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

(11) **EP 1 854 568 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
B22C 9/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07008963.6**

(22) Anmeldetag: **03.05.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **09.05.2006 DE 102006021477**

(71) Anmelder: **K1 GmbH**
48691 Vreden-Lünten (DE)

(72) Erfinder: **Saueressig, Kilian**
48691 Vreden (DE)

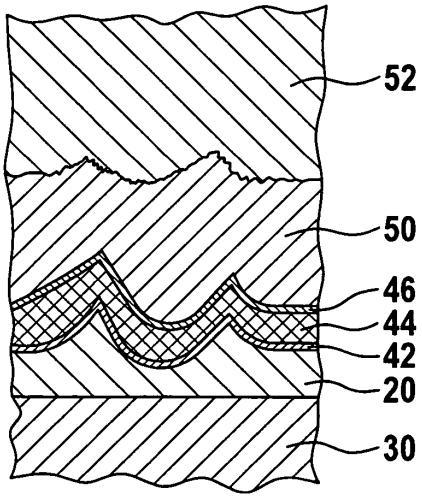
(74) Vertreter: **Tönhardt, Marion**
Forrester & Boehmert,
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)

(54) Verfahren zur Abformung von dreidimensionalen Freiformflächen mit mikrostrukturierten Oberflächen

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Abformen mikrostrukturierter dreidimensionaler Freiformflächen, mit den Schritten:
a) Abformen der mikrostrukturierten dreidimensionalen Freiformfläche mit einem Material mit Trennmitteleigenschaft für polymeres Material, um eine Abformung der mikrostrukturierten Oberfläche der Freiformfläche zu erhalten;
b) Bereitstellen eines Kerns, dessen Oberfläche an die Kontur der Freiformfläche angepaßt ist;
c) Beschichten der Abformung mit einer Schicht aus polymeren Material mit einer Dicke, die mindestens der Tiefe der Strukturen der mikrostrukturierten Oberfläche entspricht;
d) Aufsetzen der beschichteten Abformung auf den Kern und Verbinden der Schicht aus polymerem Material mit dem Kern;
e) Abnehmen der Abformung von dem Kern, wobei die Schicht aus polymerem Material auf dem Kern verbleibt;
f) gegebenenfalls Aufbringen einer oder mehrerer Schichten homogener Schichtdicke aus metallischem Material auf die freiliegende Schicht aus polymerem Material;
g) Aufbringen einer Hartstoffschicht, gegebenenfalls bei zwischengeschalteter Schicht oder zwischengeschalteten mehreren weiteren Schichten auf die Schicht aus polymerem Material;
h) Bereitstellen einer Grundform, deren Kontur im wesentlichen der der freiliegenden Fläche der Hartstoffschicht und/oder einer Verstärkung der Hartstoffschicht entspricht;
i) Verbinden der freiliegenden Fläche mit der Grundform bei einer Temperatur, die höher ist als die Zersetzungstemperatur der Schicht aus polymerem Material, dabei Zersetzen der Schicht;
j) Entfernen der zersetzten Schicht; und
k) gegebenenfalls Abtragen der einen oder der mehreren weiteren Schichten;

so daß die Hartstoffschicht mit mikrostrukturierter Oberfläche freiliegt.

Fig. 3



EP 1 854 568 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abformen mikrostrukturierter dreidimensionaler Freiformflächen.

[0002] Es sind zahlreiche Möglichkeiten bekannt, mikrostrukturierte dreidimensionale Freiformflächen abzuformen. "Mikrostrukturiert" meint dabei, daß die Freiformfläche Strukturen mit Dimensionsunterschieden kleiner als 1 mm enthält. Bekannt sind beispielsweise die Abformung mittels eines Silikonabgusses oder mit Hilfe einer galvanischen oder chemischen Abformung. Bei chemisch abgeschiedenen Schalen mit großen Wandstärken muß dabei eine besondere Werkstoffauswahl getroffen werden, trotzdem zeigen sich geringe Maßhaltigkeit beim Abformen als auch Verzüge durch Eigenspannungen. Weiter bekannt sind Abformungen von Hartstoffschichten, beispielsweise aus Wolframcarbid, mit Hilfe eines Sinterprozesses. Auch bei diesem Prozeß sind die geringe Maßhaltigkeit und hohe Eigenspannungen, die aus Volumenänderungen beim Sintern herrühren, störend.

