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

(11) **EP 1 631 393 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2009 Patentblatt 2009/12

(21) Anmeldenummer: **04733794.4**

(22) Anmeldetag: **19.05.2004**

(51) Int Cl.:
B05D 3/02 *(2006.01)* ***B05D 1/24*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/005442

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/103579 (02.12.2004 Gazette 2004/49)

(54) VERFAHREN ZUR SINTERBESCHICHTUNG

METHOD FOR SINTER COATING

PROCEDE D'ENDUCTION PAR FRITTAGE

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

(30) Priorität: **20.05.2003 DE 10322678**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2006 Patentblatt 2006/10

(73) Patentinhaber: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
- **STEGMAIER, Hermann**
  73560 Böbingen/Rems (DE)
- **EBERLE, Jürgen**
  89134 Blaustein (DE)
- **SCHIFFER, Thomas**
  45721 Haltern (DE)
- **HEINRICH, Dirk**
  45699 Herten (DE)
- **WÖNICKER, Hans-Joachim**
  70565 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 2 974 060

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 1 631 393 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sinterbeschichtung eines Werkstücks sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

[0002] Verfahren zum Erzeugen von Schutzschichten auf Metalloberflächen, insbesondere von Drahtwaren und Metallkleinteilen, durch Aufsintern von Kunststoffpulver sind seit langem bekannt und gebräuchlich. Zur Durchführung derartiger Verfahren geeignete Kunststoffpulver werden z.B. von der DEGUSSA AG, Marl, unter dem Handelsnamen VESTOSINT angeboten.

[0003] Die Sinterbeschichtung eines Werkstücks läuft herkömmlicherweise in der Weise ab, dass das Werkstück zunächst auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des aufzusinternden Materials erhitzt wird und dann mit dem - im Allgemeinen pulverförmigen - Material in Kontakt gebracht wird. Der Kontakt findet bei Umgebungstemperaturen statt, die notwendigerweise unter der Schmelztemperatur des Sintermaterials liegen müssen, so dass das Werkstück während des Kontakts mit dem Sintermaterial Wärme verliert und schließlich die Schmelztemperatur des Sintermaterials unterschreitet, wodurch der Sinterprozess zum Erliegen kommt. Die Dicke der bis dahin auf dem Werkstück abgeschiedenen Schicht ist proportional zu der Zeitspanne zwischen dem Beginn des Kontakts mit dem Sintermaterial und dem Zeitpunkt, an dem dessen Schmelztemperatur unterschritten wird. Wenn das zu beschichtende Werkstück eine geringe Materialstärke hat, verläuft die Abkühlung schneller als bei einem Werkstück mit höherer Materialstärke, so dass, um gleiche Schichtdicken auf Werkstücken mit unterschiedlichen Materialstärken zu erzielen, die Temperaturen unterschiedlich sein müssen, auf die die Werkstücke erhitzt werden, bevor sie mit dem Sintermaterial in Kontakt gebracht werden. Bei einfach geformten Werkstücken mit homogener Materialzusammensetzung und gleichbleibender Wandstärke können somit Sinterbeschichtungen mit einer gewünschten Beschichtungsstärke durch geeignete Wahl der Temperatur, mit der Werkstücke mit dem Sintermaterial in Kontakt gebracht werden, erzielt werden.

[0004] Bei Werkstücken mit ungleichmäßigen Wandstärken oder inhomogener Materialzusammensetzung, allgemeiner gesagt bei Werkstücken, die Abschnitte mit unterschiedlicher oberflächenbezogener Wärmekapazität aufweisen, führt dies zu dem Problem, dass die Sinterschichten, die sich auf einem Abschnitt hoher oberflächenbezogener Wärmekapazität ablagern, bevor dieser unter die Schmelztemperatur des Sintermaterials abkühlt, größer sind als bei einem Abschnitt mit niedriger oberflächenbezogener Wärmekapazität. Es ist daher schwierig, solche Werkstücke mit einer Beschichtung von gleichbleibender Dicke zu versehen. Wenn auf den Abschnitten mit niedriger oberflächenbezogener Wärmekapazität eine Mindestschichtdicke erreicht werden muss, so muss in Kauf genommen werden, dass die entstehende Schicht an anderen Abschnitten dicker wird. Dies führt nicht nur zu unerwünschten Mehrkosten aufgrund unnötigen Verbrauchs an Sintermaterial, sondern die unterschiedlichen Schichtdicken erhöhen auch die Wahrscheinlichkeit von Defekten der Sinterschicht, die deren Schutzwirkung für das darunterliegende Werkstück beeinträchtigen.

