



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 13 830 T2** 2007.02.22

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 430 160 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 13 830.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB02/04269**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 801 979.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/035919**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.09.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **01.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.08.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C22C 32/00** (2006.01)

A01L 3/00 (2006.01)

A01L 1/00 (2006.01)

C22C 29/14 (2006.01)

G11B 5/82 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

961523 **24.09.2001** **US**

141320 **08.05.2002** **US**

(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

(73) Patentinhaber:

Saffil Ltd., Widnes, Cheshire, GB

(72) Erfinder:

WEAVER, C., Samuel, Knoxville, TN 37032, US

(74) Vertreter:

Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European Patent Attorneys, 81671 München

(54) Bezeichnung: **Verbundwerkstoffe mit metallischer Matrix aus Al, Mg, oder Ti mit Calciumhexaborid**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf die verbesserten mechanischen und physikalischen Eigenschaften, umfassend Festigkeit, Elastizitätsmodul sowie geringere thermische Ausdehnung von Metallkörpern unter Verwendung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffen, und genauer auf die Verstärkung von Aluminium, Magnesium und Titan durch Bilden von Metallmatrix-Verbundwerkstoffen von diesen Metallen unter Verwendung von Calciumhexaboridteilchen.

[0002] Für die Leichtmetalle Aluminium und Magnesium gibt es sehr große Märkte, da sie in den verschiedensten Industriezweigen Verwendung finden. In geringerem Maß wird ebenfalls Titan als ein leichtes Produktionsmaterial verwendet. Diese Metalle weisen jedoch einige Nachteile auf, die ihren Nutzen einschränken. Diese umfassen die geringe Steifigkeit (geringer Elastizitätsmodul), den hohen thermischen Expansionskoeffizienten und die geringe Festigkeit. Einige dieser Nachteile sind durch die Verwendung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffen von diesen Metallen überwunden worden. Typischerweise werden Metallmatrix-Verbundwerkstoffe durch Zugabe von Keramik zu den Metallen gebildet. Die mit diesen Keramikzusatzstoffen beabsichtigten Hauptziele sind eine Erhöhung des Elastizitätsmoduls und eine Verringerung des thermischen Expansionskoeffizienten. Bei Zugabe von Fasermaterial, wie Siliciumcarbid-Whiskern, ist eine Verfestigung beobachtet worden.

[0003] Weitere zugegebene Materialien umfassen die Fasern von Bormetall, Kohlenstoff, Aluminiumsilicat und Aluminiumoxid. Noch weitere typische Verstärkungsmittel sind Aluminiumoxidteilchen, Borcarbid und Siliciumcarbid in verschiedenen Formen.

[0004] Von diesen sind bisher nur Aluminiumoxidteilchen und Siliciumcarbidteilchen ausgiebig in der auf Aluminium basierenden Matrix verwendet worden. Um eines dieser Zusatzmittel zu geschmolzenem Aluminium zuzugeben, muß ein kontinuierliches Rühren bewirkt werden, da die relative Dichte dieser Zusatzmittel deutlich höher als die des geschmolzenen Aluminiums ist. Es ist also ein konstantes Rühren des Aluminium/Zusatzstoffgemischs erforderlich, damit der Zusatzstoff in im wesentlichen gleichförmiger Verteilung in dem geschmolzenen Aluminium bleibt. Ähnlichen Problemen begegnet man bei Gemischen desselben Zusatzstoffes mit geschmolzenem Magnesium. Durch das Rühren des geschmolzenen Metalls kann der Zusatzstoff zwar in dem geschmolzenen Metall verteilt bleiben, aber ein solches kontinuierliches Rühren verursacht Oxideinschlüsse und eine Verunreinigung der Schmelzen durch Wasserstoff.

[0005] Außerdem stellt aufgrund der Verunreinigung und ungleichförmigen Natur der Metallmatrix-Verbundwerkstoffe das Umschmelzen (zum Recycling usw.) ein Problem wegen der Veränderlichkeit des resultierenden Eintragsprodukts dar.

[0006] Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Zusammensetzungen entwickelt worden, um diese Schwierigkeiten zu überwinden. In einigen Fällen sind pulvermetallurgische Verfahren zur Herstellung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterialien verwendet worden. Beispielsweise beschreibt US-Patent 5,573,607 einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff, wobei Teilchen von Siliciumborid mit Aluminium, Magnesium oder Titan kombiniert werden, um einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff zu bilden. Gemäß dem dort beschriebenen Verfahren können die Siliciumboridteilchen entweder mit den Metallteilchen vorgemischt oder in die Schmelze eingerührt werden, um die Metallmatrix zu bilden. Weitere Beispiele für die Verwendung von Pulvermetallurgie zur Herstellung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterialien sind in US-Patent 5,712,014, das die Verwendung von Borcarbid bei der Herstellung des Metallmatrix-Verbundwerkstoffes beschreibt; und in US-Patent 5,948,495, das die Verwendung von Pulvermetallurgieverfahren zur Herstellung eines Aluminiumkeramischen Scheibensubstrats beschreibt, aufgeführt und beschrieben.