[0003] Aus der EP 0 423 390 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen von Formen und Formschalen, Gießereimodellen, Kernbuchsen und dergleichen mit strukturierter Oberfläche bekannt. Dabei wird zunächst auf das Urmodell, das die gewünschten Oberflächenstrukturen aufweist, eine Schicht aus niedrig schmelzendem Material aufgebracht. Die aufgebrachte selbsttragende Schicht wird durch nichtmetallische Materialien zu einer Zwischenform verstärkt. Anschließend wird die Zwischenform vom Urmodell entformt. Die nun vorliegende Zwischenform weist also eine metallische Seite auf, die auch an ihrer Oberfläche strukturiert ist. Auf diese metallische Seite der Zwischenform wird nun eine Schicht aus einer hochfesten Keramik oder einem anderen hochschmelzenden Werkstoff aufgebracht. Falls die Schicht aus hochschmelzendem Werkstoff nicht selbsttragend ist, kann sie verstärkt werden. Jetzt wird die Schicht aus niedrig schmelzendem metallischem Werkstoff aufgeschmolzen, beispielsweise im Wasserbad, im Ölbad, in einem Ofen oder auch induktiv. Sobald das niedrig schmelzende Material abgeflossen ist bzw. abgeleitet worden ist, ist die Schicht aus hochschmelzendem Werkstoff, die die Endform bildet, von der verbleibenden Verstärkung der Zwischenform getrennt, und die Endform kann entnommen werden.

[0004] Bei dem Verfahren gemäß der EP 0 549 981 A2 wird auf eine mustertragende Urform zunächst ein Trennmittel aufgebracht, das eine wäßrige Lösung von Polyvinylamid oder dergleichen sein kann. Dann wird auf diese Trennmittelschicht eine Schicht aus niedrig schmelzendem Metall aufgetragen, um das Muster der Urform aufzufüllen. Anschließend wird die metallische Schicht mit faserverstärktem Kunststoff verstärkt. Dieser Aufbau bildet die Zwischenform, die das Muster der Urform auf der Schicht aus niedrig schmelzendem Metall abgebildet hat. Im nächsten Schritt wird wiederum ein Trennmittel aufgetragen, dann wird ein Metall mit hohem Schmelzpunkt, beispielsweise Nickel oder dergleichen, auf die Trennmittelschicht gespritzt, bis das Muster der Zwischenform abgedeckt ist. Schließlich wird wiederum mit glasfaserverstärkten Kunstharzen verstärkt.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Abformen mikrostrukturierter dreidimensionaler Freiformflächen zur Verfügung zu stellen, mit dem auch sehr feine Formen präzise abgebildet werden können, wobei eine geometrisch sehr maßhaltige und verschleißfeste und harte Oberfläche erzeugt werden soll. Dabei soll der Prozeß eine hohe Variabilität im Hinblick auf die Materialeigenschaften der Oberflächen zeigen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abformen mikrostrukturierter dreidimensionaler Freiformflächen weist folgende Schritte auf:

a) Abformen der mikrostrukturierten dreidimensionalen Freiformfläche mit einem Material mit Trennmitteleigenschaft für polymeres Material, um eine Abformung der mikrostrukturierten Oberfläche der Freiformfläche zu erhalten;

b) Bereitstellen eines Kerns, dessen Oberfläche an die Kontur der Freiformfläche angepaßt ist;

c) Beschichten der Abformung mit einer Schicht aus polymeren Material mit einer Dicke, die mindestens der Tiefe der Strukturen der mikrostrukturierten Oberfläche entspricht;

d) Aufsetzen der beschichteten Abformung auf den Kern und Verbinden der Schicht aus polymerem Material mit dem Kern unter externem Druck, so daß sich die beschichtete Abformung an den Kern schmiegt;

e) Abnehmen der Abformung von dem Kern, wobei die Schicht aus polymerem Material auf dem Kern verbleibt;

f) gegebenenfalls Aufbringen einer oder mehrerer Schichten homogener Schichtdicke aus metallischem Material auf die freiliegende Schicht aus polymerem Material;

g) Aufbringen einer Hartstoffschicht, gegebenenfalls bei zwischengeschalteter Schicht oder zwischengeschalteten mehreren weiteren Schichten auf die Schicht aus polymerem Material;

h) Bereitstellen einer Grundform, deren Kontur im wesentlichen der der freiliegenden Fläche der Hartstoffschicht und/oder einer Verstärkung der Hartstoffschicht entspricht;

i) Verbinden der sich auf dem Kern befindenden freiliegenden Fläche mit der Grundform bei einer Temperatur, die höher ist als die Zersetzungstemperatur der Schicht aus polymerem Material, dabei Zersetzen der Schicht;

j) Entfernen der zersetzten Schicht; und

k) gegebenenfalls Abtragen der einen oder der mehreren weiteren Schichten,

so daß die Hartstoffschicht mit mikrostrukturierter Oberfläche freiliegt.