[0005] Um dieses Problem zu lösen, sind Schockerhitzungsverfahren vorgeschlagen worden, bei denen die Erhitzung des Werkstücks abgebrochen wird, bevor dieses eine homogene Temperaturverteilung erreicht hat. Dadurch wird erreicht, dass beim Inkontaktbringen mit dem Sintermaterial Abschnitte des Werkstücks mit geringer oberflächenbezogener Wärmekapazität eine höhere Temperatur als solche mit niedriger oberflächenbezogener Wärmekapazität haben, so dass die Zeitspannen bis zum Abkühlen unter die Schmelztemperatur und damit die entstehenden Schichtdicken für beide Abschnitte ungefähr gleich werden. Prinzipiell sollte man annehmen, dass mit einem solchen Verfahren durch geeignete Wahl der Erhitzungsbedingungen, d.h. der Endtemperatur, die sich an einem Werkstück einstellen würde, wenn es ständig den Bedingungen der Schockerhitzung ausgesetzt wäre, und der Zeitspanne, in der das Werkstück der Schockerhitzung ausgesetzt ist, innerhalb gewisser Obergrenzen Temperaturunterschiede zwischen Abschnitten unterschiedlicher Wärmekapazität einstellen und auf gleiche Abscheideschichtdicken optimieren lassen. Es hat sich jedoch in Versuchen herausgestellt, dass auf diese Weise keine befriedigenden Schichtqualitäten zu erzielen waren, und dass insbesondere in Übergangsbereichen zwischen Abschnitten mit unterschiedlichen oberfiächenbezogenen Wärmekapazitäten die Neigung zu Schichtdefekten groß war.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die die Erzeugung von Sinterschichten hoher Qualität und homogener Dicke auf Werkstücken erlauben, die Abschnitte mit unterschiedlichen oberflächenbezogenen Wärmekapazitäten aufweisen.

[0007] Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass dieses Ziel erreichbar ist, indem dem herkömmlichen Schockerhitzen ein Schritt des Vorwärmens des Werkstücks vorgeschaltet wird, wobei die Vorwärmbedingungen so gewählt sind, dass sie bei fortlaufender Einwirkung auf das Werkstück dieses auf eine Temperatur bringen, die zwischen der Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials und derjenigen Temperatur liegt, die das Werkstück erreichen würde, wenn es den Bedingungen der Schockerhitzung ständig ausgesetzt wäre.

[0008] Es wird vermutet, dass die Wirksamkeit des Verfahrens darauf beruht, dass der bei dem herkömmlichen Schockerhitzen vorhandene starke Temperaturgradient zwischen der Oberfläche und dem Inneren eines Abschnitts mit hoher oberflächenbezogener Wärmekapazität durch den Vorwärmschritt verringert ist, und dass dadurch die Bedeutung des internen Temperaturausgleichs innerhalb des Werkstücks für die Abkühlung von

dessen Oberfläche verringert ist. Während bei der einfachen Schockerhitzung ohne Vorwärmen vertiefte Oberflächenregionen des Werkstücks, insbesondere an einer Grenze zwischen Abschnitten unterschiedlicher oberflächenbezogener Wärmekapazität, aufgrund ihrer geschützten Lage vergleichsweise wenig Wärme aufnehmen und dementsprechend beim Beschichten schnell auskühlen, behalten derartige Bereiche beim erfindungsgemäßen Verfahren durch die Vorwärmung eine zum Aufsintern geeignete Temperatur länger bei, so dass auch in diesen Problemzonen eine Schicht guter Qualität entsteht.

[0009] Sowohl das Vorwärmen als auch das Schokkerhitzen erfolgen vorzugsweise durch Einbringen des Werkstücks in jeweils ein Wärmebad, insbesondere in Form eines Ofens. Dabei sollte die Verweilzeit des Werkstücks im zweiten Wärmebad, d.h. der Vorwärmschritt, vorzugsweise länger dauern als der Aufenthalt im ersten Wärmebad, d.h. die Schockerhitzung. In einer Beschichtungsanlage werden diese unterschiedlichen Verweilzeiten vorzugsweise dadurch realisiert, dass die Ausdehnung des Vorwärmofens entlang einer Förderstrecke für zu beschichtende Werkstücke größer ist als die des Ofens zum Schockerhitzen.

