(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 459 332 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.11.2008 Patentblatt 2008/46

(21) Anmeldenummer: **02796639.9**

(22) Anmeldetag: **16.12.2002**

(51) Int Cl.:
H01C 17/24 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/014310

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/052776 (26.06.2003 Gazette 2003/26)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER ELEKTRISCH LEITENDEN WIDERSTANDSSCHICHT SOWIE HEIZ- UND/ODER KUEHLVORRICHTUNG**

METHOD FOR THE PRODUCTION OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE RESISTIVE LAYER AND HEATING AND/OR COOLING DEVICE

PROCEDE POUR PRODUIRE UNE COUCHE RESISTIVE ELECTROCONDUCTRICE ET DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ET/OU DE REFROIDISSEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR

(30) Priorität: **19.12.2001 DE 10162276**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.2004 Patentblatt 2004/39

(60) Teilanmeldung:
08015360.4

(73) Patentinhaber: **WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY**
St. Louis,
Missouri 63146 (US)

(72) Erfinder: **Elias Russegger**
5440 Golling (AT)

(74) Vertreter: **Knapp, Thomas**
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 1 018 375
US-A- 3 534 472
US-A- 3 750 049
US-A- 4 566 936

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 090 (E-1040), 5. März 1991 (1991-03-05) -& JP 02 304905 A (TAMA ELECTRIC CO LTD), 18. Dezember 1990 (1990-12-18)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 534 (E-852), 29. November 1989 (1989-11-29) & JP 01 220406 A (TAIYO YUDEN CO LTD;OTHERS: 01), 4. September 1989 (1989-09-04)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 459 332 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch eine Heiz- und/oder Kühlvorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs,des Anspruchs 11.

[0002] Ein solches Verfahren ist aus der DE 198 10 848 A1 bekannt. In dieser ist ein Heizelement beschrieben, welches dadurch hergestellt wird, dass auf Oberflächen eines Substrats mittels Lichtbogenzerstäubung oder im Plasmaspritzverfahren bandförmige Schichten aus einem elektrisch leitenden und einen Widerstand bildenden Material aufgetragen werden. Um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Schicht zu erzielen, wird zuvor mittels eines Printverfahrens eine Trennlage auf das Substrat aufgebracht. Die Trennlage ist aus einem solchen Material, dass an jenen Stellen des Substrats, an denen die Trennlage vorhanden ist, das elektrisch leitende Material nicht anhaftet.

[0003] Das bekannte Verfahren hat den Dachteil, dass es relativ aufwändig ist und daher die Teile mit den elektrisch leitenden Widerstandsschichten vergleichsweise teuer sind. Darüber hinaus können mit dem bekannten Verfahren nur mehr oder weniger ebene Teile mit einer elektrisch leitende Schicht versehen werden.

[0004] Aus der nächstliegenden US-A-4,566,936 ist ein Verfahren bekannt, mit dem eine elektrisch leitende Widerstandsschicht hergestellt wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Herstellung einer elektrisch leitenden Schicht auf einem Untergrund einfacher und preiswerter möglich ist und auch komplex geformte Gegenstände mit einer derartigen elektrisch leitenden Widerstandsschicht versehen werden können, wobei der Widerstand möglichst genau eingestellt sein soll.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist keine spezielle Vorbehandlung erforderlich, um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Widerstandsschicht zu erhalten. Stattdessen wird zunächst das elektrisch leitende Material, aus dem die Widerstandsschicht besteht, flächig und im Allgemeinen gleichmäßig auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht. Die Aufbringung mittels thermischem Spritzen sorgt dabei für eine hohe Anhaftung des elektrisch leitenden Materials auf dem nicht leitenden Untergrund. Darüber hinaus können die unterschiedlichsten Materialien schnell und sehr gleichmäßig auf diese Art und Weise auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht werden. Danach wird mittels einer geeigneten Einrichtung das aufgebrachte elektrisch leitende Material an bestimmten Stellen entfernt. Hierdurch wird auch eine komplexe Formgebung der elektrisch leitenden Schicht in nur zwei Arbeitsschritten ermöglicht. Als günstig für die Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund hat sich Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen erwiesen. Die Erfindung sieht vor, dass der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird. Durch eine Erwärmung können lokal Oxide in die Schicht eingetragen werden, was sich auf die örtliche elektrische Leitfähigkeit des Materials auswirkt. Dies ermöglicht eine besonderes.präzise und feine Einstellung des elektrischen Widerstands.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0009] Eine Weiterbildung sieht vor, dass das bereichsweise Entfernen der Materialschicht mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgt.

[0010] Bei der Verwendung von Laserstrahlung wird das Material so stark erhitzt, dass es verdampft. Die Verwendung eines Laserstrahls hat dabei den Vorteil, dass mit ihm sehr rasch sehr hohe Energien in das elektrisch leitende Material eingekoppelt werden können, so dass dieses sofort verdampft. Durch diese augenblickliche Vedampfung des elektrisch leitenden Materials wird sichergestellt dass nur vergleichsweise wenig Wärme in den unter dem elektrisch leitenden Material vorhandenen Untergrund eingekoppelt wird. Dieser wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren also nicht beschädigt. Das Abdampfen hat gegenüber dem Verbrennen den Vorteil, dass im Wesentlichen keine Rückstände in den abgedampften Bereichen auf dem Untergrund verbleiben und so deren Isolierwirkung sehr gut ist.