[0008] Bei der Erfindung wird demnach über eine Negativabformung auf einer Polymerschicht eine Positivabformung der zu erzeugenden Oberfläche hergestellt, auf der dann die Schichten für die endgültige Formschale aufgebaut werden. Dabei wird mit sehr formstabilen Kernen, beispielsweise aus spannungsarmen Stählen gearbeitet, die auch mehrmals eingesetzt werden können. Während des gesamten Fertigungsprozesses sorgen sie dafür, daß die Geometrie des Kerns auf die Formschale übertragen wird. Fertigungsunzulänglichkeiten, wie Schrumpfungen, hohe Eigenspannungen, Verformung aufgrund von Eigenspannungen, die bei Silikonabgüssen, Sinterbauteilen, Metallabgüssen usw. regelmäßig auftreten, werden somit vermieden.

[0009] Dabei kann im Schritt g) die Hartstoffschicht chemisch oder galvanisch direkt auf der Schicht aus polymerem Material abgeschieden werden. Eine Alternative ist es, die Hartstoffschicht physikalisch auf der einen oder den mehreren zwischengeschalteten Schichten abzulagern. Dabei können Techniken wie Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Plasmaspritzen, Kerosin-Flammspritzen oder dergleichen angewendet werden. Es ist auch möglich, die Hartstoffschicht physikalisch direkt auf der Schicht aus polymerem Material abzuscheiden. Bevorzugt wird in einer Schutzgasatmosphäre im Vakuum gearbeitet. Der Schichtaufbau im Schritt f) kann das

f1) Aufdampfen einer ersten Schicht mit sehr geringer Schichtdicke aus metallischem Material auf die Schicht aus polymerem Material; und
f2) Verstärken der ersten Schicht durch eine zweite Schicht mit homogener Schichtdicke umfassen. Dabei kann die zweite Schicht chemisch, galvanisch oder physikalisch abgeschieden werden.

[0010] Gegebenenfalls kann nach dem Schritt f) eine Sperrschicht, die chemisch oder galvanisch nicht angegriffen wird, auf die Schichten aus metallischem Material aufgebracht werden. Die Sperrschicht kann entfallen, wenn für die Hartstoffschicht ein Material eingesetzt wird, das galvanisch oder chemisch nicht angegriffen wird, wenn später beim Erzeugen der endgültigen Oberfläche die erste und zweite Schicht wieder abgetragen werden.

[0011] Anschließend an den Schritt g) kann die Hartstoffschicht galvanisch oder chemisch verstärkt werden.

[0012] Sodann ist es in der Regel zweckmäßig, die Hartstoffschicht und/oder ihre Verstärkung auf der der mikrostrukturierten Oberfläche gegenüberliegenden freiliegenden Fläche spanend zu bearbeiten, um eine Schale mit definierter Kontur ihrer Oberfläche zu erzeugen.

[0013] Mögliche Verbindungstechniken im Schritt i) umfassen das Verkleben, wobei das Klebmittel eine höhere Zersetzungstemperatur als das polymere Material der Schicht hat, das Verlöten unter Druck sowie das Versintern.

[0014] Eine alternative Vorgehensweise ist, im Schritt i) zum Verbinden der freiliegenden Fläche mit der Grundform

- die Grundform vollständig in ein Bad aus bei niedriger Temperatur schmelzendem Metall, beispielsweise Zinn, einzutauchen;
- der Kern mit der freiliegenden Fläche in die Grundform zu drücken;
- das geschmolzene Metall aus dem Bad zu entfernen; und
- die Grundform und der Kern unter hohem Druck für einige Stunden auf einer Temperatur zu halten, die niedriger ist als die Schmelztemperatur der Grundform und der Schale.

[0015] Nach dem Eindrücken des Kerns in die Grundform besteht zwischen diesen nun entweder direkter Kontakt, oder aber es befindet sich geschmolzenes Metall zwischen Grundform und Schale. Das geschmolzene Metall wird nun aus dem Bad entfernt. Durch das anschließende Ruhenlassen der Anordnung unter hohem Druck und einer geeigneten Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur von Schale und Grundform kann überflüssiges geschmolzenes Metall zwischen Schale und Kern entweichen, und es können Diffusionsvorgänge stattfinden, so daß eine gute Verbindung zwischen Grundform und Schale entsteht. Das geschmolzene Metall dient dabei als eine Diffusionsbrücke, in der der Austausch von Atomen zwischen Grundform und Schale erleichtert wird.