[0010] Wenn sich das Werkstück im Laufe des Aufsinterns langsam abkühlt, kann in einer Schlussphase durch unvollständiges Schmelzen des Sintermaterials einer raue Oberfläche entstehen. Um die Qualität der Oberfläche zu verbessern, ist es zweckmäßig, nach dem Aufbringen des Sintermaterials das Werkstück wenigstens oberflächlich zumindest bis auf die Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials nachzuerhitzen, um so eine Glättung der Oberfläche zu erreichen.

[0011] Das Aufbringen des Sintermaterials auf das Werkstück erfolgt vorzugsweise durch Einführen des erhitzten Werkstücks in das Sintermaterial in fluidisiertem Zustand.

[0012] Als Sintermaterial ist ein Polyamid-Pulver wie das bereits erwähnte VESTOSINT-Pulver geeignet. Dieses hat einen Schmelzpunkt von 176 °C; daher ist eine Temperatur des zweiten Wärmebades zwischen 240 und 340 °C zum Vorwärmen geeignet; zum Schockerhitzen ist eine Temperatur des ersten Wärmebades zwischen 390 und 420 °C bevorzugt.

[0013] Die Schockerhitzung wird zweckmäßigerweise abgebrochen, wenn der Abschnitt mit der höheren oberflächenbezogenen Wärmekapazität eine mittlere Temperatur erreicht hat, die in einem Bereich zwischen 300 und 370 °C ausgewählt ist. Die konkret ausgewählte Temperatur ist abhängig vom Verhältnis der oberflächenbezogenen Wärmekapazitäten; je unterschiedlicher diese sind, um so niedriger muss die Abbruchtemperatur gewählt werden, um gleiche Schichtdicken auf den verschiedenen Abschnitten des Werkstücks zu gewährleisten.

[0014] Eine bevorzugte Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Beschichtung eines Wärmetauschers, insbesondere eines Verflüssigers für ein Kältegerät, wobei der Abschnitt mit hoher oberflächenbezogener Wärmekapazität eine Rohrleitung für ein Wärmeträgerfluid ist und der Abschnitt mit niedriger oberflächenbezogener Wärmekapazität ein an der Rohrleitung befestigter Draht ist.

[0015] Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 einen Wärmetauscher als Beispiel für ein Werkstück, an dem das Verfahren ausführbar ist;

Fig. 2 ein Blockdiagramm einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens; und

Fig. 3 Oberflächentemperaturen des Verflüssigers als Funktion der Zeit beim Erhitzen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0016] Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht einen Ausschnitt eines an sich bekannten Verflüssigers in Draht-Rohr-Bauweise für ein Kältegerät, auf den das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren vorteilhaft anwendbar ist. Ein solcher Verdampfer ist im Wesentlichen aufgebaut aus zwei verschiedenen Typen von Elementen, einem zickzackförmig gebogenen Stahlrohr 1 und einer Vielzahl von Drähten 2, die jeweils quer zu geradlinigen Abschnitten des Stahlrohrs 1 angeordnet sind und diese miteinander verbinden. Die Drähte 2 dienen somit gleichzeitig zur Versteifung des Verdampfers als auch zur Vergrößerung von dessen wärmeaustauschender Oberfläche.

[0017] Das Stahlrohr 1 hat typischerweise einen Außendurchmesser von 8 mm und eine Wandstärke von 1 mm. Die Drähte 2 sind massiv mit einem typischen Durchmesser von 1,6 mm. Die Drähte 2 sind an dem Stahlrohr 1 durch Punktschweißen, Löten oder andere geeignete Techniken befestigt, wobei im Kontaktbereich 3 zwischen Rohr 1 und Draht 2 enge, schlecht zugängliche Winkel 4 entstehen.

[0018] Wie man leicht sieht, ist die Materialmenge pro Oberflächeneinheit beim Rohr 1 deutlich größer als bei den Drähten 2, und zwar bei den hier gewählten Abmessungen um einen Faktor von ca. 2,5. Dementsprechend ist auch die Wärmekapazität pro Oberflächeneinheit bei den Drähten 2 deutlich geringer als bei dem Rohr 1, so dass erstere sich in einem Wärmebad deutlich schneller erwärmen als letztere.

