

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 767 246 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
09.04.1997 Patentblatt 1997/15

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: C22C 32/00

(21) Anmeldenummer: 96115345.9

(22) Anmeldetag: 25.09.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE GB IT NL

(30) Priorität: 05.10.1995 DE 19537137

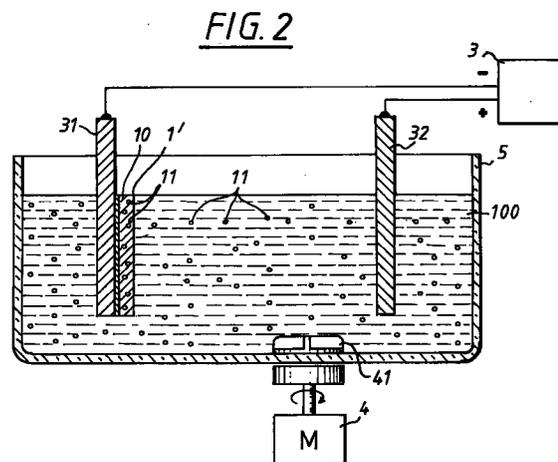
(71) Anmelder:  
• Carl Zeiss  
D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE IT NL

• CARL ZEISS-STIFTUNG HANDELND ALS CARL ZEISS  
D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
GB

(72) Erfinder:  
• Kaufmann, Paul  
73433 Aalen (DE)  
• Bingel, Ulrich  
73457 Lauterburg (DE)

### (54) Metallmatrix-Hohlkugel-Kompositwerkstoff

(57) Eine Metallmatrix(10), vorzugsweise aus Leichtmetall, z. B. aus Aluminium, Magnesium oder deren Legierungen, enthält Hohlkugeln (11), vorzugsweise aus Glas mit 20 - 80 Mikrometer Durchmesser und Wanddicken von 0,5 - 2 Mikrometern, zu 20 bis 50 Volumenprozent. Geeignet als Kern von Sandwichstrukturen. Der Kompositwerkstoff kann durch Elektrolyse mit einer Dispersion der Kugeln im Elektrolyten hergestellt werden.



EP 0 767 246 A2

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft einen Kompositwerkstoff mit metallischer Matrix. Derartige Werkstoffe sind mit Fasern, Körnern oder Pulvern aus verschiedenen nichtmetallischen Materialien bekannt, z.B. aus EP 0 487 535 B1. Zur Herstellung wird dabei stets eine Metallschmelze verwendet. In Polymere eingebettete Glaskugeln sind als Reflexionsfolien handelsüblich.

Die elektrolytische Abscheidung von Metallen und Metalllegierungen, auch als Galvanoplastik, ist bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung neuer Kompositwerkstoffe, die insbesondere eine niedrige Dichte und reduzierte Wärmeausdehnung im Vergleich zum Matrix-Material aufweisen. Das Herstellverfahren soll auch zur Verwendung von Hohlkugeln aus niedrighschmelzendem Material geeignet sein sowie die Herstellung dünnwandiger Teile ermöglichen.

Gelöst wird die Aufgabe durch einen Kompositwerkstoff bestehend aus einer Metallmatrix mit eingebetteten Hohlkugeln. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 6.

Eine Sandwichstruktur gemäß Anspruch 7 oder 8 ergibt eine besonders leichte hochfeste Struktur.

Das Herstellverfahren für den Kompositwerkstoff nach Anspruch 9 bis 11 sieht vor, daß einem für die elektrolytische Metallabscheidung üblichen Elektrolyten die einzubettenden Hohlkugeln zugesetzt werden.

Überraschend wurde gefunden, daß die Hohlkugeln mit abgeschieden werden, und zwar homogen verteilt. Ihr Anteil im Kompositwerkstoff ist über die Konzentration der Hohlkugeln im Elektrolyten und über die Abscheiderate, also die Stromdichte, steuerbar.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand der Zeichnung.

Figur 1 zeigt schematisch im Querschnitt eine Sandwichstruktur mit Zwischenschicht aus Kompositwerkstoff mit Metallmatrix und Hohlkugeln;

Figur 2 zeigt schematisch eine Elektrolyseanlage zur Durchführung eines Herstellverfahrens für einen erfindungsgemäßen Kompositwerkstoff.