[0016] Eine weitere Möglichkeit, die freiliegende Fläche der Schale mit der Grundform zu verbinden, besteht darin, diese und/oder die Grundform chemisch, galvanisch oder physikalisch zu beschichten und dann unter hohem Druck und einer Temperatur, die geringer ist als die Schmelztemperatur von Grundform oder Schale, zu verpressen.

[0017] Zum Reduzieren von Spannungen kann die Schale vor dem Schritt i) heißisostatisch gepreßt werden.

[0018] Als polymeres Material kann beispielsweise Epoxydharz eingesetzt werden, das weiter bevorzugt ein keramisches Füllmittel enthält. Je nach Zusammensetzung können sowohl die thermische Zersetzungstemperatur als auch die Trenneigenschaften gesteuert werden. Insbesondere können Fertigungsungenauigkeiten beim Stahlkern und der Schale durch die polymere Schicht ausgeglichen werden.

[0019] Als metallisches Material für die erste und zweite Schicht kann Kupfer eingesetzt werden, als Material für die Sperrschicht Silber. Die Hartstoffschicht kann aus Nickel bestehen, bevorzugt sind Nitride, Carbide oder Carbonitride von Titan und Aluminium oder Mischungen daraus.

[0020] Die erste Schicht wird bevorzugt mit einer Dicke kleiner als 10 μm aufgedampft, die zweite Schicht kann

mit einer Dicke im Bereich zwischen 50 μm und 150 μm aufgebracht werden.

[0021] Für die Sperrschicht liegt der bevorzugte Bereich für die Dicke zwischen 3 μm und 8 μm. Die genauen Bemaßungen richten sich nach der Feinheit der Mikrostrukturen, die abgebildet werden sollen.

[0022] Für die Hartstoffschicht hat sich eine Dicke im Bereich zwischen 100 μm und 1000 μm als zweckmäßig erwiesen.

[0023] Im folgenden soll die Erfindung lediglich beispielhaft anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt dabei das erfindungsgemäße Verfahren in einer bevorzugten Ausführungsform, wobei

Figur 1 die Abformung einer Urform mit einer mikrostrukturierten dreidimensionalen Freiformfläche über eine Silikonabformung zeigt und die Schritte a) bis d) veranschaulicht;

Figur 2 den Schritt e) veranschaulicht;

Figur 3 die Schritte f) und g) veranschaulicht;

Figur 4 einen Kern mit dem so erhaltenen Schichtaufbau zeigt;

Figur 5 die Schale mit definierter Oberflächenkontur veranschaulicht;

Figur 6 die Schritte h) bis k) veranschaulicht; und

Figur 7 das fertige Werkzeug zeigt.

[0024] In Figur 1 ist eine Silikonabformung 10 gezeigt, welche die von einer Urform abgenommene mikrostrukturierte Oberfläche 12 aufweist. Anstelle von Silikon kann auch ein anderes geeignetes Material mit Trennmitteleigenschaft gewählt werden. Es wird sodann ein Kern 30 bereitgestellt, welcher eine Kontur aufweist, die zur Kontur der dreidimensionalen Freiformfläche passend gefräst ist. Die Silikonabformung 10 wird nun mit einer dünnen Schicht 20 aus polymerem Material beschichtet und auf den Kern 30 aufgesetzt. Die Schicht 20 aus polymerem Material wird dann mit dem Kern 30 verbunden. Anschließend wird die Silikonabformung 10 abgenommen.

[0025] Figur 2 zeigt, wie dann die auf dem Kern 30 verbliebene polymere Schicht 20 die mikrostrukturierte Oberfläche 14 mit dem positiven Muster der Urform aufweist. Auf der Oberfläche 14 der polymeren Schicht 20 wird nun die endgültige Form aufgebaut.

[0026] Zunächst wird, wie in Figur 3 gezeigt, auf die auf dem Kern 30 sitzende Schicht 20 aus polymerem Material eine dünne Schicht 42 aus Kupfer in einer Dicke von beispielsweise 5 μm aufgedampft und anschließend eine zweite Schicht 44, wiederum aus Kupfer, vorzugsweise über einen chemischen, galvanischen oder physikalischen Abscheideprozeß homogen aufgetragen. Dabei beträgt die Dicke der zweiten Schicht 44 beispielsweise 100 μm, so daß für eine Verstärkung der dünnen ersten Schicht 42 gesorgt ist. In einem weiteren Schritt wird eine Sperrschicht 46, beispielsweise aus Silber, mit einer Dicke von 5 μm aufgebracht. Die Sperrschicht 46 soll bei einem späteren galvanischen oder chemischen Abtrag der Schichten 42, 44 die nun folgende Hartstoffschicht 50 schützen. Wird daher für die Hartstoffschicht 50 ein Material gewählt, das galvanisch oder chemisch nicht angegriffen wird, kann die Sperrschicht 46 entfallen. Die Dicke der Hartstoffschicht 50, die beispielsweise mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Plasmaspritzen, Kerosin-Flammspritzen oder dergleichen auf die Sperrschicht 46 aufgebracht worden ist, hat eine Schichtdicke, die vorzugsweise bei 100 μm bis 1000 μm liegt. Die Hartstoffschicht 50 kann, falls erforderlich, mit einer Verstärkungsschicht 52 versehen werden.