[0019] Die in Fig. 2 stark schematisiert dargestellte Beschichtungsvorrichtung umfasst eine Fördereinrichtung 5, an der jeweils Gruppen aus mehreren Wärmetauschern 6 befestigbar sind. Die Gruppen von Wärmetauschern 6 werden durch schrittweise Bewegungen der Fördereinrichtung 5 durch die Beschichtungsvorrichtung gefördert, wobei die Zeitspannen zwischen aufeinanderfolgenden Förderschritten z.B. 20 bis 40 s betragen können.

[0020] Die Wärmetauscher 6 durchlaufen auf ihrem Weg durch die Beschichtungsvorrichtung zunächst einen Vorheizofen 7, der durch einen Vorheizbrenner 8 auf einer festen Temperatur zwischen 200 und 340 °C, hier bei 240 °C, gehalten wird. Die Länge des Vorheizofens 7 ist so gewählt, dass zwei Gruppen von Wärmetauschern hineinpassen bzw. zwei Förderschritte erforderlich sind, um eine Gruppe durch den Vorheizofen 7 hindurch zu befördern.

[0021] An den Vorheizofen 7 schließt sich unmittelbar ein Schockerhitzungsofen 9 an, der durch einen weiteren Brenner 10 auf einer zwischen 390 und 420 °C festgelegten Temperatur gehalten wird. Die zwei Öfen 7, 9 können durch eine in der Figur als gestrichelte Linie angedeutete Schleuse 15 voneinander abgegrenzt sein; dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Der Schockerhitzungsofen 9 bietet Platz für eine Gruppe von Wärmetauschern 6; ihre Verweildauer in dem Ofen 9 entspricht daher der Zeitspanne zwischen zwei Förderschritten der Fördereinrichtung 5.

[0022] Im Anschluss an den Schockerhitzungsofen 9 ist ein Fließbett 11 vorgesehen, das fluidisiertes Polyamid-Pulver enthält. Die Fördereinrichtung 5 weist (nicht dargestellte) Stellglieder zum Absenken einer Gruppe von Wärmetauschern 6 in das Fließbett 11 und zum Wiederanheben der Gruppe auf. Das Fließbett 11 bietet Platz für eine Gruppe von Wärmetauschern 6, so dass die maximale Verweildauer der Wärmetauscher darin dem Zeitabstand zwischen zwei Förderschritten der Fördereinrichtung 5 entspricht. Die tatsächliche Verweildauer im Fließbett 11 kann jedoch demgegenüber beliebig abgekürzt werden, indem die Wärmetauscher 6 zu einem im Prinzip beliebig wählbaren Zeitpunkt zwischen zwei Förderschritten der Fördereinrichtung 5 aus dem Fließbett 11 herausgehoben werden.

[0023] Die im Fließbett 11 mit einer Polyamid-Beschichtung versehenen Wärmetauscher 6 erreichen schließlich einen Nachheizofen 12, in dem sie erneut auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des Polyamid-Pulvers erhitzt werden. Der Nachheizofen 12 ist hierfür durch einen Brenner 13 auf einer Temperatur von 240 °C gehalten. Dieser Nachheizofen 12 dient der Verbesserung der Qualität der auf den Wärmetauschern 6 abgeschiedenen Polyamid-Schichten. Diese können nämlich bei ihrem Austritt aus dem Fließbett 11 eine gewisse Rauigkeit aufweisen, die darauf zurückzuführen ist, dass gegen Ende der Abscheidung des Sintermaterials auf den Wärmetauschern deren Temperatur soweit abgefallen sein kann, dass sie zum vollständigen Aufschmelzen der Sintermaterialkörner nicht mehr reicht. Der Nachheizofen 12 bietet Platz für zwei Gruppen von Wärmetauschern 6, so dass zwei Schritte der Fördereinrichtung 3 erforderlich sind, um die Wärmetauscher 6 durch den Nachheizofen 12 hindurch zu befördern.

[0024] Im Anschluss an den Nachheizofen 12 ist noch ein Tauchbecken 14 vorgesehen, in dem die fertig beschichteten Wärmetauscher 6 abgeschreckt werden.

