



(11) **EP 2 009 648 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.2014 Patentblatt 2014/05

(51) Int Cl.:
H01C 17/24 ^(2006.01) **H01C 17/242** ^(2006.01)
H05B 3/40 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08015360.4**

(22) Anmeldetag: **16.12.2002**

(54) **Heiz- und/oder Kühlvorrichtung mit mehreren Schichten**

Heating and/or cooling device with multiple layers

Dispositif de chauffage et/ou de refroidissement doté de plusieurs couches

(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:
31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
02796639.9 / 1 459 332

(73) Patentinhaber: **Watlow Electric Manufacturing
Company
St. Louis, MO 63146 (US)**

(72) Erfinder: **Russegger, Elias
5440 Gölling (AT)**

(74) Vertreter: **Dreiss
Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 399 376 GB-A- 1 018 375
US-A- 3 534 472 US-A- 3 750 049
US-A- 4 566 936**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 015, Nr. 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 Bd. 013, Nr. 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)**

EP 2 009 648 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst einen rohrförmigen Durchlauferhitzer und eine Heizplatte.

[0002] In der DE 198 10 848 A1 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 Nachteil, 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 leitenden Schicht versehen werden.

[0004] Des weiteren ist aus der EP 0 399 376 A2 eine rotierende zylindrische Heizwalze als Bestandteil eines Kopiergeräts bekannt, um kopierte Seiten thermisch zu fixieren. Dort wird mittels eines Laser-Abtrags aus einer anfangs vollzylindrischen Widerstandsschicht ein Heizelement hergestellt, welches eine Spiralstruktur erhält.

[0005] Die vorliegende Erfindung ergibt sich aus den beiliegenden Patentansprüchen.

[0006] Erfindungsgemäß 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.

[0007] 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.

[0008] Der erfindungsgemäße Durchlauferhitzer und die erfindungsgemäße Heizplatte sind besonders preiswert herstellbar und weisen eine geringe Dicke auf. Außerdem können deren Heizschichten eine komplexe Geometrie aufweisen, die an die individuellen Einsatzbedingungen, insbesondere an das zu heizende Fluid bzw. Teil angepasst ist. Beispielsweise ist die Erfindung vorteilhaft auch zum Erhitzen von solchen Teilen oder Medien geeignet, die an ihrer Oberfläche keine gleichmäßige Aufheizung vertragen oder auf eine besonders

gleichmäßige Aufheizung angewiesen sind.

[0009] Das bereichsweise Entfernen der Materialschicht kann mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgen.

[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 Verdampfung 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] Während des bereichsweisen Entfernens der Materialschicht kann der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht wenigstens mittelbar erfasst werden. Auf diese Weise ist bereits unmittelbar während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht eine präzise Qualitätskontrolle möglich.

[0014] Dabei kann ein Istwert des elektrischen Widerstandes der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert verglichen und durch bereichsweises Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht derart verändert werden, 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 Unter-

grund 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 $\pm 1\%$ 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] Die Erfassung des Istwerts des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert und Sollwert können 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] Die Materialschicht kann derart entfernt werden, 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] Die Materialschicht kann derart entfernt werden, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist. Dies ermöglicht die Ausbildung einer möglichst langen elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf einer kleinen Fläche.

[0019] Nach dem bereichsweisen Entfernen des elektrisch leitenden Materials und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht kann auf diese eine nicht leitende Zwischenschicht aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht flächig derart aufgebracht werden, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise derart entfernt werden, dass eine zweite elektrisch leitende Schicht entsteht, welche die gewünschte Form hat. Erfindungsgemäß ist es also möglich, mehrere Schichten übereinander anzuordnen. Dabei sei an dieser Stelle 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 an-

schließende Bearbeitung mittels Laserstrahlung als besonders günstig erwiesen. Darüber hinaus sind mit diesen Materialien die einschlägig bekannten technischen Effekte realisierbar.