[0011] Durch eine entsprechende Optik der Vorrichtung, welche den Laserstrahl aussendet, kann dieser in beinahe beliebiger Weise auf das herzustellende Werkstück gerichtet werden. Somit können zum einen beliebig komplexe Konturen aus dem aufgespritzten elektrisch leitenden Material herausgedampft werden, so dass entsprechend komplex konturierte elektrische Widerstandsschichten hergestellt werden können. Zum anderen können aber auch solche Werkstücke bearbeitet werden, welche selbst dreidimensional komplex gestaltet sind. In insgesamt nur zwei Arbeitsschritten kann somit eine elektrisch leitende Widerstandsschicht mit komplexer Geometrie hergestellt werden.

[0012] Bei der Verwendung eines Wasserstrahls wird überhaupt keine thermische Energie in das Werkstück eingekoppelt. Dies ist besonders bei der Bearbeitung wärmeempfindlicher Kunststoffe vorteilhaft. Gleiches gilt auch für die Verwendung von Pulver-Sandstrahlen.

[0013] In einer anderen besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass während des bereichsweisen Entfernens der Materialschicht der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht wenigstens mittelbar erfasst wird. Auf diese Weise ist bereits unmittelbar während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht eine präzise Qualitätskontrolle möglich.

[0014] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass ein Istwert des elektrischen Widerstandes der elektrisch leitende Widerstandsschicht mit einem Sollwert verglichen und durch bereichsweises Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert und Sollwert reduziert wird. Dies hat den Vorteil, dass bereits während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht Abweichungen von einem gewünschten Widerstand ausgeglichen werden können.

[0015] Derartige Abweichungen können bspw. dadurch entstehen, dass beim Spritzen des thermisch leitenden Materials bereichsweise unterschiedliche Mengen des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund gelangen, so dass die hieraus entstehende elektrisch leitende Schicht an einer Stelle eine andere Dicke aufweist als an einer anderen Stelle. Mit dem hier vorgeschlagenen Verfahren können Abweichungen des Istwerts des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Schicht vom Sollwert mit einer Genauigkeit von +/- 1 % ausgeglichen werden. Das bereichsweise Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials kann eine Verkürzung oder Verlängerung der elektrisch leitenden Schicht und/oder die Veränderung der Breite der elektrisch leitenden Schicht beinhalten.

[0016] Dabei ist es wiederum besonders vorteilhaft, wenn die Erfassung des Istwerts des elektrischen Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert und Sollwert parallel erfolgen. Dies ist möglich, da bereits während der Bearbeitung der elektrisch leitenden Schicht mittels Laserstrahlung der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht gemessen werden kann. Wird dieses erfindungsgemäße Verfahren angewendet, kann bei der Herstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht Zeit und somit Geld gespart werden.

[0017] In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch vorgeschlagen, dass die Materialschicht derart entfernt wird, dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Schicht eine Soll-Schmelzstelle im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht. Eine solche integrierte Schmelzsicherung erhöht die Sicherheit bei der Verwendung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht. Dabei kann die Schmelzsicherung praktisch ohne zusätzliche Kosten und zusätzlichen Zeitaufwand in die elektrisch leitende Widerstandsschicht integriert werden.

[0018] Vorteilhaft ist auch, wenn die Materialschicht derart entfernt wird, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist. Dies ermöglicht die Ausbildung einer möglichst lange elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf einer kleinen Fläche.

[0019] Vorgeschlagen wird auch, dass nach dem bereichsweisen Entfernen des elektrisch leitenden Materials und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf diese eine nicht leitende Zwischenschicht aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird, dass eine zweite elektrisch leitende Schichtentsteht, welche die gewünschte Form hat. Erfindungsgemäß ist es also möglich, mehrere Schichten übereinander anzuordnen. Dabei sei an dieser Stellte ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur für die Ausbildung von zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden Widerstandsschichten, sondern für eine beliebige Anzahl übereinander angeordneter Widerstandsschichten anwendbar ist.

[0020] Das elektrisch leitende Material' umfasst vorzugsweise Bismut, Tellurium, Germanium, Silizium und/oder Galliumarsenid. Diese Materialien haben sich für das Aufbringen mittels thermischem Spritzen und die anschließende Bearbeitung mittels Laserstrahlung als besonders günstig erwiesen. Darüber hinaus sind mit diesen Materialien die einschlägig bekannten technischen Effekte realisierbar.

[0021] Vorgeschlagen wird ferner, dass das elektrisch leitende Material so aufgebracht und die Materialschicht bereichsweise so entfernt wird und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heiz- oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird. Bei der Herstellung einer elektrischen Kühlschicht wird vorteilhafterweise der "Peltier-Effekt" ausgenutzt.

[0022] Außerdem ist es günstig, wenn die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird. Dies hat vor allem Vorteile bei einem porösen Untergrund (beispielsweise Metall mit Al_2O_3-Zwischenschicht). Eine Versieglung vermindert das Risiko von Elektrodurchschlägen aufgrund der Luftfeuchtigkeit, insbesondere bei hoher Spannung. Als Material für die Versiegelung eignet sich Silikon, Polyimid, oder Wasserglas, letzteres auf Natrium- oder Kaliumbasis. Die Aufbringung kann durch Tauchen, Spritzen, Streichen, etc. erfolgen. Die Dichtigkeit der Versiegelung ist dann am besten, wenn die Versiegelungsschicht unter Vakuum aufgebracht wird.

[0023] Als nichtleitender Untergrund kommt auch Glas oder Glaskeramik in Frage. Hierauf kann die elektrische Widerstandsschicht vor allem durch Plasmaspritzen dauerhaft aufgebracht werden. Die gute Isolierwirkung von Glas macht eine Erdung im Betrieb der Widerstandsschicht überflüssig. Möglich ist auch die Verwendung von speziellem Fiochtemperaturglas, wie beispielsweise Ceranglas®.

