deckschicht

7 Klebstoffschicht

Patentansprüche

1. Heizband, umfassend zumindest zwei parallel zueinander verlaufende flache Leiterbahnen (4) aus einem elektrisch leitfähigen Material und eine Trägerschicht (3) aus einem isolierenden Material, wobei die Leiterbahnen (4) voneinander beabstandet auf einer Flächenseite der Trägerschicht (3) angeordnet sind und das Heizband (1) ferner Stege (5) aufweist, die zumindest zwei Leiterbahnen (4) elektrisch leitend miteinander verbinden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) aus einem Material bestehen, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält.

2. Heizband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) eine Dicke aufweisen, die zwischen 10 und 1000 nm liegt.

3. Heizband nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) eine Stegbreite von 1 bis 20 mm aufweisen.

4. Heizband nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) voneinander beabstandet sind.

5. Heizband nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) gleichmäßig oder in vorgegebenen Abständen voneinander beabstandet sind.

6. Heizband nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen benachbarten Stegen (5) 1 bis 20 mm beträgt.

7. Heizband nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (5) quer zur Längsachse der Leiterbahnen (4) oder in einem spitzen oder stumpfen Winkel zur Längsachse der Leiterbahnen (4) angeordnet sind.

8. Heizband nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Deckschicht (6) aus einem isolierenden Material umfasst, wobei die Leiterbahnen (4) und die Stege (5) zwischen der Trägerschicht (3) und der Deckschicht (6) angeordnet sind.

9. Heizband nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerschicht (3) eine Kunststoffolie ist und dass die Deckschicht (6) eine Kunststoffolie oder ein Lack ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Heizbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, zur Ausbildung der Stege (5) mittels Sprühens oder Druckens auf die Flächenseite der Trägerschicht (3), auf der die Leiterbahnen (4) angeordnet sind (bestückte Oberfläche), aufgebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Schritte

(a) Bereitstellen einer Trägerschicht (3) mit einer Flächenseite, auf die zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen (4) aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht sind (bestückte Oberfläche);

(b) Aufbringen einer Schicht aus einem Material, das Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, auf die bestückte Oberfläche; und

(c) Ausbilden der Stege (5) unter Entfernen der Schicht von der bestückten Oberfläche in den Bereichen, in denen keine Stege (5) ausgebildet werden sollen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entfernen der Schicht durch Verdampfen unter Verwendung eines Lasers vorgenommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Schritte

(a) Bereitstellen einer Trägerschicht (3) mit einer Flächenseite, auf die zumindest zwei parallel zueinander verlaufende und voneinander beabstandete Leiterbahnen (4) aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht sind (bestückte Oberfläche);

(b) Aufbringen einer Maske, die Öffnungen in den Bereichen aufweist, in denen Stege ausgebildet werden sollen, auf die bestückte Oberfläche; und

(c) Aufbringen einer Schicht aus dem Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, auf die Oberseite der Maske unter Ausbildung der Stege (5).

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material, das die Kohlenstoff-Nanoteilchen enthält, als Suspension bereitgestellt wird.

15. Verwendung eines Heizbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Beheizen einer Harnstofflösung bei einem Dieselfahrzeug.

