

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-506217

(P2009-506217A)

(43) 公表日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C 2 2 C</b> 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00	4 K O 1 8
<b>B 2 2 F</b> 1/00 (2006.01)	B 2 2 F 1/00 J	
<b>B 2 2 F</b> 3/15 (2006.01)	B 2 2 F 3/15 M	
<b>B 2 2 F</b> 3/14 (2006.01)	B 2 2 F 3/15 G	
<b>B 2 2 F</b> 3/10 (2006.01)	B 2 2 F 3/14 D	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-528542 (P2008-528542)	(71) 出願人	508062317
(86) (22) 出願日	平成18年8月30日 (2006.8.30)		ユニベルシダッド・デル・パイス・バスコ
(85) 翻訳文提出日	平成20年4月25日 (2008.4.25)		・エウスカル・エリコ・ユニベルシタデア
(86) 国際出願番号	PCT/ES2006/000493		UNIVERSIDAD DEL PAIS
(87) 国際公開番号	W02007/026039		S VASCO EUSKAL HERRI
(87) 国際公開日	平成19年3月8日 (2007.3.8)		KO UNIBERTSITATEA
(31) 優先権主張番号	P200502129		スペイン、エー48940レイオア (ビス
(32) 優先日	平成17年8月31日 (2005.8.31)		カヤ)、バリオ・デ・サリエナ・シン・ヌ
(33) 優先権主張国	スペイン (ES)		メロ、ユニベルシダッド・デル・パイス・
			バスコー・カンブス・デ・レイオア
		(74) 代理人	100100158
			弁理士 鯨島 睦
		(74) 代理人	100068526
			弁理士 田村 恭生
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状記憶合金粉末に基づく金属マトリックス材料、該材料の製造法及び該材料の使用

## (57) 【要約】

本発明は形状記憶合金粉末に基づく金属マトリックス材料、該材料の製造法及び該材料の使用に関する。より詳細に言えば、本発明は、金属マトリックスによって支持された形状記憶合金粉末粒子に基づく金属マトリックス材料であって、該金属マトリックス材料の全体積に対して45容量%～70容量%の銅基材を含有する該金属マトリックス材料に関する。本発明は、この種の材料の製造方法、及び該材料の振動（特に音響振動と機械的振動）を吸収するための使用にも関する。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

金属マトリックスによって支持された形状記憶合金粉末粒子に基づく金属マトリックス複合材料であって、該金属マトリックス複合材料の全体積に対して 45 容量% ~ 70 容量% の銅基材を含有する該金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 2】

銅基材が、金属マトリックス複合材料の全体積に対して 50 容量% ~ 60 容量% の濃度で金属マトリックス複合材料中に存在する請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 3】

- 150 ~ + 250 の温度範囲内において熱弾性マルテンサイト変態を示す請求項 1 又は 2 記載の金属マトリックス複合材料。 10

## 【請求項 4】

銅基材が Cu - Al - Ni、Cu - Zn - Al 及び Cu - Al - Mn から成る群から選択される請求項 1 から 3 いずれかに記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 5】

金属マトリックスが、330 未満の融点を有する金属又は 330 未満の凝固点を有する該金属の合金を含有する請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 6】

金属が、In、Sn、Pb、Cd、Tl 及びこれらの合金から選択される請求項 5 記載の金属マトリックス複合材料。 20

## 【請求項 7】

金属マトリックスが、330 よりも高い融点を有する 1 種又は複数種の金属又は該金属の合金から選択される請求項 1 から 4 いずれかに記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 8】

金属が Zn 又は Mg である請求項 7 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 9】

全ての形状記憶合金粉末粒子が銅基材を同じ濃度で含有する請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 10】

銅基材を異なる濃度で含有する粒子を含む請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。 30

## 【請求項 11】

異なる組成の粒子を含有する請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 12】

異なる特性を有する粉末粒子の含有量が、複合材料の全体積に対して 15 容量% 以下である請求項 11 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 13】

異なる組成の粉末粒子が硬質粒子、金属粒子又はセラミック粒子から選択される請求項 11 又は 12 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 14】

異なる組成の粉末粒子がレニウム、タングステン、モリブデン、炭化ケイ素及び炭化ホウ素から選択される請求項 13 記載の金属マトリックス複合材料。 40

## 【請求項 15】

複合材料の重量に対して 60 重量% の Cu - Al - Ni (Cu : 83 . 8 重量%、Al : 13 . 1 重量%、Ni : 3 . 1 重量%) 粉末粒子、及び 40 重量% のインジウムマトリックスを含有する請求項 1 記載の金属マトリックス複合材料。