[0024] Die Erfindung betrifft auch eine Heiz- und/oder Kühlvorrichtung die die Merkmale des Anspruchs 11 aufweist, einem nicht leitenden Untergrund und einer auf den Untergrund durch thermisches Spritzen aufgebrachten elektrisch leitenden Widerstandsschicht.

[0025] Die Herstellkosten für eine derartige Heiz- und/oder Kühlvorrichtung können gesenkt werden, wenn die

Widerstandsschicht ein durch thermisches Spritzen zunächst flächig aufgebrachtes elektrisch leitendes Material umfasst, welches danach mittels Laserstrahlung bereichsweise entfernt und so in eine gewünschte Form gebracht wurde. Außerdem besitzen derartige Heiz- und/oder Kühlvorrichtungen präzise Widerstände.

[0026] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert.

[0027] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines Rohres, auf welches ein elektrisch leitendes Material aufgespritzt wird;

Figur 2 das Rohr von Fig. 1, dessen elektrisch leitende Materialschicht mittels Laserstrahlung bearbeitet wird;

Figur 3 eine Seitenansicht des Rohres von Fig. 2 nach der Bearbeitung;

Figur 4 eine Draufsicht auf ein plattenförmiges Teil mit einer mäanderförmigen elektrisch leitenden Widerstandsschicht;

Figur 5 zwei Diagramme, wobei im einen Diagramm der zeitliche Verlauf des elektrischen Widerstands und im anderen Diagramm der zeitliche Verlauf der Länge der elektrisch leitenden Widerstandsschicht von Fig. 4 während ihrer Herstellung dargestellt sind; und

Figur 6 einen Schnitt durch ein plattenförmiges Teil mit zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden Widerstandsschichten.

[0028] In den Figuren 1 und 2 ist die Herstellung eines rohrförmigen Durchlauferhitzers dargestellt: Dabei wird auf ein Rohr 12 aus einem hochtemperaturbeständigen und einen elektrischen Isolator bildenden Werkstoff eine elektrisch leitende Materialschicht 14 aufgebracht (Fig. 1). Die Aufbringung erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels einer Vorrichtung 16, mit der Germaniumpartikel 18 auf das Rohr 12 aufgespritzt werden. Die Aufbringung erfolgt durch Kaltgasspritzen (auch "gasdynamisches Pulverbeschichten" genannt).

[0029] Bei diesem Spritzprozess werden die ungeschmolzenen Germaniumpartikel auf Geschwindigkeiten von ungefähr 300 - 1.200 m/s beschleunigt und auf das Rohr 12 gespritzt. Beim Aufprall auf das Rohr 12 verformen sich die Germaniumpartikel 18 und auch die Oberfläche des Rohres 12. Durch den Aufprall werden Oberflächenoxide auf der Oberfläche des Rohrs 12 aufgebrochen. Durch Mikroreibung aufgrund des Aufpralls steigt die Temperatur an der Berührungsfläche und führt zu Mikroverschweißungen.

[0030] Die Beschleunigung der Germaniumpartikel 18 erfolgt mittels eines Fördergases, dessen Temperatur leicht erhöht sein kann. Da jedoch das Germaniumpulver 18 in keinem Fall seine Schmelztemperatur erreicht, sind die an der Oberfläche des Rohres 12 entstehenden Temperaturen relativ moderat, so dass bspw. ein vergleichsweise preiswertes Kunststoffmaterial für das Rohr 12 verwendet werden kann.

[0031] In anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen kann anstelle des Kaltgasspritzens auch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen oder Laserspritzen zur Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund verwendet werden. Anstelle von Germanium eignen sich auch Bismut, Tellurium, Silizium und/oder Galliumarsenid, je nach gewünschtem technischen Effekt.

[0032] Die Beschichtung des Rohres 12 mit den Germaniumpartikeln 18 erfolgt zunächst so, dass nach und nach die gesamte Oberfläche des Rohres 12 mit der aus Germanium bestehenden Materialschicht 14 bedeckt ist (vgl. Fig.1). Diese Materialschicht 14 hat jedoch noch nicht die gewünschte Form: Um einen rohrförmigen Durchlauferhitzer herstellen zu können, muss eine elektrisch leitende Widerstandsschicht hergestellt werden, welche in der Art einer Spirale in Umfangsrichtung um das Rohr 12 verläuft. Hierzu wird, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, mittels einer Laservorrichtung 20 ein Laserstrahl 22 so auf die noch "formlose" Materialschicht 14 gerichtet, dass ein sich spiralenförmig um das Rohr 12 erstreckender Bereich 24 geschaffen wird, in dem das aufgespritzte elektrisch leitende Material 14 nicht mehr vorhanden ist.

[0033] Dies geschieht dadurch, dass das Material der Materialschicht 14 an dem Ort, an dem der Laserstrahl 22 auf die Schicht 14 trifft, schlagartig so stark erhitzt wird, dass es verdampft. Die Laservorrichtung 20 einerseits und eine in der Figur nicht dargestellte Vorrichtung, mit welcher das Rohr 12 gehalten ist, werden dabei so bewegt, dass ein kontinuierlicher Arbeitsprozess durch die Laservorrichtung 20 möglich ist.

[0034] Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, wird hierdurch eine sich von einem axialen Ende des Rohres 12 zum anderen erstreckende und spiralenförmig in Umfangsrichtung verlaufende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 geschaffen. Das Rohr 12 und die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 bilden insgesamt einen elektrischen Durchlauferhitzer 28.

