



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
22.07.92 Patentblatt 92/30

⑤① Int. Cl.⁵ : **C25D 1/10**

②① Anmeldenummer : **89119817.8**

②② Anmeldetag : **25.10.89**

⑤④ **Verfahren zur Reproduktion eines strukturierten, plattenförmigen Körpers.**

③⑩ Priorität : **17.12.88 DE 3842611**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 033 862
US-A- 4 541 977

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
27.06.90 Patentblatt 90/26

⑦③ Patentinhaber :
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
GMBH
Weberstrasse 5 Postfach 3640
W-7500 Karlsruhe 1 (DE)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
22.07.92 Patentblatt 92/30

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT CH FR GB IT LI NL SE

⑦② Erfinder : **Maner, Asim, Dr.**
Zwölfmorgen 8
W-7515 Linkenheim (DE)

EP 0 374 429 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reproduktion eines strukturierten, plattenförmigen Körpers, insbesondere eines Mikrostrukturkörpers, gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Aus der DE-PS 35 37 483 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Vielzahl plattenförmiger Mikrostrukturkörper aus Metall bekannt, bei dem durch wiederholtes Abformen eines die Mikrostrukturen aufweisenden Werkzeugs mit einer elektrisch isolierenden Abformmasse Negativformen der Mikrostrukturen erzeugt werden, die galvanisch mit einem Metall aufgefüllt werden, wonach die Negativformen entfernt werden.

Damit die auf diese Weise erzeugten Negativformen der Mikrostrukturen mit einem Metall aufgefüllt werden können, wird in der DE-PS 35 37 483 alternativ die folgende Methode vorgeschlagen:

Die elektrisch isolierende Abformmasse wird mit einer weiteren Schicht aus elektrisch leitender Abformmasse verbunden, wobei die Dicke der elektrisch isolierenden Abformmasse der Höhe der Mikrostrukturen entspricht in der Weise, daß die elektrisch leitende Abformmasse im Zuge des Abformens die Stirnflächen der Mikrostrukturen des Werkzeugs berührt.

Das Werkzeug wird so weit in die Schicht aus elektrisch isolierender Abformmasse eingedrückt, bis die Stirnfläche der Mikrostrukturen des Werkzeugs die Schicht aus elektrisch leitender Abformmasse berühren.

Aus der Beschreibung zu Fig. 13 geht hervor, daß die Mikrostrukturen bei 110° C in die Verbundschicht eingepreßt und erst nach dem Abkühlen der Mikrostrukturen bzw. des Werkzeugs das Werkzeug entfernt wird.

Die beschriebene Methode ist insbesondere für eine Massenfertigung unwirtschaftlich, denn der Temperaturzyklus zum Einpressen der Mikrostrukturen bedeutet einen zusätzlichen verfahrenstechnischen und zeitlichen Aufwand. Die Schichthöhe der Abformmasse muß exakt auf die Höhe der Mikrostrukturen des Werkzeugs abgestimmt sein. Außerdem kann die Einpressung nur im flüssigen oder zähflüssigen Zustand der elektrisch isolierenden Schicht unter relativ großer Kraftentfaltung erfolgen, da sich sonst die Gefahr einer Beschädigung der Mikrostrukturen des Werkzeugs erhöht. Die Entformung nach dem Erstarren des Polymers erfordert eine ähnlich hohe Kraftanwendung. Deshalb werden dem Polymer üblicherweise Trennmittel beigegeben. Da das Polymer bei der Entformung im erstarrten Zustand vorliegt, ist eine äußerst präzise Bewegung des Werkzeugs notwendig, um die Entformung ohne Beschädigung des Werkzeugs und der Negativform zu ermöglichen und die Entformungskräfte zu reduzieren.

Aufgabe der Erfindung ist, die genannten Nachteile zu vermeiden. Der Einpreßvorgang des Werkzeugs in die Abformmasse und das Zurückziehen des Werkzeugs soll in der Weise vereinfacht werden, daß der Kraftaufwand wesentlich reduziert wird und daß auf Aufheiz- und Kühlschritte verzichtet werden kann.

Die Bedingung, daß die Schichtdicke der elektrisch isolierenden Abformmasse der Höhe der abzuformenden Strukturen entspricht, soll entfallen.

Die Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs beschriebenen Maßnahmen gelöst.

Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

Es hat sich gezeigt, daß die Erzeugung einer Negativform wesentlich vereinfacht wird, wenn der strukturierte Körper mit Ultraschallunterstützung so weit in die Schicht aus elektrisch isolierender Abformmasse eingedrückt wird, bis die Stirnflächen seiner Strukturen in die elektrisch leitende Abformmasse hineinragen und wenn anschließend der strukturierte Körper mit Ultraschallunterstützung aus der Verbundschicht herausgezogen wird.

Die Verbundschicht wird zweckmäßigerweise so hergestellt, daß auf eine Metallplatte eine elektrisch leitende Schicht aufgebracht wird, die von einer Schicht eines elektrisch isolierenden Thermoplasts überdeckt wird. Die elektrisch leitende Schicht kann aus einem mit elektrisch leitenden Partikeln wie z. B. Graphit versetzten Thermoplasten oder aus einem an sich elektrisch leitenden Thermoplasten oder aus einem niedrig schmelzenden Metall oder einer niedrig schmelzenden Metall-Legierung bestehen. Als Thermoplast können die Materialien Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polystyrol, PVC, ABS, Polyacetal oder Polyamid verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist gegenüber dem Stand der Technik folgende wesentliche Vorzüge auf:

Die Thermoplaste können in erstarrtem Zustand angewendet werden. Ein Aufheiz- und Abkühlschritt ist nicht notwendig. Die Kraft, die zum Einpressen und zum Entformen des strukturierten Körpers notwendig ist, wird wesentlich reduziert. Dadurch verringert sich die Gefahr einer Beschädigung des strukturierten Körpers und der Körper kann für eine höhere Anzahl von Reproduktionsvorgängen verwendet werden. Der Präzisionsaufwand zum Einführen des strukturierten Körpers bis genau an die Grenzfläche zwischen elektrisch isolierender und elektrisch leitender Schicht entfällt; vielmehr wird der Körper soweit in die Verbundschicht eingeführt, bis die Stirnflächen der Struktur in die elektrisch leitfähige Schicht hineinragen.

Auf die Verwendung von Trennmitteln kann in vielen Fällen verzichtet werden.

Damit kann das erfindungsgemäße Verfahren wesentlich schneller, weniger aufwendig und somit kostengünstiger durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand eines Durchführungsbeispiels und den Fig. 1 und 2 näher erläutert.

5 Es soll ein Wabennetz 4 aus Nickel, das z. B. nach dem LIGA-Verfahren (Röntgentiefenlithographie-Mikrogalvanoformung) hergestellt wurde, vielfach reproduziert werden. Das Wabennetz weist eine honigwabenartige Struktur auf, wobei die Höhe der Waben 400 µm, die Wandstärke 10 µm und die Wabenweite 100 µm betragen.

Das Wabennetz bildet einen strukturierten Körper mit den äußeren Abmessungen 10 cm x 10 cm.

10 Zuerst wird das Wabennetz mit einer stabilen Metallplatte 3 aus Nickel verbunden. Dies kann dadurch erfolgen, daß beim Galvanoformen des Wabennetzes die Struktur überwachsen und mit einer stabilen Nickelschicht überdeckt wird.

Die stabile Metallplatte wird auf der freien, dem Wabennetz abgewandten Seite mechanisch plan bearbeitet.

15 Die stabile Metallplatte wird mit ihrer plan bearbeiteten Seite auf die Sonotrode 1 einer Ultraschall-Schweißmaschine, die üblicherweise zum Schweißen von Thermoplasten verwendet wird, geklebt oder gelötet. Die Löt- oder Klebverbindung 2 von Metallplatte und Sonotrode ist in Fig. 1 angedeutet.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird ein Verbundkörper hergestellt. Auf die Aluminiumschicht 7 wird eine elektrisch leitfähige Schicht 6 des Thermoplasten Polymethylmethacrylat (PMMA), der mit elektrisch leitfähigen Graphitpartikeln versetzt ist, durch Aufgießen aufgebracht. Diese elektrisch leitfähige Schicht wird mit einer elektrisch isolierenden Schicht 5 aus nicht vernetztem PMMA überdeckt. Die beiden letztgenannten Schichten 5 und 6 bilden die Verbundschicht.

Der Verbundkörper wird mit seiner Aluminiumschicht 7 auf den Amboß 8 der Ultraschall-Schweißmaschine gelegt. Der Amboß ist mit Vakuum-Ansaugöffnungen 9 versehen.