[0007] US 6,200,526 beschreibt ein Metallinfiltrationsverfahren, wobei die Metallphase in poröse keramische Körper infiltriert wird.

GEGENSTÄNDE DER ERFINDUNG

[0008] Dementsprechend ist es ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff, unter Verwendung von geschmolzenem Metall von Aluminium, Magnesium und Titan, wobei ein Minimum an Rühren erforderlich ist, um die Teilchen des Zusatzstoffs in Suspension zu halten.

[0009] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff, wobei das Verstärkungsmittel eine relative Dichte aufweist, die der des geschmolzenen Metalls ähnelt, wodurch während der Bildung des Metallmatrix-Verbundwerkstoffes ein geringes Abscheiden der Zusatzstoffteilchen stattfindet.

[0010] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff, wobei die Zusatzstoffteilchen die Formbarkeit des Metallmatrix-Verbundwerkstoffes erhöhen.

[0011] Ein weiterer Gegenstand der offenbarten Erfindung ist die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend ein Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterial aus einem im wesentlichen gleichförmigen Gemisch von Metallteilchen und Keramikmaterialteilchen.

[0012] Ein weiterer Gegenstand der offenbarten Erfindung ist die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend ein Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterial mit vorgegebenen Eigenschaften durch Kombinieren von Metallfeststoffteilchen mit keramischen Feststoffteilchen, wobei der Anteil der Metallteilchen bezogen auf den Anteil der keramischen Teilchen ausgewählt wird.

[0013] Ein weiterer Gegenstand der offenbarten Erfindung ist die Bereitstellung eines Memory-Scheibensubstrats, umfassend eine Scheibe aus einem Metallmatrix-Verbundwerkstoff, wobei der Verbundwerkstoff durch Kombinieren von Metallfeststoffteilchen mit keramischen Feststoffteilchen hergestellt wird.

[0014] Weitere und andere Gegenstände der vorliegenden Erfindung werden aus der hierin enthaltenen Beschreibung ersichtlich.

[0015] Diese Gegenstände werden mit den Ausführungsformen gemäß den Ansprüchen erzielt.

[0016] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein neues und verbessertes Memory-Scheibensubstrat gebildet, umfassend einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff aus einem geschmolzenen Metall, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Aluminium, Magnesium, Titan und Gemischen davon, und Teilchen von Calciumhexaborid. Die Menge an Calciumhexaboridteilchen, welche in dem Metall vorliegen, liegt im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 80 Gew.-%.

[0017] Vorzugsweise liegt das Metall im Bereich von 50 Gew.-% bis 99 Gew.-%, bezogen auf das Verbundwerkstoffmaterial, vor, und das keramische Material liegt im Bereich von 1 Gew.-% bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Verbundwerkstoffmaterial, vor. Stärker bevorzugt kann der Metallmatrix-Verbundwerkstoff so angepaßt werden, daß er einen Elastizitätsmodul im Bereich von 70 bis 180 Gigapascal („GPa“) aufweist, und er kann so angepaßt werden, daß er einen thermischen Expansionskoeffizienten im Bereich von 8,9 bis 21,5 ppm/K aufweist.

[0018] Ein Metallmatrix-Verbundwerkstoff wurde durch Zugabe von Teilchen von Calciumhexaborid zu geschmolzenem Aluminium hergestellt. Das Calciumhexaborid war von WACKER-CHEMIE in Kempen, Deutschland, erhältlich. Da die relative Dichte des Calciumhexaborids der von Aluminium sehr ähnelt, war nur minimales Rühren erforderlich, um ein

homogenes Gemisch zu erhalten. Wenn das Erwärmen in einem Induktionsofen bewirkt wird, findet das Rühren automatisch statt. Unter anderen Erwärmungsbedingungen ist etwas mechanisches Rühren erforderlich.

[0019] Während ein Bereich von Zusammensetzungen mit etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 80 Gew.-% Calciumhexaborid, bezogen auf das Aluminium, verwendet werden kann, ist ein Bereich von etwa 5 bis etwa 40 Gew.-% für die meisten Anwendungen am praktischsten und wurde so zum Testen verwendet. Das Calciumhexaborid weist typischerweise eine durchschnittliche Teilchengröße im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 200 Mikrometer auf. Die resultierende Metallmatrix ist leicht, weist eine verbesserte Festigkeit, erhöhte Duktilität und einen verringerten thermischen Expansionskoeffizienten auf.