[0025] Fig. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf der Oberflächentemperaturen von Drähten und Rohr eines Wärmetauschers 6 auf dessen Weg durch die Öfen 7 und 9. Die Erwärmung beginnt zum Zeitpunkt t=0 mit dem Eintritt des Wärmetauschers in den Vorheizofen 7. Die Temperatur in dessen Innerem beträgt 240 °C; die Temperatur der Drähte 2, dargestellt durch eine Kurve 16, nähert sich diesem Wert schneller als die durch eine Kurve 17 dargestellte Temperatur des Rohrs 1. Während der Verweilzeit des Wärmetauschers 6 im Vorheizofen 7 erreichen weder die Drähte noch das Rohr die Lufttemperatur des Vorheizofens; die Temperatur der Drähte ist nach 60 s mit ca. 220 °C nahezu angeglichen; die des Rohrs liegt mit ca. 170 °C deutlich darunter.

[0026] Zum Zeitpunkt t=60 s wird der Wärmetauscher 6 in den Schockerhitzungsofen 9 gebracht, wo er einer Temperatur von 420 °C ausgesetzt ist. Wenn zum Zeitpunkt t=90 s der Wärmetauscher aus dem Schockerhitzungsofen 9 entnommen und zum Fließbett 11 weiter transportiert wird, haben die Drähte eine Temperatur von knapp über 400 °C erreicht; die Oberflächentemperatur des Rohrs beträgt ca. 330 °C. Zwischen der Oberfläche des Rohrs und seinem Inneren besteht eine Temperaturdifferenz von 10 bis 15 °C. Dies bedeutet, dass auch Oberflächenbereiche des Rohrs, die unmittelbar einer Verbindungsstelle 3 zu einem Draht 2 benachbart sind, und die deshalb durch Kontakt mit heißem Gas in den Öfen 5 und 7 nur vergleichsweise wenig effizient erhitzt werden, eine Temperatur in gleicher Größenordnung erreicht haben. Sie kühlen daher nicht wie im herkömmlichen Falle des Schockerhitzens in einem einzigen Schritt stark durch Wärmeabfluss ins Innere des Rohrs aus, sondern im Wesentlichen nur dadurch, dass das Rohr Wärme an das Fließbett abgibt, in das es eingetaucht ist. Diese Abkühlung läuft an den Berührungsstellen 3 zwischen Draht 2 und Rohr 1 nicht schneller ab als an anderen Bereichen des Rohrs. Vielmehr ist an beim Beschichten problematischen Stellen wie etwa den engen Spalten 4 im Kontaktbereich zwischen Draht und Rohr die Wärmeabgabe an das Fließbett aufgrund der geschützten Lage dieser Stellen langsamer als an freiliegenden Oberflächenbereichen des Rohrs, so dass damit zu rechnen ist, dass an diesen Stellen eine zum Schmelzen des Beschichtungsmaterials ausreichende Temperatur länger bestehen bleibt als anderen Orts, wodurch der schwierige Zugang des Beschichtungsmaterials zu diesen Stellen kompensiert wird und eine Schicht mit gleichmäßiger Dicke und hoher Qualität auch an diesen Problemstellen erhalten wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sinterbeschichtung eines Werkstücks (6), das aus wenigstens zwei Abschnitten (1, 2) mit unterschiedlicher oberflächenbezogener Wärmekapazität gebildet ist, mit einem Schritt des Schockerhitzens des Werkstücks (6) unter Bedingungen, die bei fortdauernder Einwirkung auf das Werkstück (6)