[0027] Figur 4 zeigt das Ergebnis. Der Schichtaufbau 42, 44, 46, 50, 52 bildet eine Schale 60, die auf der Schicht 20 aus polymerem Material aufgebaut ist. Durch die spanende Bearbeitung wird die freiliegende Seite der Schale 60 mit einer definierten Kontur versehen. Das Ergebnis ist in Figur 5 gezeigt.

[0028] Figur 6 zeigt den Prozeß des Verbindens der Schale 60 mit Polymerschicht 20 und Kern 30 mit einer Grundform 70, die bevorzugt aus Stahl besteht. Das Verbinden wird beispielhaft mit Bezug auf einen Lötvorgang beschrieben, andere Verbindungstechniken sind möglich.

[0029] Das Einlöten erfolgt bei einer Temperatur, bei der sich die Schicht 20 aus polymerem Material zersetzt. Wenn beispielsweise Zinnlot verwendet wird, ist eine geeignete Temperatur 400 °C, so daß, bei Aufbringen von Druck in Richtung der Pfeile F Verzüge eliminiert werden und guter Kontakt zwischen der Schale 60 und der Grundform 70 entsteht. Der Spalt zwischen Schale 60 und Grundform 70 kann somit minimiert werden, so daß nahezu kein Lot zwischen Schale 60 und Grundform 70 als eigenständige Schicht verbleibt. Das Lot diffundiert dabei praktisch vollständig in die Schale 60 und die Grundform 70 ein. Die zersetzte Schicht 20 kann über einen Sandstrahlprozeß oder einen anderen Reinigungsprozeß entfernt werden. Anschließend werden die Kupferschichten 42, 44 (Figur 3) durch einen Ätzprozeß abgetragen, so daß die Sperrschicht 46 (Figur 3) frei liegt. Diese Sperrschicht 46 kann nun im Produktionsprozeß, beispielsweise Abformung im Spritzguß, über Abrasion oder durch einen schonenden Sandstrahlprozeß entfernt werden, so daß die darunter liegende Hartstoffschicht 50 zum Vorschein kommt.

[0030] Figur 7 zeigt die fertige Endform mit Grundform 70, Schale 60 und strukturierter Oberfläche 12 der Hartstoffschicht 50 bzw. 52.

[0031] Mit der Erfindung können Werkzeuge für Stichtiefdruckformen, Spritzguß, Prägung und weitere Anwendungen hergestellt werden.

[0032] Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merk-

male der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abformen mikrostrukturierter dreidimensionaler Freiformflächen, mit den Schritten:

a) Abformen der mikrostrukturierten dreidimensionalen Freiformfläche mit einem Material mit Trennmitteleigenschaft für polymeres Material, um eine Abformung (10) der mikrostrukturierten Oberfläche (12) der Freiformfläche zu erhalten;
b) Bereitstellen eines Kerns (30), dessen Oberfläche an die Kontur der Freiformfläche angepaßt ist;
c) Beschichten der Abformung (10) mit einer Schicht (20) aus polymeren Material mit einer Dicke, die mindestens der Tiefe der Strukturen der mikrostrukturierten Oberfläche (12) entspricht;
d) Aufsetzen der beschichteten Abformung (10) auf den Kern (30) und Verbinden der Schicht (20) aus polymerem Material mit dem Kern (30) unter externem Druck, so daß sich die beschichtete Abformung an den Kern (30) schmiegt;
e) Abnehmen der Abformung (10) von dem Kern (30), wobei die Schicht (20) aus polymerem Material auf dem Kern (30) verbleibt;
f) gegebenenfalls Aufbringen einer oder mehrerer Schichten (42, 44, 46) homogener Schichtdicke aus metallischem Material auf die freiliegende Schicht (20) aus polymerem Material;
g) Aufbringen einer Hartstoffschicht (50), gegebenenfalls bei zwischengeschalteter Schicht oder zwischengeschalteten mehreren weiteren Schichten (42, 44, 46) auf die Schicht (20) aus polymerem Material;
h) Bereitstellen einer Grundform (70), deren Kontur im wesentlichen der der freiliegenden Fläche (62) der Hartstoffschicht (50) und/oder einer Verstärkung (52) der Hartstoffschicht (50) entspricht;
i) Verbinden der sich auf dem Kern befindenden freiliegenden Fläche (62) mit der Grundform (70) bei einer Temperatur, die höher ist als die Zersetzungstemperatur der Schicht (20) aus polymerem Material, dabei Zersetzen der Schicht (20);
j) Entfernen der zersetzten Schicht (20); und
k) gegebenenfalls Abtragen der einen oder der mehreren weiteren Schichten (42, 44, 46);