[0020] Bei der Entwicklung der vorliegenden Erfindung wurde hauptsächlich die Zugabe des Calciumhexaborids zu dem geschmolzenen Metall angewendet. Es ist jedoch zu bemerken, daß die Erfindung ebenfalls das Vermischen der Calciumhexaboridteilchen mit pulverförmigem Aluminiummetall sowie beliebigen anderen Legierungsbestandteilen vor dem Schmelzen des Gemisches umfaßt.

[0021] Das geschmolzene Gemisch kann in eine erwünschte Form wie Memory-Scheibensubstrate gegossen werden, die von den verbesserten mechanischen und physikalischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Metallmatrix-Verbundwerkstoffes profitieren würden.

Beispiel 1. (Referenzbeispiel)

[0022] Ein Metallmatrix-Verbundwerkstoffhufeisen wurde aus einem Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff hergestellt. Der Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff enthielt etwa 5 bis etwa 10 Gew.-% Calciumhexaboridteilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von etwa 75 Mikrometern, wobei der Rest A356-Aluminiummetall war. Das erhaltene Hufeisen war leicht, stabil, abriebbeständig sowie unerwartet duktil. Das Hufeisen konnte bis zu einem Winkel von 45 Grad ohne Schädigung gebogen werden.

Beispiel 2.

[0023] Ein Metallmatrix-Verbundwerkstoff-Memory-Scheibensubstrat wurde aus einem Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff hergestellt. Der Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff enthielt etwa 40 Gew.-% Calciumhexaboridteilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von etwa 10 Mikrometern, wobei der Rest Aluminiummetall war.

Beispiel 3. (Referenzbeispiel)

[0024] Ein Metallmatrix-Verbundwerkstoff-Positionierarm für ein Festplattenlaufwerk wurde aus einem Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff hergestellt. Der Aluminiummatrix-Verbundwerkstoff enthielt etwa 30 Gew.-% Calciumhexaboridteilchen mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von etwa 50 Mikrometern, wobei der Rest A356-Aluminiummetall war.

[0025] Magnesium und Titan weisen geringe relative Dichten auf, die der von Aluminium ähneln.

[0026] Aus der vorstehenden Erläuterung wird ersichtlich, daß verbesserte Metallmatrix-Verbundwerkstoffe von Aluminium, Magnesium und Titan durch die Zugabe von Calciumhexaboridteilchen erreicht werden. Die Zusammensetzung kann mit einem Minimum an Rühren leicht hergestellt werden, und bei Bedarf kann das Produkt recycelt werden.

[0027] In einer anderen Ausführungsform der vorliegend offenbarten Erfindung wird ein Metallmatrixmaterial durch Kombinieren von Metallfeststoffteilchen mit keramischen Feststoffteilchen hergestellt. Die Metall- und keramischen Teilchen liegen beide in Form von trockenem Pulver vor und werden in Anteilen gemäß den bestimmten Eigenschaften, die für den Metallmatrix-Verbundwerkstoff ausgewählt werden, zusammengemischt. Das Gemisch aus den Metall- und keramischen Teilchen wird dann gemäß pulvermetallurgischen Verfahren zur Herstellung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffen hergestellt, wie sie allgemein in der Technik bekannt sind und beispielsweise in den US-Patenten 5,486,223 und 5,895,696 beschrieben sind.

[0028] In der Ausführungsform der vorliegend offenbarten Erfindung wird das keramische Material in Form von Pulver beispielsweise in einer Strahlmühle hergestellt. Das pulverförmige keramische Material von Calciumhexaborid wird dann mit pulverförmigem Metall von Aluminium, Magnesium, Titan oder Kombinationen davon gemischt, um ein im wesentlichen gleichförmiges Gemisch aus den Keramik/Metallmaterialien zu bilden. In der bevorzugten Ausführungsform der vorliegend offenbarten Erfindung liegt das Metall im Bereich von etwa 1 Gew.-% bis 50 Gew.-% vor, und die keramischen Materialien liegen im Bereich von etwa 50 Gew.-% bis 99 Gew.-% vor.

[0029] Wie Fachleuten bekannt ist, wird das Keramik/Metallgemisch dann in eine Gießform gegeben und unter Hochdruck verdichtet. Wie Fachleuten auf dem Gebiet der pulvermetallurgischen Technologie bekannt ist, weist die Gießform die Form des erwünschten Produkts auf, so daß ein Metallmatrix-Verbundwerkstoffprodukt gebildet wird. Das Gußformteil wird dann gegebenenfalls einer konventionellen Metallverarbeitung unterzogen, um das End-

produkt herzustellen.

