



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 317 966 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.06.2003 Patentblatt 2003/24**

(51) Int Cl.7: **B05D 3/12, B05D 7/14**

(21) Anmeldenummer: **02026209.3**

(22) Anmeldetag: **26.11.2002**

(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 SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Damsohn, Herbert, Dr.-Ing.**  
**73773 Aichwald (DE)**  
• **Kaiser, Wolfram**  
**79848 Bonndorf (DE)**

(30) Priorität: **05.12.2001 DE 10159603**

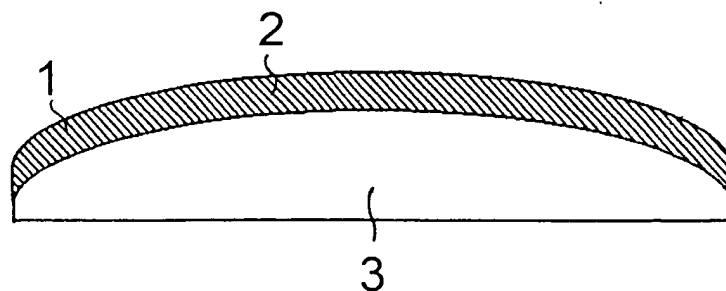
(74) Vertreter: **Grauel, Andreas, Dr.**  
**BEHR GmbH & Co., Intellectual Property,**  
**Mauserstrasse 3**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co.**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(54) **Beschichtungsverfahren sowie Vorrichtung hierfür**

(57) 2. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer zumindest teilweisen Beschichtung (4) auf einen Grundkörper (1), wobei der Grundkörper (1) eine im wesentlichen flächenhafte Ausgestaltung in Bezug auf seine Längsabmessungen in Verhältnis zu seiner Dicke aufweist, insbesondere

in Form einer dünnen Folie (2), wobei der Grundkörper (1) definiert verformt und anschließend die Beschichtung (4) im verformten Zustand des Grundkörpers (1) aufgebracht wird.



**Fig. 1a**

**EP 1 317 966 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren, insbesondere für dünne Folien, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 17 und einen Grundkörper gemäß Anspruch 19.

**[0002]** Bei der - zumeist einseitigen - Beschichtung von dünnen Folien, Blechen oder entsprechenden Strukturen, im folgenden als Grundkörper bezeichnet, bei (Beschichtungs-)Prozesstemperaturen, die wesentlich von der Einsatztemperatur des beschichteten Grundkörpers abweichen, und mit einem Werkstoff, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient von demjenigen des Grundkörpers abweicht, können sich erhebliche Schubspannungen zwischen Beschichtung und Grundkörper ergeben, die zu einer Verformung nach der Abkühlung auf die Raum- oder Einsatztemperatur führen können. Ein Beispiel gemäß dem Stand der Technik ist in den Figuren 2a und 2b dargestellt. Hierbei wird auf einen Grundkörper 11 in Form einer Folie 12 eine Beschichtung 14 aufgebracht. Dies erfolgt bei einer Temperatur  $T_{\text{Prozess}}$  (vgl. Fig. 2a). Nach dem Abkühlen auf die Raum- oder Einsatz-Temperatur  $T_{\text{RE}}$  verzieht sich die Folie 12 infolge der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der miteinander verbundenen Materialien, wie in Fig. 2b schematisch dargestellt ist.

**[0003]** Zur Vermeidung einer die vorgesehenen Toleranzen überschreitenden Verformung sind aufwändige, zumeist mechanische oder thermische Nachbehandlungsschritte, eine beidseitige Beschichtung des Grundkörpers oder die Verwendung eines dickeren und damit biegesteiferen Grundkörpers erforderlich.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das diesen Nachteil nicht aufweist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 12 und einen Grundkörper gemäß Anspruch 18. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Erfindungsgemäß erfolgt ein Aufbringen einer zumindest teilweisen Beschichtung auf einen Grundkörper, wobei der Grundkörper eine im wesentlichen flächenhafte Ausgestaltung in Bezug auf seine Längsabmessungen in Verhältnis zu seiner Dicke aufweist, nachdem der Grundkörper definiert verformt wurde, bei einer Prozesstemperatur, die von der Einsatztemperatur des Bauteils abweicht. Diese Vor-Verformung wird nach erfolgtem Aufbringen der Beschichtung im wesentlichen rückgängig gemacht.

**[0007]** Dadurch, dass nach dem Beschichtungsverfahren eine Anordnung mit definierter Geometrie und Ebenheit ohne thermomechanische Nachbehandlung zur Verfügung gestellt werden kann, können bspw. sehr dünne Folien oder Bauteile lokal ohne einen verbleibenden, unerwünschten Verzug beschichtet werden, so

dass dies zu einer Senkung der Prozesszeiten und Prozesskosten führen kann. Die Beschichtung kann bspw. zum Korrosionsschutz des beschichteten Grundkörpers dienen. Das Verfahren der Verformung und anschließenden Beschichtung kann auch, insbesondere bei langen, bandartigen Grundkörpern, kontinuierlich erfolgen, wobei am Ende der beschichtete Grundkörper auf die gewünschte Größe zugeschnitten wird.