dieses auf eine erste Temperatur bringen, und der beendet wird, bevor sich die Temperatur des Abschnitts (1) mit der größeren oberflächenbezogenen Wärmekapazität an diese erste Temperatur angleicht, und dem anschließenden Schritt des Aufbringens des Sintermaterials auf das Werkstück (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schockerhitzen ein Schritt des Vorwärmens des Werkstücks (6) unter Bedingungen vorangeht, die bei fortlaufender Einwirkung auf das Werkstück (6) dieses auf eine zweite Temperatur zwischen der Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials und der ersten Temperatur bringen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Schockerhitzens das Einbringen des Werkstücks (6) in ein erstes Wärmebad (9) mit der ersten Temperatur umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Vorwärmens das Einbringen des Werkstücks (6) in ein zweites Wärmebad (7) mit der zweiten Temperatur umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verweilzeit des Werkstücks (6) im zweiten Wärmebad (7) länger als im ersten Wärmebad (9) ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Aufbringen des Sintermaterials ein Schritt des Nacherhitzens wenigstens der Oberfläche des Werkstücks (6) auf wenigstens die Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials folgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen des Sintermaterials durch Einführen des erhitzten Werkstücks (6) in das fluidisierte Sintermaterial erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sintermaterial ein Polyamid-Pulver ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des zweiten Wärmebades (7) zwischen 200 und 340°C beträgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des ersten Wärmebades (9) zwischen 390 und 420°C liegt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 und Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schockerwärmung abgebrochen wird, wenn der Abschnitt (1) mit der höheren oberflächenbezogenen Wärmekapazität eine in einem Bereich zwischen 300 und 370°C ausgewählte mittlere Temperatur erreicht hat.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück ein Wärmetauscher ist, wobei der Abschnitt mit hoher oberflächenbezogener Wärmekapazität eine Rohrleitung (1) ist und der Abschnitt mit niedriger oberflächeribezogener Wärmekapazität ein an der Rohrleitung befestigter Draht (2) ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher ein Verflüssiger für ein Kältegerät ist.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit jeweils einem Ofen (7, 9) zum Durchführen des Vorwärmens und des Schockerhitzens und einem Fließbett (11) zum Durchführen des Beschichtens, das an einer Förderstrecke (5) für zu beschichtende Werkstücke (6) nach den Öfen (7, 9) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausdehnung des Ofens zum Vorwärmen (7) entlang der Förderstrecke (5) größer ist als die des Ofens zum Schockerhitzen (9).

Claims

1. A method for sinter coating a workpiece (6) formed from at least two sections (1, 2) of different surface-related heat capacity, comprising a step of shock heating the workpiece (6) under conditions which, with continuing effect on the workpiece (6), bring this to a first temperature and which is stopped before the temperature of the section (1) with the greater surface-related heat capacity matches said first temperature, and the subsequent step of application of the sinter material to the workpiece (6), **characterised in that** the shock heating is preceded by a step of pre-heating the workpiece (6) under conditions which, with continuing effect on the workpiece (6), bring this to a second temperature between the fusion temperature of the coating material and the first temperature.

2. The method according to claim 1, **characterised in that** the shock heating step involves inserting the workpiece (6) into a first thermal bath (9) at the first temperature.

3. The method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the pre-heating step involves inserting the workpiece (6) into a second thermal bath

(7) at the second temperature.

4. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the residence time of the workpiece (6) in the second thermal (9) bath is longer than that in the first thermal bath (9).

5. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the application of the sinter material is followed by a step of after-heating at least the surface of the workpiece (6) to at least the fusion temperature of the coating material.

6. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the application of the sinter material is accomplished by introducing the heated workpiece (6) into the fluidised sinter material.

7. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sinter material is a polyamide powder.

8. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the temperature of the second thermal bath (7) is between 200 and 340 °C.

9. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the temperature of the first thermal bath (9) is between 390 and 420 °C.

10. The method according to claim 8 and claim 9, **characterised in that** the shock heating is interrupted when the section (1) having the higher surface-related heat capacity has reached an average temperature selected in a range between 300 and 370 °C.

11. The method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the workpiece is a heat exchanger, wherein the section having the higher surface-related heat capacity is a pipe (1) and the section having the lower surface-related heat capacity is a wire (2) affixed to the pipe.

12. The method according to claim 10, **characterised in that** the heat exchanger is a condenser for a refrigerator.

13. A device for implementing the method according to any one of the preceding claims, comprising respectively one furnace (7, 9) for carrying out the pre-heating and the shock heating and a fluidised bed (11) for carrying out the coating which is arranged on a conveying section (5) for the workpieces (6) to be coated to the furnaces (7, 9).

14. The device according to claim 13, **characterised in that** the extension of the furnace for the pre-heating (7) along the conveying section (5) is greater than the extension of the furnace for the shock heating (9).