Die Sandwichstruktur der Figur 1 besteht aus den zwei Deckschichten 21 und 22 und der Zwischenschicht 1, die mit Glashohlkugeln 11 gefüllt ist. Diese Sandwichstruktur kann in unterschiedlichen Formen, z.B. ebenen oder gekrümmten Platten, auch mit Verstärkungsrippen auf den Außenseiten der Deckschichten 21, 22, oder z.B. "Honigwaben"-Stegen zwischen den Deckschichten, ausgeführt sein und wird vorzugsweise als Teil von Tragstrukturen von raumfahrttauglichen Instrumenten eingesetzt.

Bevorzugte Materialien für die Deckschichten 21, 22 und die Metallmatrix 10 der Zwischenschicht 1 sind Leichtmetalle, vorzugsweise Aluminium und Legierungen davon, z.B. Aluminium-Titan-Legierungen und Aluminium-Magnesium-Legierungen.

Dabei können beide Deckschichten 21, 22 und die Metallmatrix 10 aus dem gleichen Material bestehen, was herstelltechnisch Vorteile hat, da bei der Elektrolyse nur die Glaskugeln zugesetzt bzw. wieder entfernt werden müssen. Zur gezielten Steuerung der Festigkeitseigenschaften usw. können aber auch verschiedene Materialien kombiniert werden. Eine Deckschicht 21 kann ein Blech oder dergleichen sein und als Elektrode zur elektrolytischen Abscheidung der Zwischenschicht 1 und der zweiten Deckschicht 22 dienen.

Der Gehalt an Hohlkugeln 11, ihre Größe, aber auch ihr Material sind in der ganzen Zwischenschicht 1 in der Regel homogen. Eine Variation dieser Parameter über die Schichtdicke ist jedoch auch möglich.

Figur 2 zeigt als Beispiel und schematisch eine Anordnung zur galvanischen Abscheidung des erfindungsgemäßen Kompositwerkstoffes 1' aus Metallmatrix 10 und Hohlkugeln 11, wie er in Figur 1 als Zwischenschicht 1 vorgesehen ist.

Die Anordnung entspricht bis auf die zugesetzten Glashohlkugeln 11 grundsätzlich einer normalen Apparatur zur galvanischen Metallabscheidung und ist ohne Zusatz der Glashohlkugeln 11 unmittelbar geeignet zur Abscheidung der Deckschichten 21, 22 gemäß Figur 1.

In einem Behälter 5 befindet sich die Elektrolytlösung 100 mit dispergierten Glashohlkugeln 11. Eine Rührmaschine 4 mit Rührwerkzeug 41 (z.B. ein Magnetrührer) hält die Glashohlkugeln 11 gleichmäßig verteilt. Zwei Elektroden 31, 32 sind an eine regelbare Stromquelle 3 angeschlossen. An der Kathode 31 wird der Kompositwerkstoff 1' abgeschieden.

Als Füllstoff des erfindungsgemäßen Kompositwerkstoffes 1' dienen in einem Ausführungsbeispiel Hohlkugeln 11 aus Borosilikatglas in einer Mischung mit 20 - 74 µm Durchmesser, einer Wanddicke von 0,5 - 2 µm, einer Dichte von 0,22 g/cm<sup>3</sup> bei einer Schüttdichte von 0,09 - 0,17g/cm<sup>3</sup> des Herstellers 3M Deutschland GmbH, Neuss, die unter der Katalogbezeichnung E22/400 angeboten werden.

Die Packungsdichte der Hohlkugeln 11 beträgt zwischen ca. 20 und 50 Volumen-Prozent. Bei 40 Volumenprozent reduziert sich die Dichte des Kompositwerkstoffes 1' mit Reinaluminium als Matrix 10 auf ca. 63% der Dichte von Reinaluminium.

Der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient wird von

$$\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ für Reinaluminium}$$

5 auf  $\alpha = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  für 20 Vol. % Packungsdichte

und  $\alpha = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  für 50 Vol. % Packungsdichte

reduziert.