**[0008]** Vorzugsweise erfolgt die definierte Verformung elastisch, jedoch ist auch eine plastische Verformung möglich.

**[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Grundkörper durch eine Metallfolie gebildet, welche vorzugsweise eine Dicke von 0,05 bis 0,5 mm aufweist.

**[0010]** Vorzugsweise erfolgt eine zumindest einseitige Beschichtung des Grundkörpers, insbesondere der Metallfolie, mit zumindest einer spezifischen Beschichtung. Hierbei kann auch nur eine oder mehrere Teilflächen beschichtet werden.

**[0011]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Grundkörper ein anisotropes Steifigkeitsverhalten auf. Vorzugsweise weist der Grundkörper Fluidverteilerstrukturen, bspw. aufgrund seiner Oberflächenbeschaffenheit, z.B. in Form von eingepprägten Kanälen, und/oder eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit (Wärmetauschercharakter) auf.

**[0012]** Vorzugsweise erfolgt die definierte Vor-Verformung mit Hilfe einer Vorrichtung, welche auf mechanischem, thermischem, pneumatischem/hydraulischem, magnetischem Wege oder aus einer Kombination einzelner Mechanismen die Verformung erzeugt.

**[0013]** Vorzugsweise erfolgt die Beschichtung bei einer Prozesstemperatur, die von der Einsatztemperatur des Bauteils vorzugsweise um über  $20^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt um über  $100^{\circ}\text{C}$  abweicht.

**[0014]** Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele, teilweise unter Bezugnahme auf die Zeichnung, im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1a eine schematische Ansicht eines zu beschichtenden Grundkörpers während des Beschichtungs Vorganges gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bei der Temperatur  $T_{\text{Prozess}}$ ,

Fig. 1b eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäß beschichteten Folie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bei der Temperatur  $T_{\text{RE}}$ ,

Fig. 2a eine schematische Ansicht eines zu beschichtenden Grundkörpers während des Beschichtungs Vorganges gemäß dem Stand der Technik bei der Temperatur  $T_{\text{Prozess}}$ , und

Fig. 2b eine schematische Ansicht eines beschichteten Grundkörpers gemäß dem Stand der Technik bei der Temperatur TRE.

**[0015]** Fig. 1a zeigt einen Grundkörper 1 in Form einer Folie 2 aus einem Edelstahl 316L, welche mittels einer Spannvorrichtung 3 in Form eines mechanischen Stempels bei einer Temperatur TProzess verformt wird. Bei dieser Temperatur TProzess erfolgt das Aufbringen einer Beschichtung 4, gemäß dem Ausführungsbeispiel einer ZrO<sub>2</sub>-Schicht. Hierbei haben die Materialien der Folie 2 und der Beschichtung 4 stark unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten (Edelstahl 316L: 18,5 µm/(m\*K), ZrO<sub>2</sub>: 10,5 µm/(m\*K)). Bei der Einsatz-Temperatur TRE des Bauteils nimmt die Folie 2 mit ihrer Beschichtung 4 eine definierte, gemäß dem Ausführungsbeispiel eine ebene Form ein, wie in Fig. 1b dargestellt.

**[0016]** Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, welches nicht dargestellt ist, wird eine Folie auf einem als Spannvorrichtung dienenden Bimetall-Element angeordnet. Infolge einer Temperaturerhöhung auf die Temperatur TProzess verformt sich das Bimetall-Element und mit diesem die Folie. Bei der Temperatur TProzess erfolgt das Aufbringen einer Beschichtung. Danach erfolgt die Abkühlung des beschichteten Bauteils auf Raum- bzw. Entnahme-Temperatur, wobei sich das Bimetall-Element wieder in die ursprüngliche Form zurück verformt. Da die Verformung durch das Bimetall-Element auf die Verformung der Beschichtung in Verbindung mit der Folie abgestimmt ist, ergibt sich letztendlich eine beschichtete Folie definierter Ebenheit.

**[0017]** Bei einem dritten Ausführungsbeispiel wird eine Seite der Folie mit Lot beschichtet, welches sich bei der Temperatur TProzess verformt und mit diesem die Folie. Bei der Temperatur TProzess erfolgt das Aufbringen einer Beschichtung. Danach bzw. in einem nachgeordneten Prozessschritt erfolgt die Entfernung des als Spannvorrichtung dienenden Lots. Nach der Abkühlung des Bauteils auf die Temperatur TRE nimmt die Folie samt Beschichtung die gewünschte Form ein.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer zumindest teilweisen Beschichtung (4) auf einen Grundkörper (1), wobei der Grundkörper (1) eine im wesentlichen flächenhafte Ausgestaltung in Bezug auf seine Längsabmessungen in Verhältnis zu seiner Dicke aufweist, insbesondere in Form einer dünnen Folie (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (1) definiert verformt und anschließend die Beschichtung (4) im verformten Zustand des Grundkörpers (1) aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verformung nach erfolgtem Auf-