so daß die Hartstoffschicht (50) mit mikrostrukturierter Oberfläche (12) freiliegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Schritt g) die Hartstoffschicht (50) chemisch oder galvanisch direkt auf der Schicht (20) aus polymerem Material abgeschieden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Schritt g) die Hartstoffschicht (50) physikalisch auf der einen oder den mehreren zwischengeschalteten Schichten (42, 44, 46) abgelagert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Hartstoffschicht (50) durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Plasmaspritzen, Kerosin-Flammspritzen oder anderen Spritztechniken abgelagert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Schritt g) die Hartstoffschicht (50) physikalisch direkt auf der Schicht (20) aus polymerem Material abgeschieden wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Schritt g) die Hartstoffschicht (50) in einer Schutzgasatmosphäre oder im Vakuum aufgebracht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt f) aufweist:

f1) Aufdampfen einer ersten Schicht (42) mit sehr geringer Schichtdicke aus metallischem Material auf die Schicht (20) aus polymerem Material;
f2) Verstärken der ersten Schicht (42) durch eine zweite Schicht (44) mit homogener Schichtdikke.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Schicht (44) chemisch, galvanisch oder physikalisch abgeschieden wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem nach dem Schritt f) eine Sperrschicht (46), die chemisch oder galvanisch nicht angegriffen wird, auf die Schichten (42, 44) aus metallischem Material aufgebracht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Hartstoffschicht (50) anschließend an den Schritt g) galvanisch oder chemisch verstärkt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Hartstoffschicht (50) und/oder ihre Verstärkung (52) auf der der mikrostrukturierten Oberfläche (12) gegenüberliegenden freiliegenden Fläche (62) spanend bearbeitet werden, um eine Schale (60) mit definierter Kontur ihrer Oberfläche (62) zu erzeugen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem im Schritt i) die freiliegende Fläche (62) mit der

Grundform (70) verklebt wird, wobei das Klebmittel eine höhere Zersetzungstemperatur als das polymere Material der Schicht (20) hat.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem im Schritt i) die freiliegende Fläche (62) mit der Grundform (70) unter Druck verlötet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem im Schritt i) die freiliegende Fläche (62) mit der Grundform (70) versintert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem im Schritt i) zum Verbinden der freiliegenden Fläche (62) mit der Grundform (70)

- die Grundform (70) vollständig in ein Bad aus bei niedriger Temperatur schmelzendem Metall eingetaucht wird;
- der Kern (30) mit der freiliegenden Fläche (62) in die Form gedrückt wird;
- das geschmolzene Metall aus dem Bad entfernt wird; und
- die Grundform (70) und der Kern (30) unter hohem Druck für einige Stunden auf einer Temperatur gehalten werden, die niedriger ist als die Schmelztemperatur der Grundform (70) und der Schale (60).

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem im Schritt i) zum Verbinden der freiliegenden Fläche (62) mit der Grundform (70)

- die freiliegende Fläche (62) und/oder die Grundform (70) chemisch, galvanisch oder physikalisch beschichtet werden; und
- die Schale (60) und die Grundform (70) bei einer Temperatur, die niedriger ist als die Schmelztemperatur der Grundform (70) und der Schale (60), unter Druck verpreßt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem die Schale (60) vor dem Schritt i) zum Reduzieren von Spannungen heißisostatisch gepreßt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem als polymeres Material Epoxydharz, das vorzugsweise ein keramisches Füllmittel enthält, eingesetzt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei dem als metallisches Material für die erste und zweite Schicht (42, 44) Kupfer eingesetzt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, bei dem als Material für die Sperrschicht (46) Silber eingesetzt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem als Material für die Hartstoffschicht (50) Nickel, Nitride, Carbide, Carbonitride von Titan, Aluminium oder Mischungen daraus eingesetzt werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, bei dem die erste Schicht (42) mit einer Dicke kleiner als 10 μm aufgedampft wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem die zweite Schicht (44) mit einer Dicke im Bereich zwischen 50 μm und 150 μm aufgebracht wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, bei dem die Sperrschicht (46) mit einer Dicke im Bereich zwischen 3 μm und 8 μm aufgebracht wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, bei dem die Hartstoffschicht (50) mit einer Dicke im Bereich zwischen 100 μm und 1000 μm aufgebracht wird.