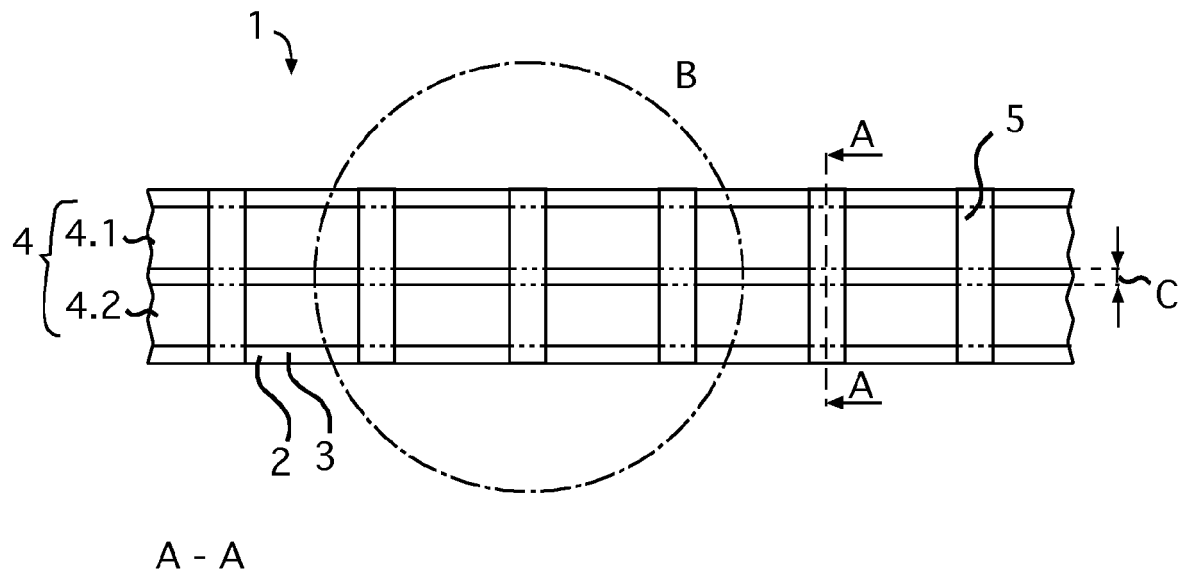


Fig. 1

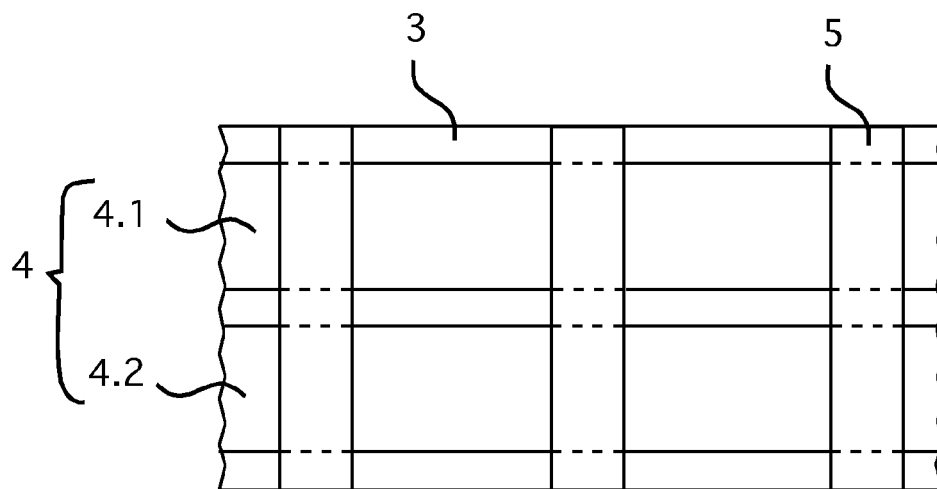


Fig. 2

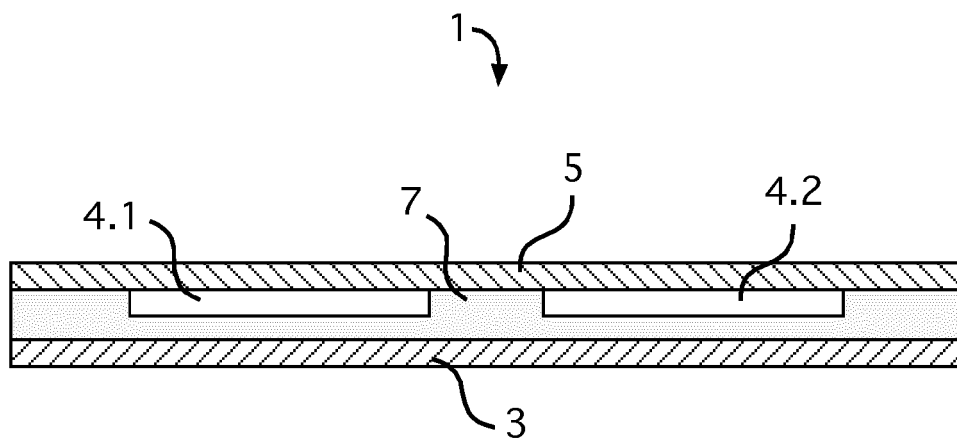


Fig. 3

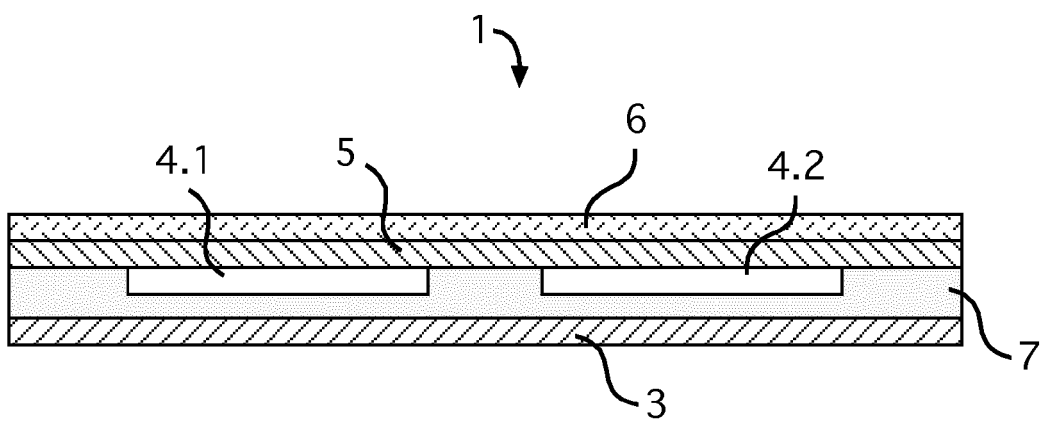


Fig. 4