25 Das Wabennetz 4 wird mit Ultraschallunterstützung durch die Sonotrode 1 in die Verbundschicht 5 und 6 eingeführt und anschließend ebenfalls mit Ultraschallunterstützung wieder aus der Verbundschicht herausgezogen.

Fig. 2 zeigt den Abdruck 10 des Wabennetzes in der Verbundschicht. Das Wabennetz hat die elektrisch isolierende Schicht 5 durchstoßen und ist in die elektrisch leitfähige Schicht 6 eingedrungen.

30 Der Abdruck 10 des Wabennetzes wird anschließend galvanisch mit Nickel aufgefüllt, wobei der Verbundkörper mit dem Abdruck 10 als Kathode geschaltet wird. Die Verbundschicht wird anschließend entfernt. Dies kann beispielsweise mit Dichlormethan als Lösungsmittel erfolgen, wobei die in der elektrisch leitenden Schicht 6 eingelagerten Graphitpartikel fortgespült werden.

Die Verbundschicht kann jedoch auch durch Ausschmelzen entfernt werden.

35 Dabei löst sich die Aluminiumschicht 7 ab.

Als Ergebnis wird ein reproduziertes Wabennetz aus Nickel erhalten.

Für den Fall, daß am unteren Ende des Wabennetzes noch Graphitpartikel anhaften oder teilweise in Nickel eingebettet sind, kann das Verfahren modifiziert werden.

In diesem Fall wird der Verbundkörper ebenfalls als Kathode geschaltet. In den Abdruck 10 des Wabennetzes wird jedoch zuerst Kupfer und erst danach Nickel galvanisch abgeschieden.

40 Das so erhaltende reproduzierte Wabennetz wird mit einem Mittel zur selektiven Auflösung von Kupfer, wie z. B. einer CuCl_2 -Lösung, behandelt, wobei das Kupfer mit etwa eingebetteten Graphitpartikeln selektiv entfernt wird.

45

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reproduktion eines strukturierten, plattenförmigen Körpers, insbesondere eines Mikrostrukturkörpers, bei dem

- 50 – ein Verbundkörper hergestellt wird, indem eine Schicht aus elektrisch isolierender Abformmasse mit einer Schicht aus elektrisch leitender Abformmasse überdeckt wird,
- der strukturierte Körper soweit in die Schicht aus elektrisch isolierender Abformmasse eingedrückt wird, bis die Stirnflächen der Struktur des strukturierten Körpers mit der Schicht aus elektrisch leitender Abformmasse in Kontakt stehen,
- 55 – die so erzeugte Negativform der Struktur im Verbundkörper galvanisch mit einem Metall ausgefüllt wird, wonach
- der Verbundkörper entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, daß

– der strukturierte Körper mit Ultraschallunterstützung so weit in die Schicht aus elektrisch isolierender Abformmasse eingedrückt wird, bis die Stirnflächen seiner Strukturen in die elektrisch leitende Abformmasse hineinragen, wonach

– der strukturierte Körper mit Ultraschallunterstützung aus dem Verbundkörper herausgezogen wird.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundkörper hergestellt wird, indem auf eine Metallplatte eine elektrisch leitfähige Schicht aufgebracht wird, die von einer Schicht eines elektrisch isolierenden Thermoplasts überdeckt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als elektrisch leitfähige Schicht ein elektrisch leitende Partikel enthaltender Thermoplast oder ein an sich elektrisch leitfähiger Thermoplast oder ein niedrig schmelzendes Metall oder eine niedrig schmelzende Metall-Legierung verwendet wird.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als elektrisch isolierender Thermoplast Polymethylmethacrylat, Polycarbonat, Polystyrol, PVC, ABS, Polyacetal oder Polyamid verwendet wird.

15 Claims

1. Method of reproducing a structured, plate-like body, more especially a microstructured body, wherein
– a compound body is produced as a result of a layer of electrically insulating shaping composition being covered with a layer of electrically conductive shaping composition,

20 – the structured body is pressed into the layer of electrically insulating shaping composition until the end faces of the structure of the structured body are in contact with the layer of electrically conductive shaping composition,

– the negative form of the structure, which is produced thereby in the compound body, is galvanically filled with a metal, whereupon

25 – the compound body is removed, characterised in that

– the structured body is pressed into the layer of electrically insulating shaping composition, by ultrasonic means, until the end faces of its structures protrude into the electrically conductive shaping composition, whereupon

30 – the structured body is removed from the compound body by ultrasonic means.