Fig. 1

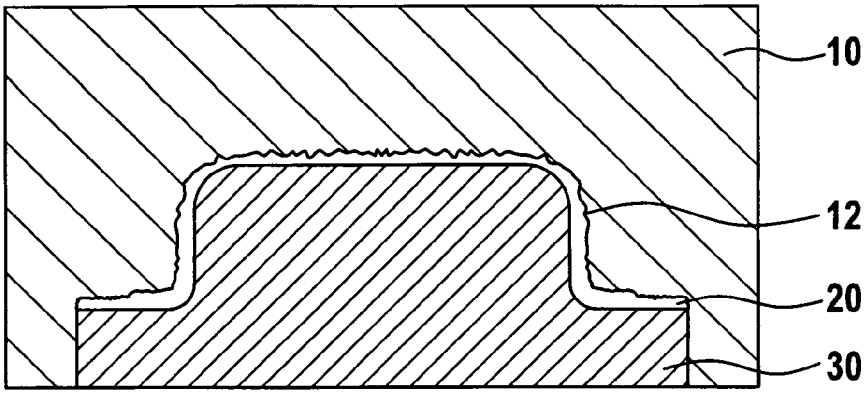


Fig. 2

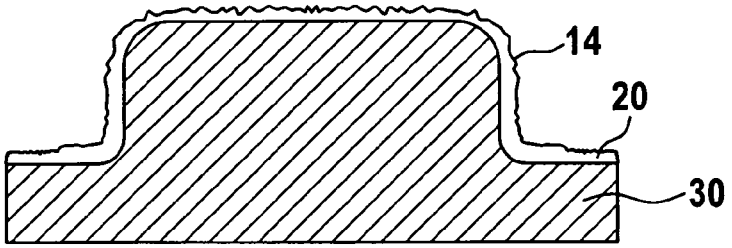


Fig. 3

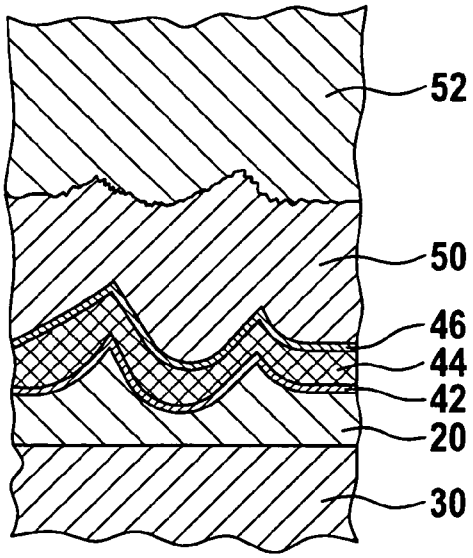


Fig. 4

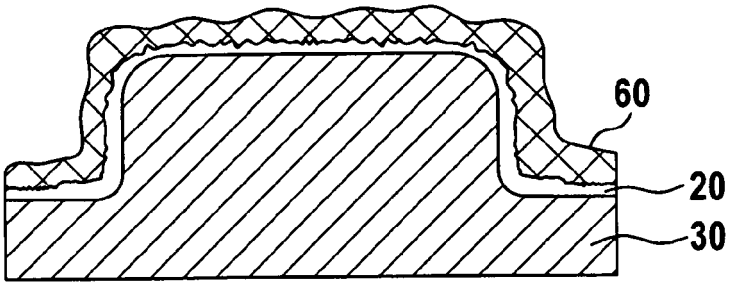


Fig. 5

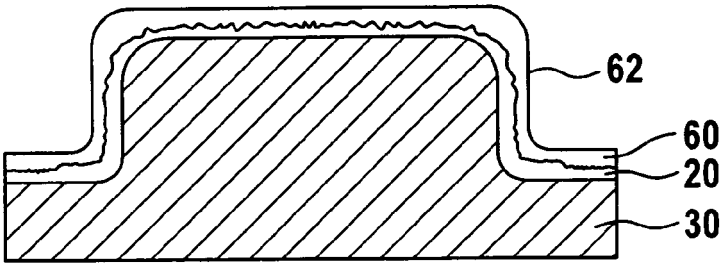


Fig. 6

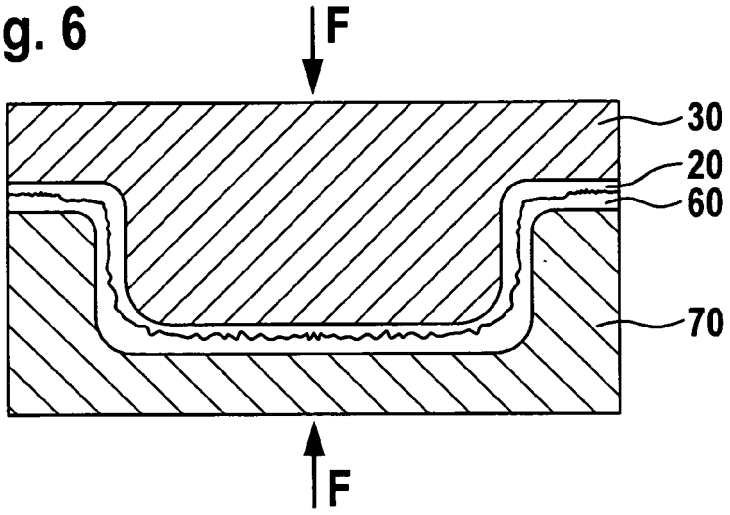
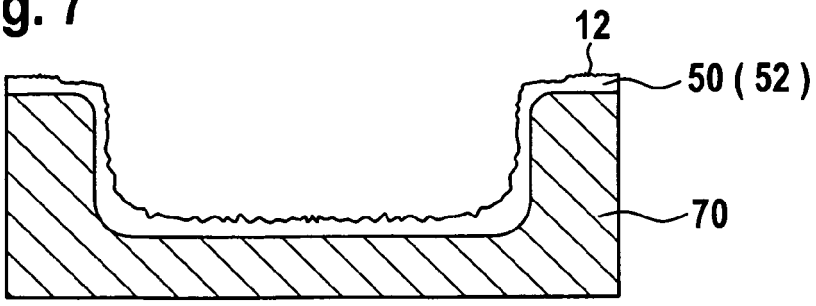


Fig. 7



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 8963

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 184 522 A1 (RHONE POULENC SPEC CHIM [FR]) 11. Juni 1986 (1986-06-11) * Seite 3 - Seite 4; Ansprüche 1-20; Abbildungen 1-10 *	1-25	INV. B22C9/00
A	US 3 605 855 A (NAKATA KUNII) 20. September 1971 (1971-09-20) * Spalte 1 - Spalte 2; Abbildungen 1-8 *	1-25	
A	US 6 155 330 A (KINANE JEFFREY ALAN [US] ET AL) 5. Dezember 2000 (2000-12-05) * Spalte 2; Abbildungen 1,2 *	1-25	
A	US 6 669 770 B1 (GOODWIN THOMAS A [CA]) 30. Dezember 2003 (2003-12-30) * Absatz [SUMMARY.OF.THE.INVENTION]; Abbildungen 1-6 *	1-25	
D,A	EP 0 423 390 A (HEK GMBH [DE]) 24. April 1991 (1991-04-24) * Ansprüche 1-17; Abbildungen 1-3 *	1-25	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