[0035] Figur 4 zeigt in der Draufsicht eine ebene Heizplatte 28. Diese besteht aus einem in dieser Draufsicht nicht sichtbaren nicht leitenden Untergrund, auf dem analog zu dem in den Fign. 1 und 2 beschriebenen Verfahren zunächst eine flächige Materialschicht 14 aufgebracht wurde, aus der anschließend Bereiche 24 mittels eines Laserstrahls abgedampft wurden (aus Darstellungsgründen ist nur ein Bereich 24 mit Bezugszeichen versehen). Hierdurch entstand eine mäanderförmig sich von einem Ende zum anderen Ende der Platte 28 erstreckende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26.

Diese weist jedoch zwei Besonderheiten auf:

[0036] Zunächst ist an dem in Fig. 4 oberen Ende die Materialschicht 14, aus der die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 hergestellt ist, so abgedampft worden, dass die Leiterbahn 26 eine Querschnittsverengung aufweist. Hierdurch wird eine Schmelzsicherung 30 geschaffen, durch welche der Betrieb der Heizplatte 28 abgesichert wird.

[0037] Eine zweite Besonderheit besteht darin, dass die Heizleistung bzw. die Wärmestromdichte der elektrisch leitenden Widerstandsschicht noch während ihrer Herstellung so korrigiert wurde, dass sie mit sehr hoher Präzision der gewünschten Heizleistung und der gewünschten Wärmestromdichte entspricht. Dies geschieht auf folgende Art und Weise:

[0038] An Endbereiche 32 und 34 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 wird während des Abdampfens der Bereiche 24 eine elektrische Spannung angelegt, so dass während dieses Abdampfens der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht 26 kontinuierlich gemessen werden kann. Mit dem Laserstrahl wird dabei die Materialschicht 14 nur in zunächst sehr schmalen Bereichen 24 abgedampft. Die in Fig. 4 horizontal verlaufenden abgedampften Bereiche 24 verlaufen also zunächst nur von einem in Fig. 4 gestrichelt dargestellten Rand 36 bis zu dem darüber liegenden horizontalen Rand 38 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 (auch hier ist aus Darstellungsgründen nur in einem Bereich 24 das entsprechende Bezugszeichen eingetragen). Darüber hinaus wird die Materialschicht 14 zunächst vom Laserstrahl so bearbeitet, dass der in Fig. 4 untere elektrische Endbereich 34 relativ breit ist. Dies ist ebenfalls durch eine gestrichelte Linie mit dem Bezugszeichen 40 dargestellt.

[0039] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird während des Abdampfens der Bereiche 24 aus der Materialschicht 14 durch Widerstandsmessung der entstehenden Schicht 26 festgestellt, dass der tatsächliche elektrische Widerstand WIST (vgl. Fig. 5) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 geringer ist als der an sich gewünschte elektrische Widerstand WSOLL. Der in Fig. 4 untere Anschlussbereich 34 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 wird daher vom Laserstrahl so bearbeitet, dass seine Breite abnimmt, es wird also zusätzliches Material abgedampft. Hierdurch verlängert sich die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 um ein Maß dl (vgl. Fig. 4 und 5) und in der Folge steigt der tatsächliche elektrische Widerstand WIST an, bis er in etwa dem gewünschten Widerstand WSOLL entspricht. Die endgültige Position der Begrenzungslinie des unteren elektrischen Anschlusses 34 trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 42.

[0040] Um die Wärmestromdichte einzustellen, werden ferner die in Fig. 4 horizontalen abgedampften Bereiche 24 vergrößert. Die endgültige Begrenzung, bei welcher die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 die gewünschte Wärmestromdichte aufweist, trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 44 (aus Darstellungsgründen ist auch dieses Bezugszeichen nur bei einem abgedampften Bereich 24 eingetragen).

[0041] In Fig. 6 ist eine plattenförmige Heizvorrichtung im Schnitt dargestellt. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen umfasst sie nicht nur eine elektrisch leitende Widerstandsschicht, sondern zwei elektrisch leitende Widerstandsschichten 26a und 26b. Zwischen diesen ist eine elektrisch nicht leitende Zwischenschicht 46 vorhanden. Die Herstellung dieser elektrischen Heizplatte 28 erfolgt folgendermaßen:

[0042] Zunächst wird wie bei den obigen Ausführungsbeispielen ein elektrisch leitendes Material auf einen plattenförmigen Träger 12 aufgebracht. Die Aufbringung erfolgt dabei flächig durch thermisches Spritzen in einer Art und Weise, dass die hieraus entstehende Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist. Anschließend wird mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise (Bezugszeichen 24a) derart abgedampft, dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a erzeugt wird, welche die gewünschte Form aufweist.

[0043] Auf die fertige elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a wird im weiteren Verlauf des Herstellungsvorgangs die elektrisch isolierende Zwischenschicht 46 aufgebracht. Dann wird der oben beschriebene Vorgang wiederholt, d. h. es wird wieder elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht 46 flächig derart aufgebracht, dass eine hieraus entstandene zweite Materialschicht im Wesentlichen noch nicht die gewünschte Form aufweist. Diese wird dann mittels Laserstrahlung bearbeitet und bereichsweise (Bezugszeichen 24b) derart abgedampft, dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) in der gewünschten Form entsteht.

[0044] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Material der elektrisch leitenden Schicht so gewählt, dass anstelle einer elektrischen Heizschicht eine elektrische Kühlschicht gebildet wird.