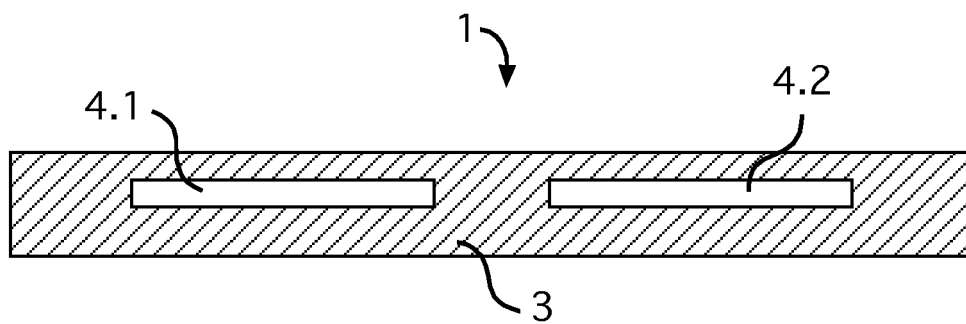


Fig. 5a

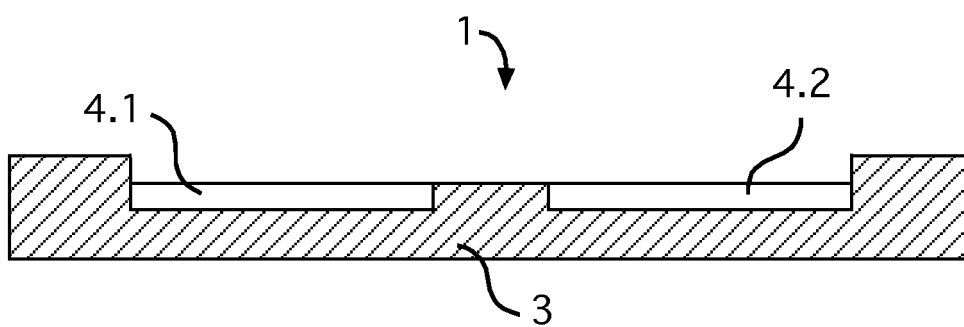


Fig. 5b

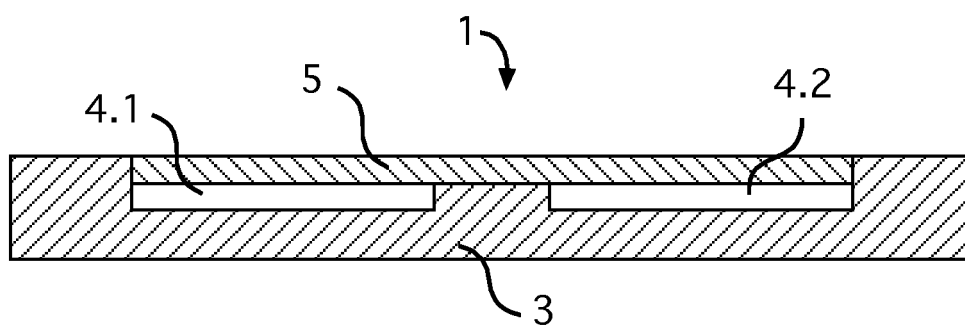


Fig. 5c

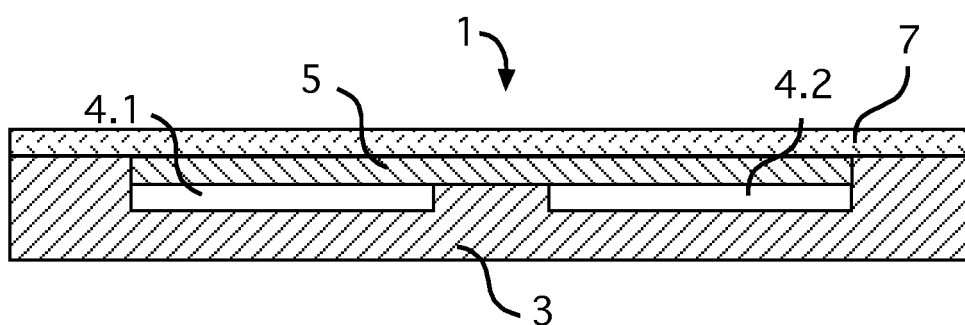


Fig. 5d