10 Die elektrolytische Abscheidung der erfindungsgemäßen Schicht aus Kompositwerkstoff 1' mit Reinaluminium als Metallmatrix gelingt beispielsweise mit einer üblichen Elektrolytlösung mit Aluminiumchlorid, Lithiumaluminiumhydrid und Tetrahydrofuran bei einer Stromdichte von 0,5 A/dm<sup>2</sup> und einem Gehalt an Glaskugeln 11 der obengenannten Sorte von 20 Vol. % im Elektrolyten 100. Der Gehalt an Hohlkugeln 11 im Kompositwerkstoff 1' erreicht dann 40 Vol. %.

15 Beachtlich ist, daß so dickere Schichten schneller abgeschieden werden, als bei der reinen Metallelektrolyse, da für den Hohlkugel-Anteil kein Ladungstransport erforderlich ist.

Die angegebenen Daten sind nur Beispiele. Insbesondere können andere Elektrolyseverfahren, auch für andere Metalle und Legierungen - natürlich bevorzugt Leichtmetalle, um den Dichtevorteil zu nutzen - ohne weiteres angewendet werden.

## 20 Patentansprüche

1. Kompositwerkstoff bestehend aus einer Metallmatrix (10) mit eingebetteten Hohlkugeln (11).
2. Kompositwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln (11) 10-70 Volumenprozent, vorzugsweise 20-50 Volumenprozent, des Kompositwerkstoffs einnehmen.
3. Kompositwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln (11) 10-200 µm, insbesondere 20-80 µm Durchmesser haben.
4. Kompositwerkstoff nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln (11) eine Wanddicke von 0,2-5 µm, insbesondere 0,5-2 µm, haben.
5. Kompositwerkstoff nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln (11) aus Glas, insbesondere Borosilikatglas bestehen.
6. Kompositwerkstoff nach mindestens einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallmatrix (10) aus Leichtmetall, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, besteht.
7. Sandwichstruktur mit zwei metallischen Deckschichten (21, 22) und einer Zwischenschicht (1) aus einem Kompositwerkstoff nach mindestens einem der Ansprüche 1-6.
8. Sandwichstruktur nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallmatrix (10) und die metallischen Deckschichten (21, 22) aus dem gleichen Material bestehen.
9. Verfahren zur Herstellung eines Kompositwerkstoffs nach mindestens einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verfahren zur elektrolytischen Metallabscheidung angewendet wird und dem dazu dienenden Elektrolytbad (100) Hohlkugeln (11) zugesetzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrolytbad (100) eine Dispersion mit 5 bis 50 Volumenprozent Hohlkugeln (11) ist.
11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt (100) Aluminiumchlorid, Lithiumaluminiumhydrid und Tetrahydrofuran enthält.

55

FIG. 1

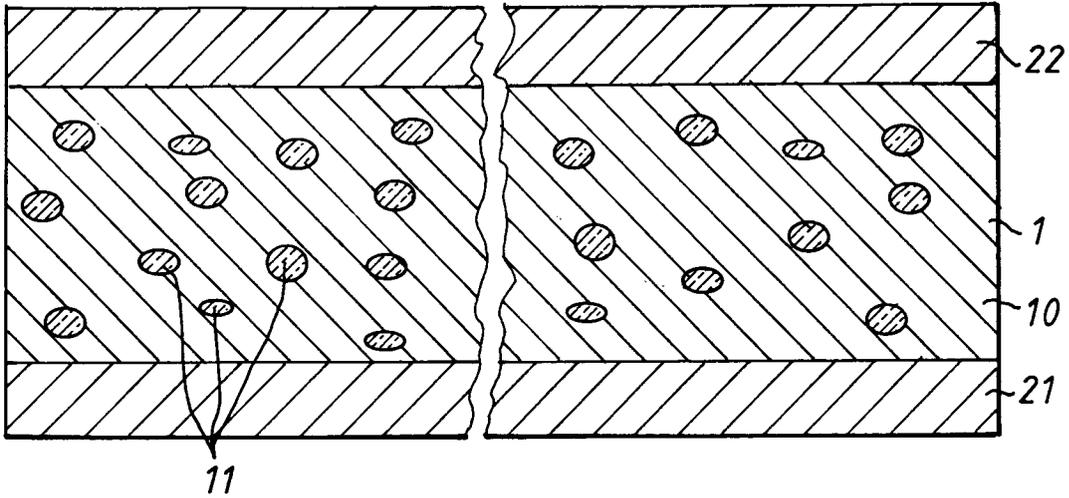


FIG. 2