Revendications

1. Procédé d'enduction par frittage d'une pièce (6) qui est formée d'au moins deux parties (1, 2) avec une capacité thermique spécifique à la surface différente, comprenant une étape de réchauffement par choc de la pièce (6) dans des conditions qui amènent la pièce (6) à une première température dans le cas d'un effet permanent sur la pièce, et qui se termine avant que la température de la partie (1) avec la capacité thermique spécifique à la surface plus grande s'adapte à cette première température, et l'étape consécutive d'application du matériau de frittage sur la pièce (6), **caractérisé en ce que** le réchauffement par choc est précédé d'une étape de préchauffage de la pièce (6) dans des conditions qui, en cas d'effet continu sur la pièce (6), l'amènent à une seconde température entre la température de fusion du matériau de revêtement et la première température.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape du réchauffement par choc comporte l'introduction de la pièce (6) dans un premier bain de chaleur avec la première température.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'étape du préchauffage comporte l'introduction de la pièce (6) dans un second bain de chaleur (7) avec la seconde température.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce** le temps de séjour de la pièce (6) dans le second bain de chaleur (7) est plus long que dans le premier bain de chaleur (9).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'application du matériau de frittage est suivie d'une étape de réchauffement complémentaire au moins de la surface de la pièce (6) jusqu'à au moins la température de fusion du matériau d'enduction.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'application du matériau de frittage s'effectue par l'introduction de la pièce (6) réchauffée dans le matériau de frittage fluidisé.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau de frittage est une poudre de polyamide.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** la température du second bain de chaleur (7) se situe entre 200 et 340°C.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température du premier bain de chaleur (9) se situe entre 390 et 420°C.

10. Procédé selon la revendication 8 et la revendication 9, **caractérisé en ce que** le réchauffement par choc est interrompu lorsque la partie (1) présentant la capacité thermique spécifique à la surface supérieure a atteint une température moyenne choisie dans une plage comprise entre 300 et 370°C.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce est un échangeur de chaleur, la partie présentant la capacité thermique spécifique à la surface élevée est une conduite (1) et la partie présentant la capacité thermique spécifique à la surface faible est un fil (2) fixé sur la conduite.

12. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur est un condenseur pour un appareil frigorifique.

13. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant respectivement un four (7, 9) pour la mise en oeuvre du préchauffage et du réchauffement par choc et un lit fluidisé (11) pour la réalisation de l'enduction, qui est disposé sur un tronçon de transport (5) pour des pièces (6) à enduire après les fours (7, 9).

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la dilatation du four pour le préchauffage (7) le long du tronçon de transport (5) est supérieure à celle du four pour le réchauffement par choc (9).

Fig. 1

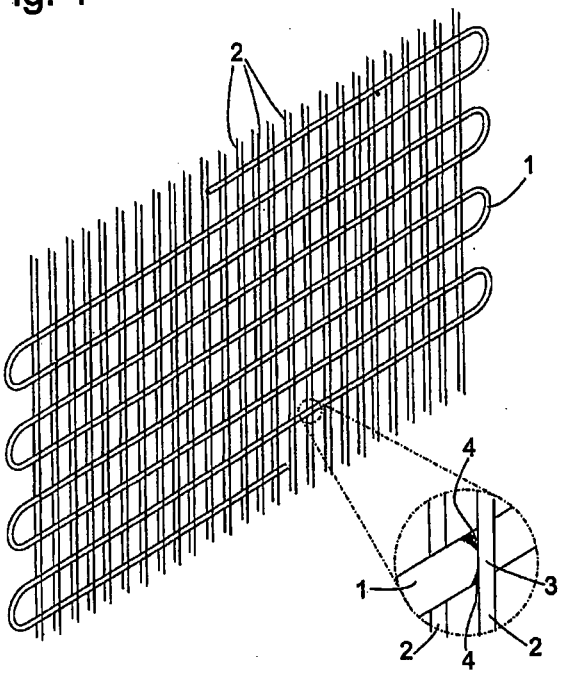


Fig. 2

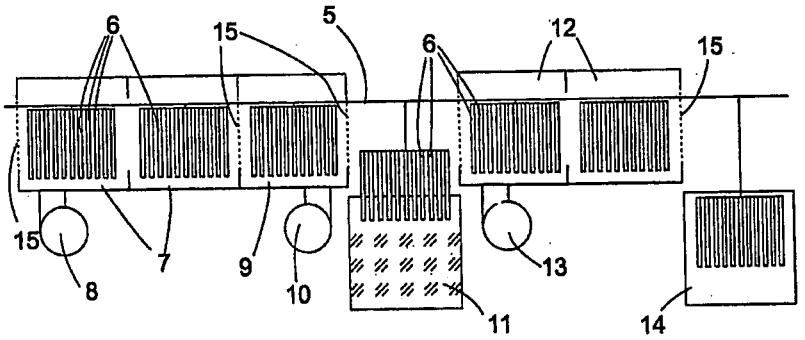


Fig. 3