2. Method according to claim 1, characterised in that the compound body is produced as a result of an electrically conductive layer being applied to a metal plate and being covered by a layer of electrically insulating thermoplastics material.

35 3. Method according to claim 2, characterised in that a thermoplastics material containing electrically conductive particles, a thermoplastics material which is electrically conductive per se, a low-melting metal, or a low-melting metal alloy is used as the electrically conductive layer.

4. Method according to claim 1 or 2, characterised in that polymethyl methacrylate, polycarbonate, polystyrene, PVC, ABS, polyacetal, or polyamide is used as the electrically insulating thermoplastics material.

40

Revendications

1. Procédé de reproduction d'un corps plat structuré, notamment d'un corps à microstructure, dans lequel :
– on réalise un corps composite, en recouvrant une couche en masse de moulage électriquement isolante par une couche de masse de moulage électriquement conductrice,

45 – on fait pénétrer le corps structuré dans la couche de moulage électriquement isolante, jusqu'à ce que les faces frontales de la structure du corps structuré entrent en contact avec la couche de la masse de moulage électriquement conductrice,

– on remplit galvaniquement de métal le moule négatif ainsi réalisé dans le corps composite, puis,

50 – on enlève le corps composite, procédé caractérisé en ce que :

– on fait pénétrer le corps structuré avec l'assistance des ultra-sons dans la couche de masse de moulage électriquement isolante, jusqu'à ce que les faces frontales de sa structure pénètrent dans la masse de moulage électriquement conductrice, puis,

55 – on retire le corps structuré du corps composite avec l'assistance des ultra-sons.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on réalise le corps composite en déposant sur une plaque métallique une couche électriquement conductrice qu'on recouvre d'une couche d'un thermoplastique électriquement isolant.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on utilise comme couche électriquement conductrice un thermoplastique contenant des particules électriquement conductrices ou un thermoplastique intrinsèquement électriquement conducteur ou un métal à bas point de fusion ou un alliage métallique à bas point de fusion.

5 4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on utilise comme thermoplastique électriquement isolant du polyméthylméthacrylate, du polycarbonate, du polystyrène, du PVC, de l'ABS, du polyacétal ou du polyamide