[0021] Der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht kann durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt werden. Durch eine Erwärmung können lokal Oxide in die Schicht eingetragen werden, was sich auf die örtliche elektrische Leitfähigkeit des Materials auswirkt. Dies ermöglicht eine besonders präzise und feine Einstellung des elektrischen Widerstands.

[0022] Außerdem ist es günstig, wenn die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird. Dies hat vor allem Vorteile bei einem porösen Untergrund (beispielsweise Metall mit Al₂O₃-Zwischenschicht). Eine Versiegelung 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 Hochtemperaturglas, wie beispielsweise Ceranglas (R).

[0024] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. 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.

[0025] 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).

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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 Fig. 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 mäanderrförmig sich von einem Ende zum anderen Ende der Platte 28 erstreckende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26. Diese weist jedoch zwei Besonderheiten auf:

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.

[0033] 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:

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 Bezugs-

zeichen 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.

[0034] 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.

[0035] 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).

[0036] 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:

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.

[0037] 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.

[0038] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Material der elektrisch leitenden Schicht so gewählt, dass anstelle einer elektrischen Heizschicht eine elektrische Kühlschicht gebildet wird.

[0039] 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. Rohrförmiger Durchlauferhitzer (28) mit mehreren Schichten, die durch thermisches Spritzen aufgebracht sind, wobei die Schichten einen nicht leitenden rohrförmigen Untergrund (12), eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) und eine elektrische Isolierschicht (46) umfassen, wobei die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) auf den nicht leitenden rohrförmigen Untergrund (12) aufgebracht ist und ein elektrisch leitendes Material (14) aufweist, das zunächst durch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen aufgebracht ist und anschließend bereichsweise so entfernt wurde, dass eine gewünschte Form entsteht, und die elektrische Isolierschicht (46) auf der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) aufgebracht ist.
2. Heizplatte (28) mit mehreren Schichten, die durch thermisches Spritzen aufgebracht sind, wobei die Schichten einen nicht leitenden Untergrund (12), eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) und eine elektrische Isolierschicht (46) umfassen, wobei die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) auf den nicht leitenden Untergrund (12) aufgebracht ist und ein elektrisch leitendes Material (14) aufweist, das zunächst durch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen aufgebracht ist und anschließend bereichsweise so entfernt wurde, dass eine gewünschte Form entsteht, und die elektrische Isolierschicht (46) auf der elektrisch leitenden Wider-

standsschicht (26; 26a; 26b) aufgebracht ist.

3. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere elektrisch leitende Widerstandsschichten (26; 26a; 26b) umfasst, die durch eine entsprechende Mehrzahl von nicht leitenden Zwischenschichten (46) getrennt sind. 5
4. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht leitende Untergrund (12) ein Glasmaterial ist. 10
5. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) aus einem Material besteht, das Bismut, Tellurium, Germanium, Silizium und/oder Galliumarsenid enthält. 15
6. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bereiche des elektrisch leitenden Materials (14) mittels eines Lasers und/oder mittels eines Wasserstrahls und/oder mittels eines Pulver-Sandstrahls entfernt wurden. 20
7. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bereiche des elektrisch leitenden Materials (14) so durch einen Laser entfernt wurden, dass keine Rückstände dort, wo entfernt wurde, verbleiben. 25
8. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische leitende Widerstandsschicht (26) Mikroverschweißungen der thermisch gespritzten Partikel an der Berührungsfläche aufweist, die durch einen Anstieg der Temperatur aufgrund des Aufpralls herbeigeführt sind. 30
9. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des Bereichs (24) der entfernten elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) vergrößert ist, um eine Wärmestromdichte einzustellen. 35
10. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er/sie einen keramischen Schalter aufweist, der die Temperatur der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) überwacht. 40

11. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich eine Dicke der sich ergebenden elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a; 26b) von einer Stelle zur anderen unterscheidet. 45

12. Rohrförmiger Durchlauferhitzer bzw. Heizplatte (28) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bereich der elektrisch leitenden Widerstandsschicht eine Soll-Schmelzstelle im Sinne einer Schmelzsicherung umfasst. 50