[0045] In einem anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Temperatur der Heizschicht durch einen keramischen Schalter überwacht. Hierunter wird ein nicht-mechanischer Schalter verstanden, welcher ein Element aufweist, dessen Leitfähigkeit in erheblichem Umfang von seiner Temperatur abhängt. Alternativ kann auch ein Bimetallschalter verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b), bei dem ein elektrisch leitendes Material (18) mittels thermischem Spritzen, Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen (16) auf einen nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) aufgebracht wird, wobei das elektrisch leitende Material (18) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hier-

aus entstandene Materialschicht (14) zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt wird (24; 24a, 24b), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat, **dadurch gekennzeichnet, dass** der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird, indem lokal Oxide in die Schicht eingetragen-werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bereichsweise Entfernen der Materialschicht (14) mittels Laserstrahlung, eines Wasserstrahls oder eines Pulver-Sandstrahls erfolgt, so dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) wenigstens bereichsweise insbesondere mäanderförmig ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des bereichsweisen Entfernens (24) der Materialschicht (14) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) wenigstens mittelbar erfasst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Istwert (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert (WSOLL) verglichen und durch bereichsweises Entfernen (24) zusätzlichen elektrisch leitenden Materials (38, 42) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) reduziert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung des Istwerts (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) parallel erfolgen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialschicht (14) derart entfernt wird (24), dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) eine Soll-Schmelzstelle (30) im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem bereichsweisen Entfernen (24a) der Materialschicht und der fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26a) auf diese eine,nichtleitende Zwischenschicht (46) aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht (46) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird (24b), dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) entsteht, welche die gewünschte Form hat.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrisch leitende Material (18) so aufgebracht und die Materialschicht (14) bereichsweise so entfernt wird (24) und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heizschicht (26) oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird, insbesondere mittels Silikon, Polyimid, oder Wasserglas.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Versiegeln unter Vakuum erfolgt.

11. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung (28), mit einem nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) und einer auf den Untergrund (12; 12, 46) durch thermisches Spritzen (16), Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen aufgebrachten elektrisch leitenden Widerstands'schicht (26; 26a, 26b), die ein elektrisch leitendes Material (18) umfasst, welches zunächst flächig aufgebracht danach bereichsweise entfernt (24; 24a, 24b) und dadurch in eine gewünschte Form gebracht wurde, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des örtlichen elektrische Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) infolge einer lokalen Wärmebehandlung lokal Oxide in die Schicht eingetragen wurden.

12. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) versiegelt ist.

13. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der fertiggestellten elektrisch leitenden Widerstandsschicht, (26a) eine nichtleitende Zwischenschicht (46) aufliegt, und auf dieser flächig eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) aufliegt, bei der die Materialschicht wie bei der Widerstandsschicht (26a) bereichsweise entfernt worden ist.

14. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach einem der An-

sprüche Anspruch 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Widerstandsschichten und Zwischenschichten übereinander angeordnet sind.

15. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche Anspruch 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht leitende Untergrund (12; 12, 46) aus Glas, Hochtemperaturglas oder Glaskeramik besteht.

16. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche Anspruch 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) Bismut, Tellurium, Germanium, Silizium und/oder Galliumarsenid ist.

17. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche Anspruch 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des elektrischen Widerstandes der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) diese einen Endbereich (34) aufweist, dessen Länge einstellbar ist.

Claims

1. Method for producing an electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b), in which an electrically conductive material (18) is applied onto a nonconductive substrate (12; 12, 46) by means of thermal spraying, plasma spraying, high-velocity flame spraying, arc spraying, autogenous spraying, laser spraying or cold-gas spraying (16), the electrically conductive material (18) being applied surface-wide so that a material layer (14) resulting therefrom at first essentially does not yet have a desired shape, and subsequently the material layer (14) is locally removed (24; 24a, 24b) so that an electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b) is obtained which essentially has the desired shape, **characterised in that** the local electrical resistance of the electrically conductive resistor layer is adjusted through a local heat treatment, by oxides being locally introduced into the layer.

2. Method according to Claim 1, **characterised in that** the local removal of the material layer (14) is carried out by means of laser radiation, a water jet or a powder sand jet, so that the electrically conductive resistor layer (26) is at least locally shaped in particular in the form of meanders.

3. Method according to Claim 1, **characterised in that** the electrical resistance (WIST) of the electrically conductive resistor layer (26) is measured at least indirectly during the local removal (24) of the material layer (14).

4. Method according to Claim 3, **characterised in that** an actual value (WIST) of the electrical resistance of the electrically conductive resistor layer is compared with a setpoint value (WSOLL), and the electrical resistance (WIST) of the electrically conductive resistor layer (26) is modified by locally removing (24) additional electrically conductive material (38, 42) so that the difference between the actual value (WIST) and the setpoint value (WSOLL) is reduced.

5. Method according to Claim 4, **characterised in that** the measurement of the actual value (WIST) of the electrical resistance of the electrically conductive resistor layer and the reduction of the difference between the actual value (WIST) and the setpoint value (WSOLL) are carried out in parallel.

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the material layer (14) is removed (24) so that a target melting position (30) in the sense of a meltable fuse is formed at least at one position of the electrically conductive resistor layer (26).

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** after the local removal (24a) of the material layer and the fabrication of the electrically conductive resistor layer (26a), a nonconductive interlayer (46) is applied thereon then an electrically conductive material is applied surface-wide onto the nonconductive interlayer (46) by means of thermal spraying so that a material layer resulting therefrom at first essentially does not yet have a desired shape, and subsequently the material layer is locally removed (24b) so that a second electrically conductive resistor layer (26b) is obtained which has the desired shape.