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

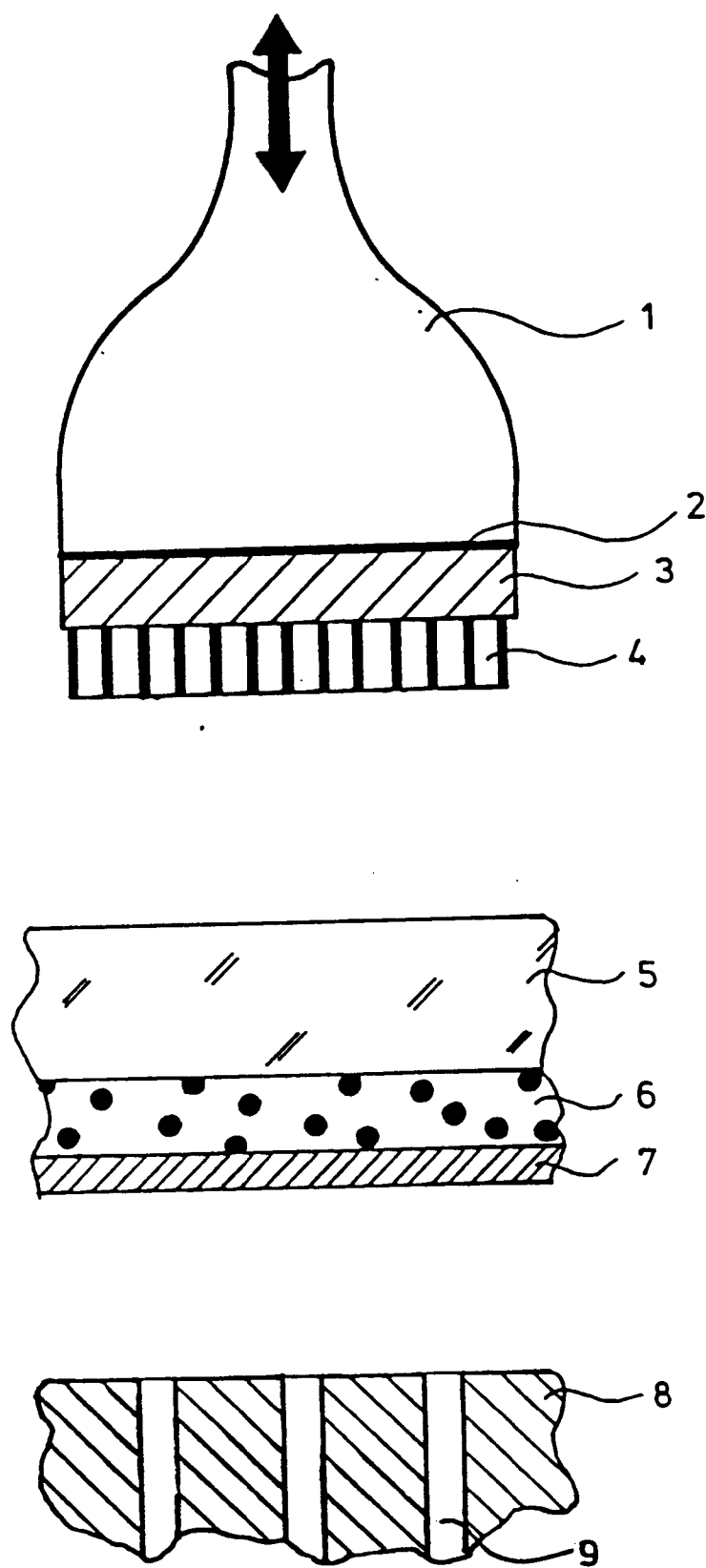


FIG.1

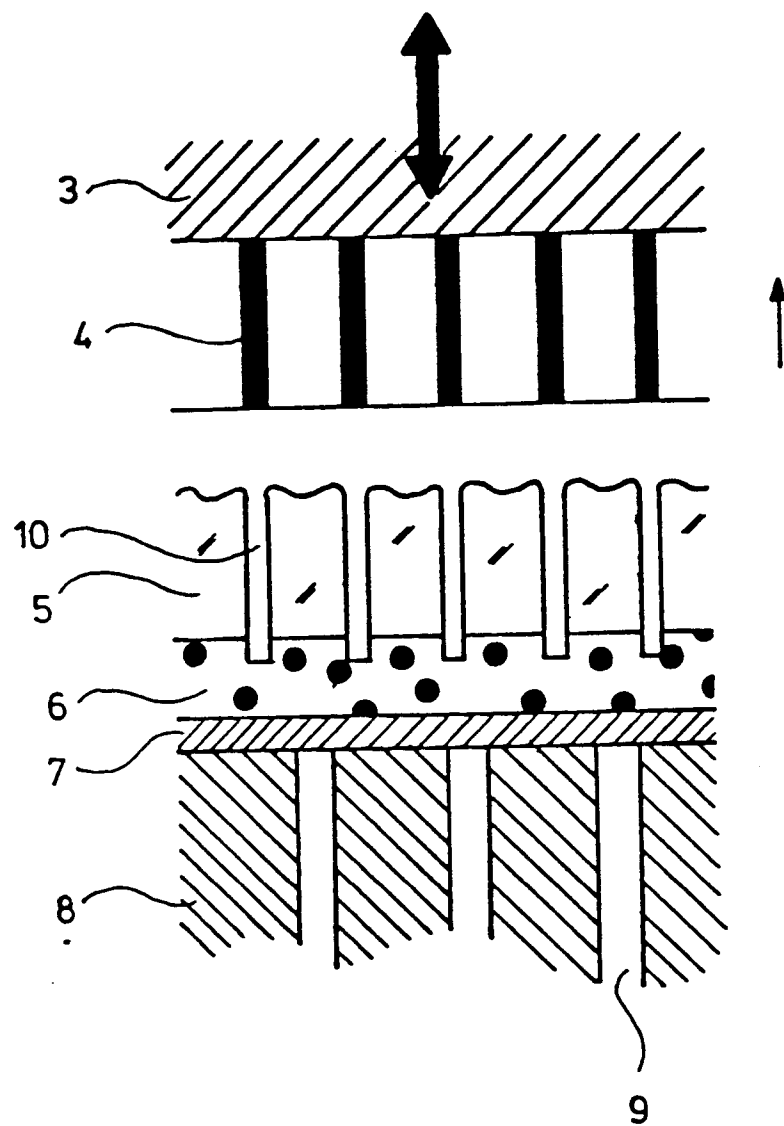


FIG. 2