Claims

1. Tubular flow heater (28) comprising a plurality of layers which are applied by thermal spraying, the layers comprising a non-conductive, tubular substrate (12), an electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) and an electrical insulation layer (46), the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) being applied to the non-conductive, tubular substrate (12) and comprising an electrically conductive material (14) which is initially applied by plasma spraying, high velocity oxygen fuel spraying, arc spraying, oxyacetylene spraying, laser spraying or cold gas spraying and is then removed in regions such that a desired shape is produced, and the electrical insulation layer (46) is applied to the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b). 55
2. Heated plate (28) comprising a plurality of layers which are applied by thermal spraying, the layers comprising a non-conductive substrate (12), an electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) and an electrical insulation layer (46), the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) being applied to the non-conductive substrate (12) and comprising an electrically conductive material (14) which is initially applied by plasma spraying, high velocity oxygen fuel spraying, arc spraying, oxyacetylene spraying, laser spraying or cold gas spraying and is then removed in regions such that a desired shape is produced, and the electrical insulation layer (46) is applied to the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b).
3. Tubular flow heater or heated plate (28) according to claim 1, **characterised in that** it comprises a plurality of electrically conductive resistive layers (26; 26a; 26b) which are separated by a corresponding plurality of non-conductive intermediate layers (46).
4. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the non-conductive substrate (12) is a glass material.

5. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) consists of a material which contains bismuth, tellurium, germanium, silicon and/or gallium arsenide. 5
6. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the regions of the electrically conductive material (14) are removed by means of a laser and/or by means of a water jet and/or by means of powdered sand blasting. 10
7. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the regions of the electrically conductive material (14) are removed by a laser such that no residues remain at the points where removal has taken place. 15
8. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the electrically conductive resistive layer (26) comprises micro-welds of the thermally sprayed particles on the contact surface, which are caused by an increase in the temperature owing to the impact. 20
9. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the size of the region (24) of the removed electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) is increased in order to adjust a heat flux density. 25
10. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a ceramic switch which monitors the temperature of the electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b). 30
11. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the thickness of the resulting electrically conductive resistive layer (26; 26a; 26b) differs from one point to another. 35
12. Tubular flow heater or heated plate (28) according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one region of the electrically conductive resistive layer comprises a predetermined melting point as a safety fuse. 40

Revendications

1. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre (28), comportant plusieurs couches qui ont été déposées par projection thermique, lesdites couches comportant un substrat (12) tubulaire non conduc- 55

teur, une couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice et une couche électro-isolante (46), la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice étant déposée sur le substrat (12) tubulaire non conducteur et comportant un matériau électroconducteur (14), qui est d'abord appliqué par projection plasma, projection par flamme supersonique, projection à l'arc électrique, projection autogène, projection laser ou projection à froid et qui est éliminé ensuite par zones pour réaliser une forme souhaitée, et la couche électro-isolante (46) est déposée sur la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice.

2. Plaque chauffante (28) comportant plusieurs couches qui ont été déposées par projection thermique, lesdites couches comportant un substrat (12) non conducteur, une couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice et une couche électro-isolante (46), la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice étant déposée sur le substrat (12) non conducteur et comportant un matériau électroconducteur (14), qui est d'abord appliqué par projection plasma, projection par flamme supersonique, projection à l'arc électrique, projection autogène, projection laser ou projection à froid et qui est éliminé ensuite par zones pour réaliser une forme souhaitée, et la couche électro-isolante (46) est déposée sur la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice.
3. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il/elle** comporte plusieurs couches résistives (26; 26a; 26b) électroconductrices, qui sont séparées par un nombre correspondant de couches intermédiaires (46) non conductrices.
4. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le substrat (12) non conducteur est un matériau en verre.
5. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche résistive (26; 26a 26b) électroconductrice est réalisée dans un matériau contenant du bismuth, du tellure, du germanium, du silicium et/ou de l'arséniure de gallium.
6. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de matériau électroconducteur (14) ont été éliminées au moyen d'un laser et/ou d'un jet d'eau et/ou d'un jet de sable et poudre.
7. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre

ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de matériau électroconducteur (14) ont été éliminées au moyen d'un laser, de telle sorte qu'il ne subsiste aucun résidu dans les zones éliminées. 5

8. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche résistive (26) électroconductrice comporte, sur la surface de contact, des microsoudures des particules déposées par projection thermique, qui ont été générées par une montée de la température due à l'impact. 10
15
9. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la taille de la zone (24) de la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice éliminée est agrandie pour définir une densité de flux thermique. 20
10. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il/elle** comporte un commutateur céramique qui contrôle la température de la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice. 25
30
11. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la couche résistive (26; 26a; 26b) électroconductrice obtenue varie d'un emplacement à l'autre. 35
12. Dispositif de chauffage tubulaire à écoulement libre ou plaque chauffante (28) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au moins** une zone de la couche résistive électroconductrice comporte une zone destinée à la fusion dans le sens d'un coupe-circuit. 40
45
50
55

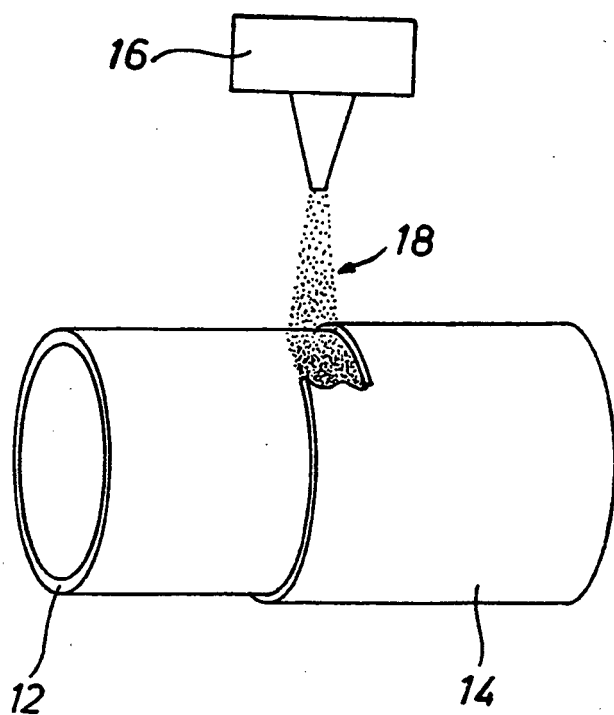


Fig. 1

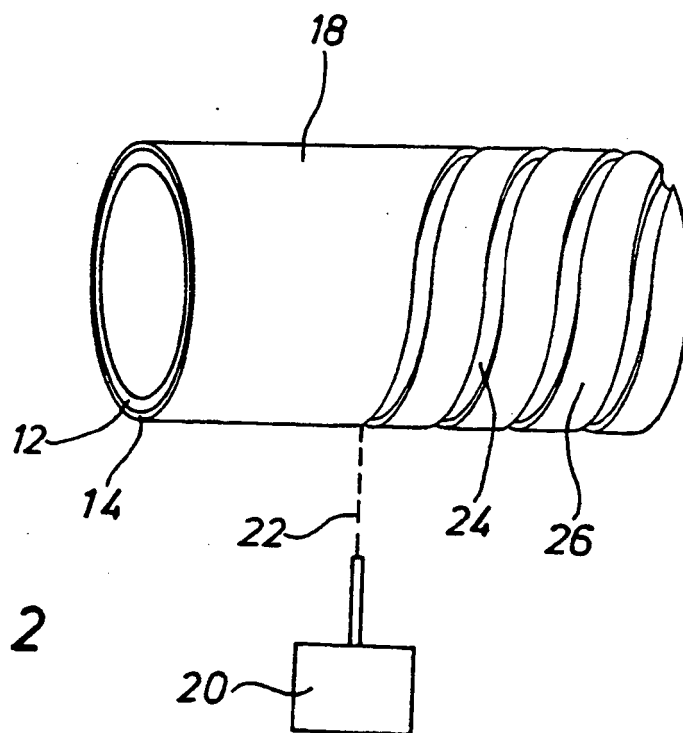
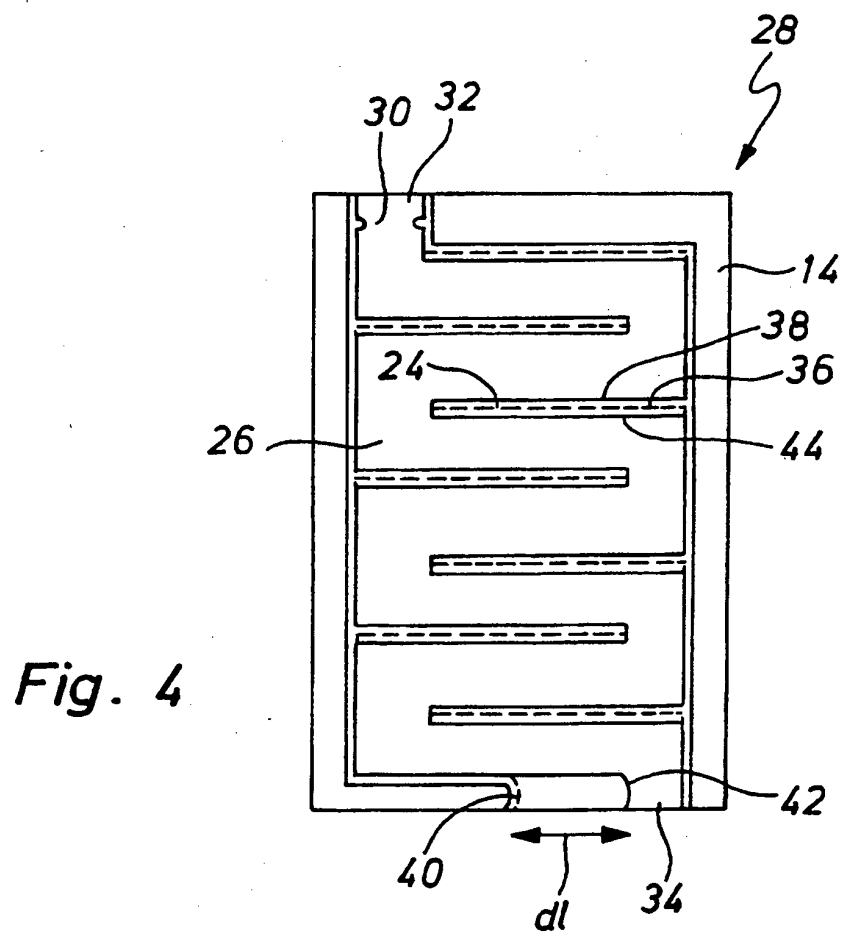
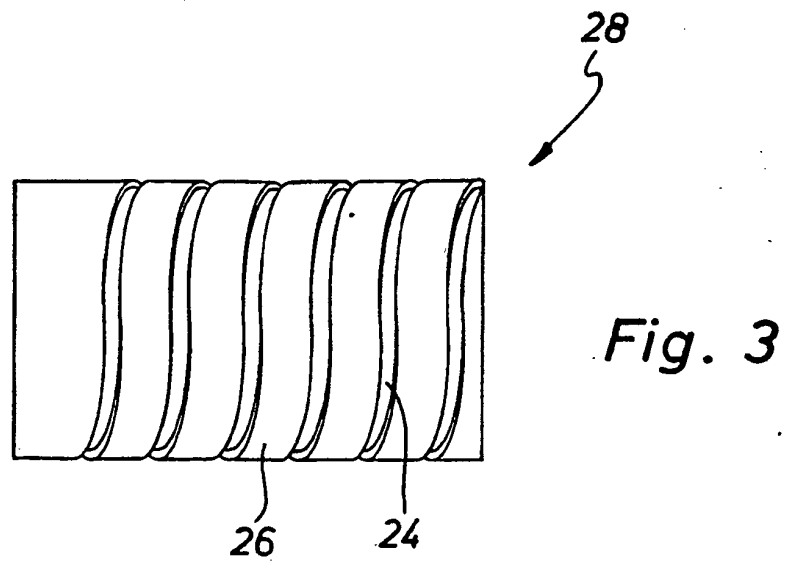