## 【請求項 16】

次の工程 i) 及び ii) を含む請求項 1 から 15 いずれかに記載の金属マトリックス複合材料の製造方法：

i) 形状記憶合金粉末粒子を調製し、次いで

ii) 該粉末粒子を金属マトリックス中へ溶侵させる。 50

## 【請求項 17】

複合材料の減衰最大値を示す温度範囲を、粉末粒子の直接又は逆マルテンサイト変態温度によって調整し、形状記憶合金の構成元素の組成を変化させることを含む請求項 16 記載の方法。

## 【請求項 18】

銅基材の濃度が異なる粒子を複合材料中へ含有させることを含む請求項 16 記載の方法。

## 【請求項 19】

熱処理によって、銅基材の濃度が異なる粒子を複合材料中へ含有させる請求項 18 記載の方法。

## 【請求項 20】

機械的合金化法によって、銅基材が濃度勾配を有する粒子を複合材料中へ含有させる請求項 18 記載の方法。

## 【請求項 21】

請求項 5 又は 6 記載の金属マトリックス複合材料を製造するための請求項 16 記載の方法であって、下記の工程 i) ~ iv) を含む該方法：

- i) 銅基材の粉末粒子を調製し、
- ii) 該粉末粒子をモールド内へ導入し、
- iii) 真空下での脱気処理を、好ましくは 120 ~ 300 の温度でおこない、次いで
- iv) 真空下での溶侵処理によって、マトリックスの熔融金属を注入する。

## 【請求項 22】

溶侵処理を、遠心分離又は溶融物への気圧の印加によってもたらされる加圧下でおこなう請求項 21 記載の方法。

## 【請求項 23】

請求項 7 又は 8 記載の金属マトリックス複合材料を製造するための請求項 16 記載の方法であって、下記の工程 i) ~ iii) を含む該方法：

- i) 形状記憶合金の粉末粒子をマトリックスの金属又は合金の粉末と混合し、
- ii) 該混合物の脱気処理を真空下でおこない、次いで
- iii) 得られる混合物を圧縮処理に付す。

## 【請求項 24】

圧縮処理を、300 未満の温度における単軸応力を伴う焼成処理によっておこなう請求項 23 記載の方法。

## 【請求項 25】

圧縮処理を、予め真空下でのカプセル内への封入処理に付した後、300 未満の温度における高圧下での等圧圧縮処理に付すことによっておこなう請求項 23 記載の方法。

## 【請求項 26】

下記の工程 i) ~ vi) を含む請求項 23 記載の方法：

- i) 銅基材の粉末粒子を調製し、
- ii) 該粉末粒子をモールド内へ導入し、
- iii) 脱気処理を真空下でおこない、
- iv) 該粒子を、対応する形状記憶合金の共析温度よりも高い温度まで加熱することによって、該粒子を、該合金に固有の高温相（相）中へ存在させ、
- v) 金属マトリックスを高温での溶浸処理に付し、次いで
- vi) 得られる複合材料を急冷媒体中での焼き戻し処理に付す。

## 【請求項 27】

請求項 1 から 15 いずれかに記載の金属マトリックス複合材料の振動吸収のための使用。

## 【請求項 28】

振動が音響的振動及び機械的振動から選択される振動である請求項 27 記載の使用。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、材料の設計と製造に関連する材料の科学とテクノロジーの分野、及び高減衰特性に関する物理的テクノロジーの分野に関連する。本発明が適用できる工業的活用分野には、家庭電化製品、単純なスイッチ、工作機械、一般機械類、電子部品包装、航空機や航空宇宙機を含む輸送機、及び建設機械に関連する分野が含まれる。

## 【背景技術】

## 【0002】

伝統的に最も高い減衰率を示す材料はポリマーであるとされているが、これは、ポリマーの粘弾性挙動に起因する。しかしながら、一般にポリマーには弾性率が低いという問題がある。このような低弾性率は、構造関連用途に供するための高減衰率を有する材料をデザインする際の欠点となる。実際上は、構造的減衰をデザインするためのメリット指数は、弾性率（又は捩れ剛性率） $E$ と減衰率  $\tan(\quad)$  の積である。従って、このようなデザインの目的は、関係式  $\tan(\quad) \cdot E$  の値を最適化することである。このため、「HIDAMETS」（High Damping Metals）として知られている種々のタイプの高減衰性金属材料が開発されている。この理由は、金属は、ポリマーに比べて、非常に高い弾性率を有しているからである。