D,A	EP 0 549 981 A2 (CHUGOKU KAKO CO LTD [JP]; NIPPON CATALYTIC CHEM IND [JP] CHUGOKU KAKO) 7. Juli 1993 (1993-07-07) * Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-11 *	1-25	B22C B29C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	24. September 2007	Lombois, Thierry

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 07 00 8963

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-09-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0184522 A1	11-06-1986	AU 576270 B2	18-08-1988
		AU 4932385 A	15-05-1986
		BR 8505439 A	05-08-1986
		CA 1289421 C	24-09-1991
		DE 3561617 D1	24-03-1988
		ES 8704379 A1	16-06-1987
		FR 2572673 A1	09-05-1986
		JP 1597751 C	28-01-1991
		JP 2023331 B	23-05-1990
		JP 61165249 A	25-07-1986
		US 4726412 A	23-02-1988
		ZA 8508485 A	25-06-1986
US 3605855 A	20-09-1971	DE 1909165 A1	11-12-1969
		GB 1219379 A	13-01-1971
US 6155330 A	05-12-2000	DE 19943161 A1	18-05-2000
		GB 2343396 A	10-05-2000
US 6669770 B1	30-12-2003	CA 2414798 A1	20-06-2004
EP 0423390 A	24-04-1991	DE 3831192 A1	22-03-1990
EP 0549981 A2	07-07-1993	JP 5171398 A	09-07-1993
		US 5296178 A	22-03-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0423390 A1 **[0003]**
- EP 0549981 A2 **[0004]**