8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the electrically conductive material (18) is applied in such a way and the material layer (14) is locally removed (24) in such a way, and comprises such a material, so that an electrical heating layer (26) or an electrical cooling layer is formed.

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the electrically conductive resistor layer is sealed, in particular by means of silicone, polyimide or water glass.

10. Method according to Claim 9, **characterised in that** the sealing is carried out in a vacuum.

11. Heating and/or cooling device (28) having a nonconductive substrate (12; 12, 46) and an electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b) which is applied onto the substrate (12; 12, 46) by means of thermal

spraying (16), plasma spraying, high-velocity flame spraying, arc spraying, autogenous spraying, laser spraying or cold-gas spraying and comprises an electrically conductive material (18) initially applied surface-wide and then locally removed (24; 24a, 24b) and thereby brought into a desired shape, **characterised in that** oxides are locally introduced into the layer owing to a local heat treatment in order to adjust the local electrical resistance of the electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b).

12. Heating and/or cooling device according to Claim 11, **characterised in that** the electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b) is sealed.

13. Heating and/or cooling device according to Claim 11 or 12, **characterised in that** there is a nonconductive interlayer (46) on the fabricated electrically conductive resistor layer (26a), and on this there is a second electrically conductive resistor layer (26b) in which the material layer has been removed locally as with the resistor layer (26a).

14. Heating and/or cooling device according to any one of Claims 11 to 13, **characterised in that** a plurality of resistor layers and interlayers are arranged over one another.

15. Heating and/or cooling device according to any one of Claims 11 to 14, **characterised in that** the nonconductive substrate (12; 12, 46) consists of glass, refractory glass or glass ceramic.

16. Heating and/or cooling device according to any one of Claims 11 to 15, **characterised in that** the electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b) is bismuth, tellurium, germanium, silicon and/or gallium arsenide.

17. Heating and/or cooling device according to any one of Claims 11 to 16, **characterised in that** in order to adjust the electrical resistance of the electrically conductive resistor layer (26; 26a, 26b), it comprises an end region (34) whose length is adjustable.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b), avec lequel une matière électriquement conductrice (16) est appliquée sur un substrat (12 ; 12, 46) non conducteur par projection thermique, projection au plasma, projection de flamme à grande vitesse, projection d'arc électrique, projection à l'autogène, projection laser ou projection de gaz froid (16), sachant que la matière électriquement conductrice (18) est appliquée sur la surface de manière telle qu'une couche de matière (14) ainsi réalisée, d'abord pour l'essentiel, ne présente pas encore une forme souhaitée, et qu'ensuite la couche de matière (14) est supprimée dans certaines zones (24 ; 24a, 24b) de manière telle que soit réalisée une couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b) qui a pour l'essentiel la forme souhaitée, **caractérisé en ce que** la résistance électrique locale de la couche résistive électriquement conductrice est ajustée par un traitement thermique local par inclusion locale d'oxydes dans la couche.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la suppression dans certaines zones de la couche de matière (14) a lieu au moyen d'un rayonnement laser, d'un jet d'eau ou d'un jet de sable ou de poudre, de sorte que la couche résistive électriquement conductrice (26) ait une forme en particulier de méandre au moins dans certaines zones.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, durant la suppression dans certaines zones (24) de la couche de matière (14), la résistance électrique (WIST) de la couche résistive électriquement conductrice (26) est détectée au moins indirectement.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**une valeur réelle (WIST) de la résistance électrique de la couche résistive électriquement conductrice est comparée à une valeur de consigne (WSOLL) et **en ce que**, par la suppression dans certaines zones (24) de matière électriquement conductrice supplémentaire (38, 42), la résistance électrique (WIST) de la couche résistive électriquement conductrice (26) est modifiée de manière telle que la différence soit réduite entre la valeur réelle (WIST) et la valeur de consigne (WSOLL).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la détection de la valeur réelle (WIST) de la résistance électrique de la couche résistive électriquement conductrice et la réduction de la différence entre la valeur réelle (WIST) et la valeur de consigne (WSOLL) ont lieu en parallèle.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de matière (14) est supprimée (24) de manière telle qu'au moins en un secteur de la couche résistive électriquement conductrice (26) se crée un secteur de fusion théorique (30) au sens d'un fusible de sécurité.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après la suppression dans certaines zones (24a) de la couche de matière et la réalisation de la couche résistive

électriquement conductrice (26a), une couche intermédiaire (46) non conductrice est appliquée sur cette couche résistive électriquement conductrice, puis une matière électriquement conductrice est appliquée sur la surface de la couche intermédiaire (46) non conductrice par projection thermique de manière telle qu'une couche de matière ainsi réalisée d'abord pour l'essentiel ne présente pas encore une forme souhaitée et qu'ensuite la couche de matière soit supprimée dans certaines zones (24b) de manière telle que soit réalisée une deuxième couche résistive électriquement conductrice (26b) qui a la forme souhaitée.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la matière électriquement conductrice (18) est appliquée, et la couche de matière (14) est supprimée dans certaines zones (24) et comporte une telle matière au point qu'une couche de chauffage électrique (26) ou une couche de refroidissement électrique soit formée.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche résistive électriquement conductrice est vitrifiée, en particulier au moyen de silicone, de polyimide ou de verre soluble.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la vitrification se fait sous vide.

11. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement (28), doté d'un substrat (12 ; 12, 46) non conducteur et d'une couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b) appliquée sur le substrat (12 ; 12, 46) par projection thermique (16), projection au plasma, projection de flamme à grande vitesse, projection d'arc électrique, projection à l'autogène, projection laser ou projection de gaz froid, laquelle couche comporte une matière électriquement conductrice (18) qui a été d'abord appliquée sur la surface puis supprimée dans certaines zones (24 ; 24a, 24b) et amenée par cela à une forme souhaitée, **caractérisé en ce que** des oxydes ont été inclus localement dans la couche suite à un traitement thermique local afin d'ajuster la résistance électrique locale de la couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b).

12. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b) est vitrifiée.

13. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** sur la couche résistive électriquement conductrice (26a) réalisée repose une couche intermédiaire (46) non conductrice et **en ce que** sur la surface de cette dernière repose une deuxième couche résistive électriquement conductrice (26b) pour laquelle la couche de matière a été supprimée dans certaines zones comme pour la couche résistive (26a).

14. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** plusieurs couches résistives et couches intermédiaires sont disposées les unes au-dessus des autres.

15. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** le substrat (12 ; 12, 46) non conducteur est composé de verre, de verre à haute température ou de vitrocéramique.

16. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** la couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b) est du bismuth, du tellure, du germanium, du silicium et/ou de l'arséniure de gallium.

17. Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** pour ajuster la résistance électrique de la couche résistive électriquement conductrice (26 ; 26a, 26b) cette dernière comporte une zone terminale (34) dont la longueur est ajustable.