bringen der Beschichtung (4) rückgängig gemacht wird.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verformung bei einer Prozess-Temperatur (TProzess) erfolgt und bei einer Einsatz- oder Raum-Temperatur (TRE) die gewünschte Form vom Grundkörper (1) samt Beschichtung (4) eingenommen wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (3) den Grundkörper (1) auf mechanischem, thermischem, pneumatischem/hydraulischem, elektrischem, magnetischem Wege oder aus einer Kombination einzelner Mechanismen hiervon verformt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Vorrichtung (3) ein Bimetall-Element dient, welches den Grundkörper (1) bildet oder mit diesem verbunden ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Vorrichtung (3) eine auf einer Seite des Grundkörpers (1) aufgebrachtes Lot dient.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verformung elastisch erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (1) durch eine Metallfolie (2) gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallfolie (2) eine Dicke von 0,05 bis 0,5 mm aufweist.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (1) eine Fläche von 0,01 bis 1 m<sup>2</sup> aufweist.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufbringung der Beschichtung (4) des Grundkörpers (1) einseitig erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilflächen des Grundkörpers (1) mit der Beschichtung (4) versehen werden.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (1) ein anisotropes Steifigkeitsverhalten aufweist.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (1) Fluidverteilerstrukturen und/oder eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit aufweist. 5
15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (4) eine Dicke von 10 nm bis 100 µm aufweist. 10
16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prozess-Temperatur (T<sub>Prozess</sub>) von der Raum- oder Einsatz-Temperatur (T<sub>RE</sub>) um über 20°C, insbesondere um über 100°C, abweicht. 15
17. Vorrichtung zur definierten Verformung eines Grundkörpers (1), wobei der Grundkörper (1) eine im wesentlichen flächenhafte Ausgestaltung in Bezug auf seine Längsabmessungen in Verhältnis zu seiner Dicke aufweist, gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 20
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (3) auf mechanischem, thermischem, pneumatischem/hydraulischem, elektrischem, magnetischem Wege oder aus einer Kombination einzelner Mechanismen hiervon wirkt. 25
19. Beschichteter Grundkörper, **gekennzeichnet durch** ein Herstellungsverfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16. 30

35

40

45

50

55

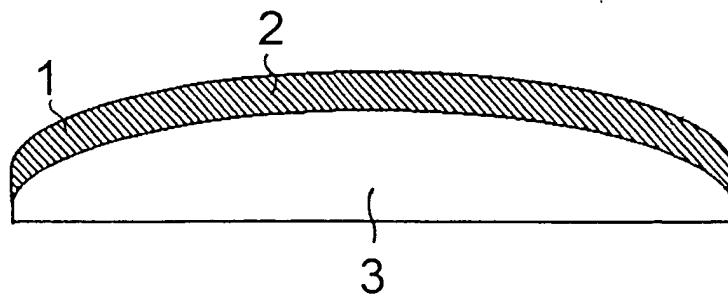


Fig. 1a

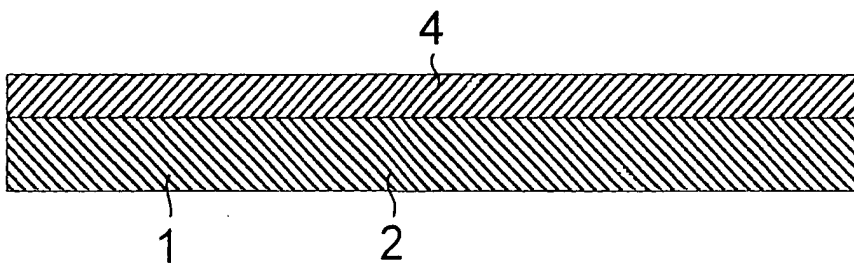


Fig. 1b

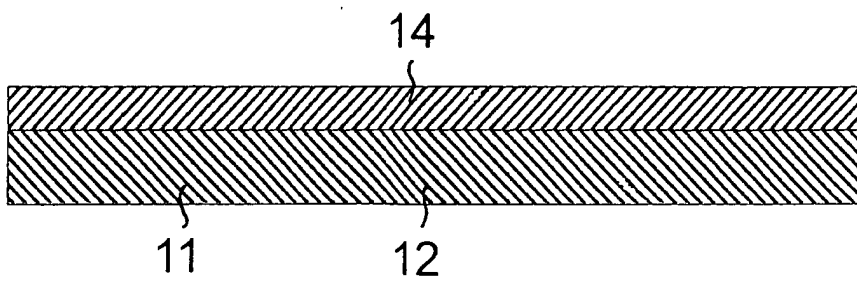


Fig. 2a

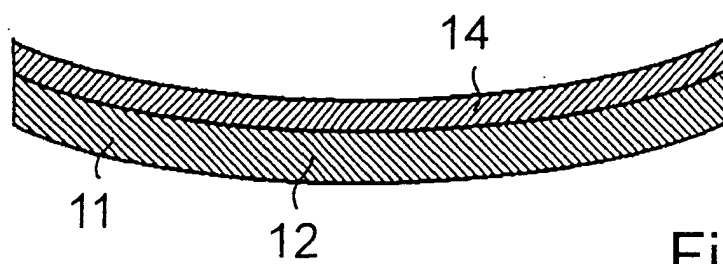


Fig. 2b