[0030] Es ist festgestellt worden, daß das Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterial gemäß dem pulvermetallurgischen Verfahren einen Elastizitätsmodul im Bereich von etwa 140 bis 170 GPa, eine Dichte im Bereich von etwa 2,6 bis 2,9 g/cm³, einen spezifischen Modul von etwa 50 bis 70 GPa/g/cm³ und einen thermischen Expansionskoeffizienten im Bereich von etwa 8,0 bis 12 ppm/K aufweist.

[0031] Als Anschauungsbeispiel, das in der Figur gezeigt ist und das nicht der offenbarten Erfindung entspricht, wird eine Metallmatrix-Verbundwerkstoffscheibe **10** eines Typs, der sich zur Verwendung als ein Substrat zur Herstellung von Computer-Memory-Speicherscheiben eignet, durch Mischen von pulverförmigem Aluminiummetall mit pulverförmigem Siliciumhexaborid hergestellt. Das Gemisch aus Aluminium/Siliciumhexaborid wird dann in eine Gießform gegeben, welche die allgemeine Form der Scheibe aufweist, und wird gepreßt, um einen Metallmatrix-Verbundwerkstoffscheiben-Rohling zu bilden. Der Rohling wird dann einer konventionellen Metallbearbeitung und Oberflächenbehandlung wie Beschleifen und Polieren unterzogen, um eine fertige Scheibe herzustellen.

[0032] Es wird ebenfalls eine Schicht von amorphem Material **12** zu den Seiten **14** und **16** der Metallmatrix-Verbundwerkstoffscheibe hinzugefügt, um ein Metallmatrix-Verbundwerkstoffscheibensubstrat zu bilden. Vorzugsweise ist die Schicht von amorphem Material **12** eine Schicht aus Nickel-Phosphor, die die Aluminium/Siliciumhexaboridmatrix-Verbundwerkstoffscheibe **10** bedeckt, um das Metallmatrix-Verbundwerkstoffscheibensubstrat zu bilden. Die Nickel-Phosphor-Schicht **12** wird der Scheibe durch Fachleuten allgemein bekannte stromlose Abscheidungsverfahren, wie in US-Patent 5,895,696 beschrieben, zugefügt. Danach wird eine Magnet-Memory-Deckschicht **18** dem Scheibensubstrat zugefügt, um die Memory-Scheibe herzustellen. Die Magnet-Memory-Deckschicht **18** wird allgemein durch Fachleuten bekannte Vakuumputterabscheidungsverfahren aufgebracht.

Patentansprüche

1. Memory-Scheibensubstrat, umfassend einen Metallmatrix-Verbundwerkstoff, wobei der Metallmatrix-Verbundwerkstoff Teilchen von Keramikmaterial, welches in einem Bereich von 0,1 bis 80 Gew.-% in dem Metall vorliegt, aufweist, wobei das Metall aus der Gruppe, bestehend aus Aluminium, Magnesium, Titan und Gemischen davon, ausgewählt ist, und das Keramikmaterial aus Calciumhexaborid ausgewählt ist.

2. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch

1, wobei die keramischen Teilchen eine durchschnittliche Teilchengröße von 0,1 bis 200 Mikrometer aufweisen.

3. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Metall Aluminium ist.

4. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei der Metallmatrix-Verbundwerkstoff 5 bis 40 Gew.-% Calciumhexaborid mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 10 Mikrometer enthält, und wobei der Rest des Metallmatrix-Verbundwerkstoffs Aluminiummetall ist.

5. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei das Metallmatrix-Verbundwerkstoffmaterial das keramische Material in dem Bereich von 1 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Verbundwerkstoffmaterial, enthält.

6. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei die Scheibe einen Elastizitätsmodul in dem Bereich von 70 bis 180 GPa aufweist.

7. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei die Scheibe eine Dichte in dem Bereich von 2,6 bis 2,9 g/cm³ aufweist.

8. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei das Verbundwerkstoffmaterial einen spezifischen Modul in dem Bereich von 25 bis 75 GPa/g/cm³ aufweist.

9. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 1, wobei das Verbundwerkstoffmaterial einen thermischen Expansionskoeffizienten in dem Bereich von 8,9 bis 21,5 ppm/K aufweist.

10. Memory-Scheibensubstrat, umfassend die Scheibe gemäß Anspruch 1 und eine Schicht von amorphem Material, die vollständig die äußere Oberfläche der Scheibe bedeckt.

11. Memory-Scheibensubstrat gemäß Anspruch 10, wobei die amorphe Schicht Nickel-Phosphor umfaßt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