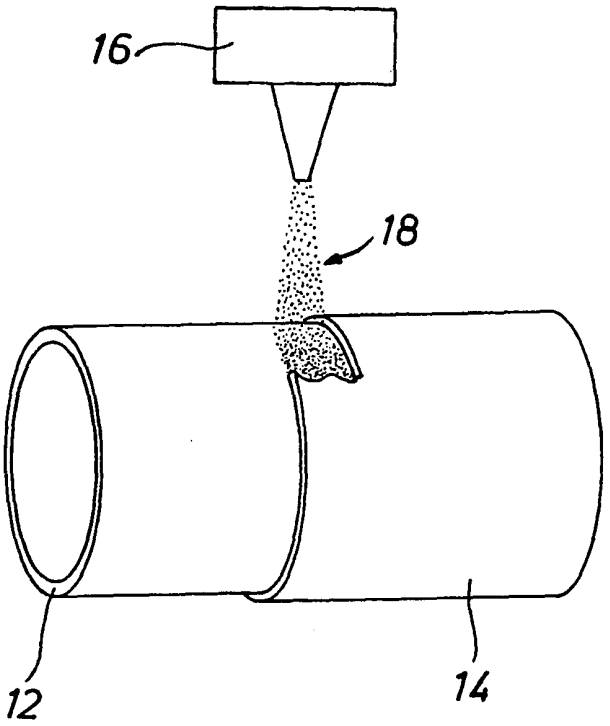


Fig. 1

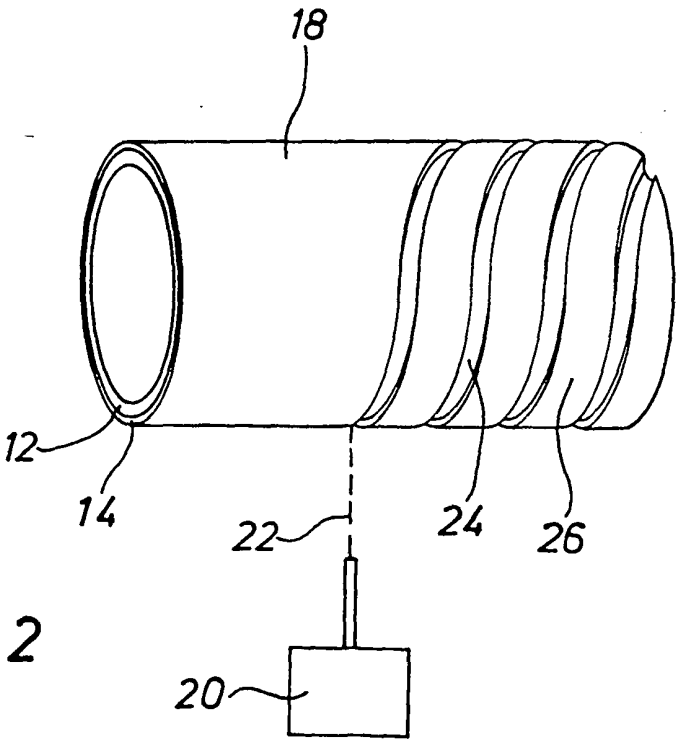


Fig. 2

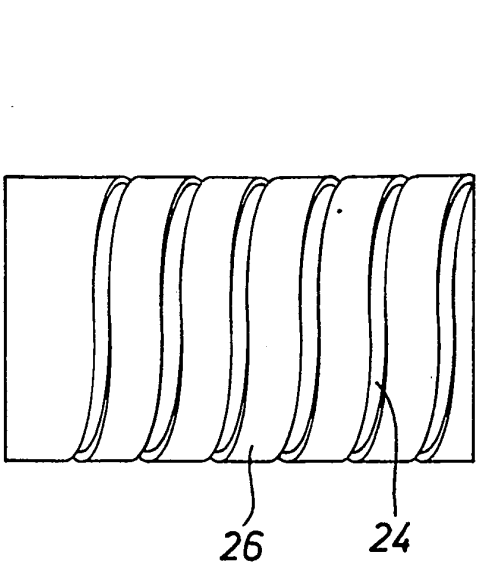


Fig. 3

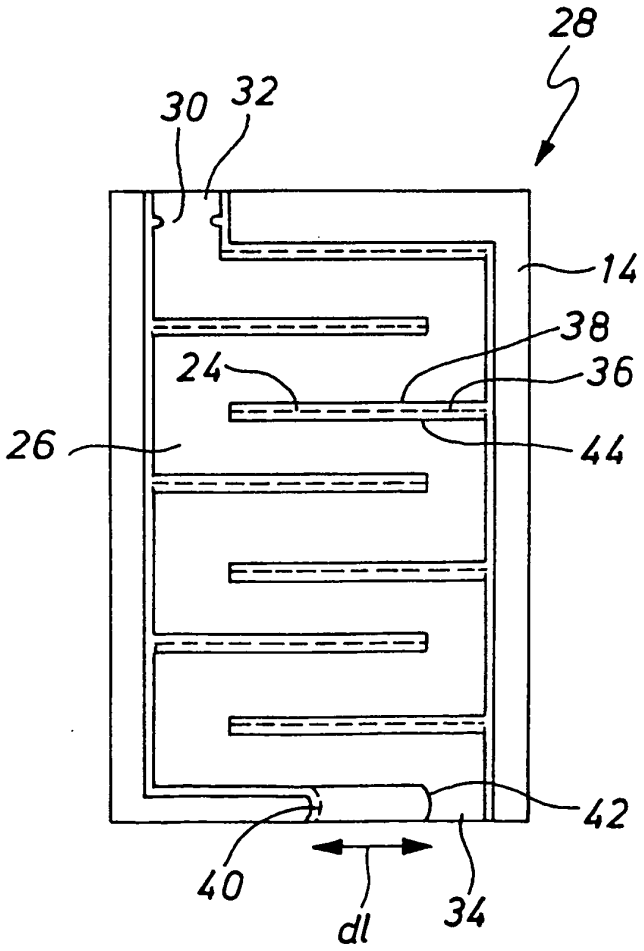


Fig. 4

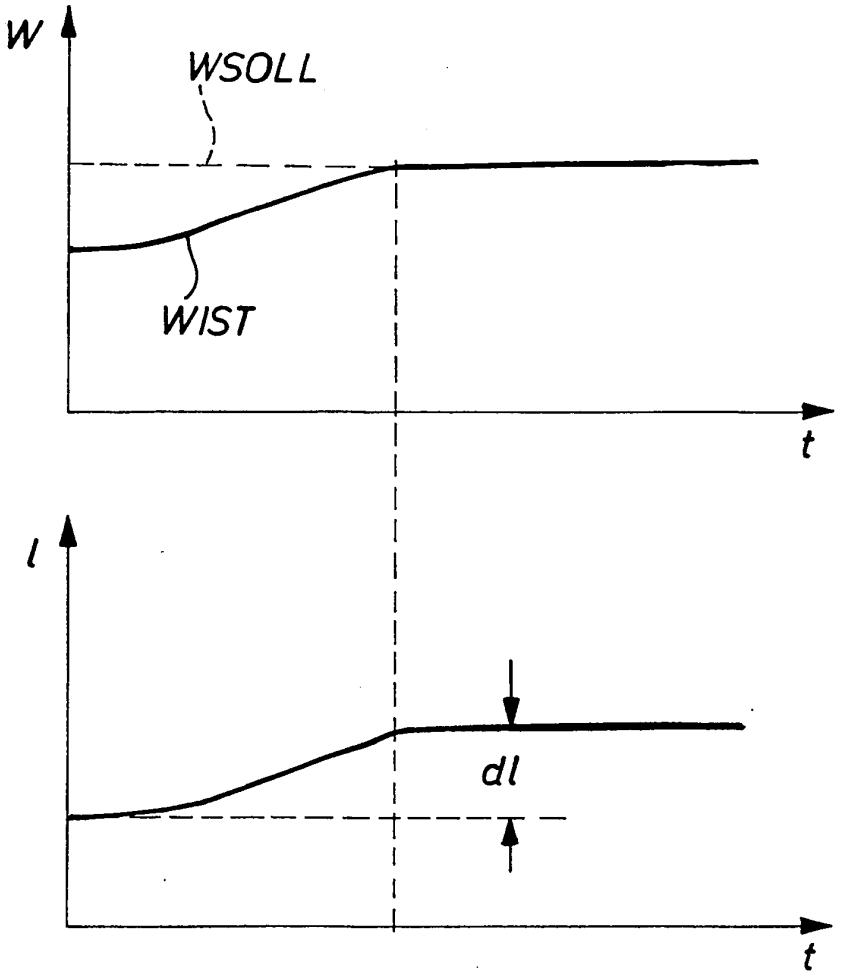


Fig. 5

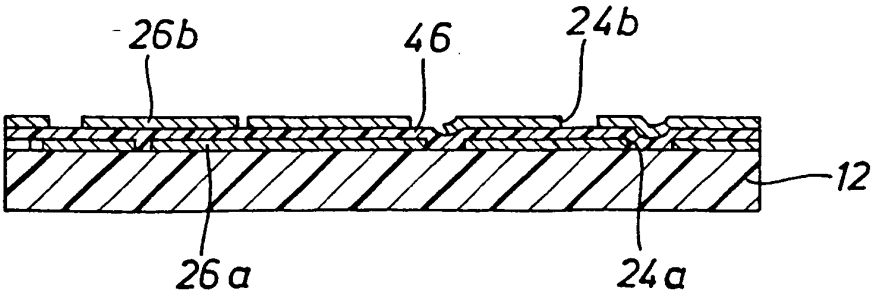


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19810848 A1 **[0002]**
- US 4566936 A **[0004]**