Fig. 2



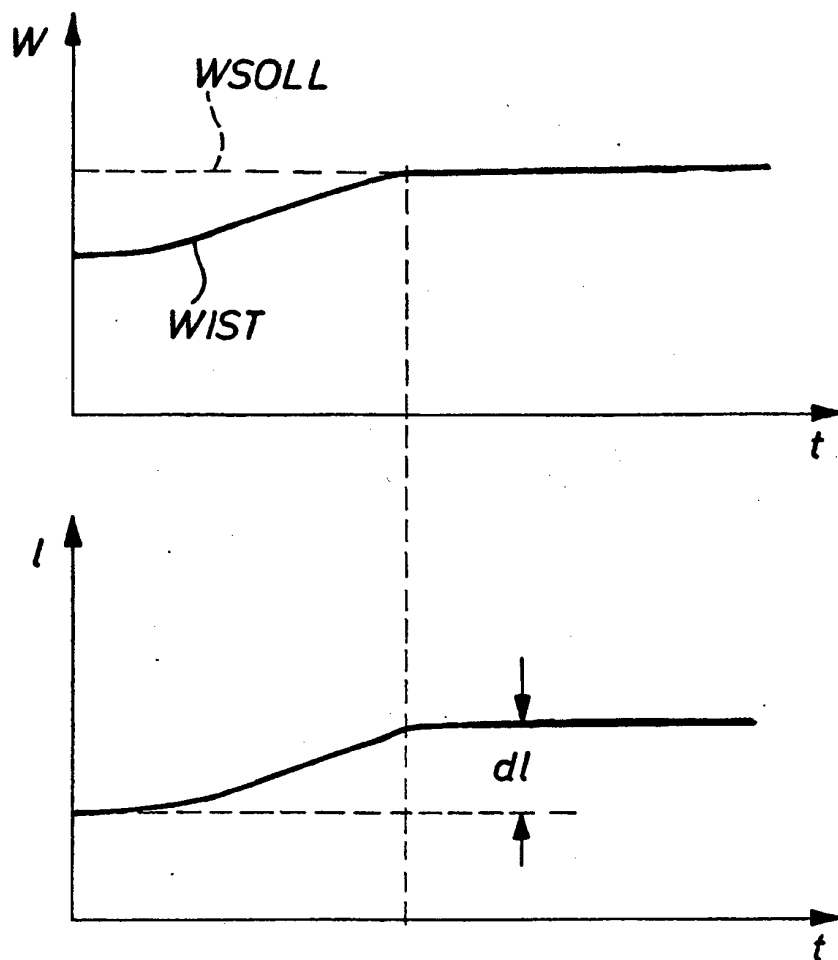


Fig. 5

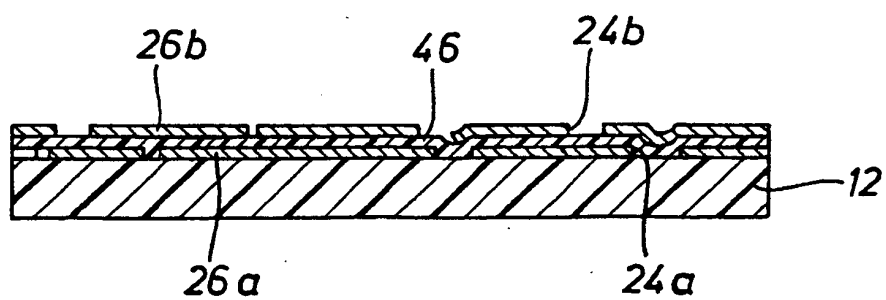


Fig. 6

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]
- EP 0399376 A2 [0004]