## 【0003】

この種の金属材料の中で最も高い減衰率を有するものは形状記憶合金（Shape Memory Alloy；SMA）である（下記の文献1参照）。この種の合金は、ベータ相として知られている高温相とマルテンサイト相として知られている低温相との間において可逆的な熱弾性マルテンサイト変態を示す。この変態は冷却処理又は機械的応力の印加によって誘発される。マルテンサイトの間相は、変態過程中及びマルテンサイト中において移動性があり、振動又は外部からの機械的応力の影響下においては移動し易く、また、機械的エネルギーを吸収し、SMAによって発揮される強い減衰をもたらす（下記の文献2参照）。銅を基材とするSMAがTi-Ni（該合金は実用的な全ての用途において商業的に使用されている合金である）の場合よりも高い減衰率を示すことが知られている。

## 【0004】

しかしながら、質量の大きなSMAは十分に高い減衰率をもたらさないと考えられていたために、多数のポリマーマトリックス複合材料が開発されている。このような材料には、種々の用途に供される棒状、シート状及び糸状等のSMAが含まれる。この技術分野においては、多数の科学的刊行物と多数の特許文献が存在する。

## 【0005】

これと平行して、この10年の間においては、SMA粉末（特に銅を基材とする合金）の製造技術が粉体冶金法によって開発されている（下記の文献3及び4参照）。また、この分野においては、特にTi-Niに関連する多数の科学的刊行物と特許文献が存在する。

## 【0006】

強い減衰率を有する材料の分野における最近の進歩によって、金属マトリックス複合材料が開発されている。この種の材料においては、種々の材料の概念又は種類が検討されており、この点について以下に説明する。

a) Ti-Ni又は銅を基材とするSMAの種々のシート又はピースから直接的に形成される複合材料。これに関しては、非常に多数の刊行物が発行されているが、特に米国特許第4808246号が注目される。

b) 種々の割合の硬質粒子（W、SiC）及び減衰性軟質金属マトリックスを含む複合材料。この種の材料の開発の唯一の目的は当該材料のEモジュラスを増大させることである（下記の文献6参照）。

## 【0007】

c) 少量（1%）のセラミック粒子（ $VO_2$ ）及び減衰性軟質金属マトリックスを含む

10

20

30

40

50

複合材料（下記の文献 7 参照）。この場合、該粒子は、相変態を受けたときの異常な剛性に起因する狭い減衰ピーク（0.2 の幅）に寄与する。

d) 硬質金属マトリックス（通常はアルミニウム又は銅）を含む S M A 粒子から形成される複合材料。この種の材料の開発の目的は、該マトリックスの構造特性又はその他の特性を改良することである。この分野においては、科学的な刊行物と共に、種々の特許文献が存在する（下記の文献 8 ~ 11 参照）。

e) 減衰用 S M A 粒子から形成される多孔性材料（多孔度：5 ~ 40 %）。この種の材料においては、特に米国特許第 5 6 8 7 9 5 8 号に開示されている材料が注目される。

#### 【0008】

##### 引用文献

1) K. オーツカ及び C. M. ウェイマン 編、「形状記憶材料」、ケンブリッジ・ユニバーシティ・プレス（1998 年）

2) J. サン・ジャン、M. L. ノー、「形状記憶合金におけるマルテンサイト変態中の減衰挙動」、ジャーナル・オブ・アロイズ・アンド・コンパウンズ、第 355 巻（2003 年）、第 65 頁 ~ 第 71 頁

3) J. サン・ジャン、R. B. ペレス - サエス、V. レカルテ、M. L. ノー、G. カルアナ、M. リープリッヒ、O. ルアノ、「粉末冶金によって調製された Cu / Al / Ni 形状記憶合金におけるマルテンサイト変態」、ジュルナル・ドゥ・フィジケ IV（1995 年）、第 C8 頁 ~ 第 919 頁

#### 【0009】

4) R. B. ペレス - サエス、V. レカルテ、M. L. ノー、O. ルアノ、J. サン・ジャン、「粉末冶金によって調製された改良型形状記憶合金」アドバンスド・エンジニアリング・マテリアルズ、第 2 巻（2000 年）、第 49 頁 ~ 第 53 頁

5) J. アブレヒ、T. デュリッヒ、B B C ブロウ・ボベリ & チエ、「可逆的な熱機械的特性を有する棒状、チューブ状、ストリップ状、シート状又はプレート状の複合材料」、米国特許第 4 8 0 8 2 4 6 号（1989 年）

6) M. N. ルドウィグソン、R. S. レイクス、C. C. スワン、「粒状 Si C / In Sn 複合材の減衰と剛性」、ジャーナル・オブ・コンポジット・マテリアルズ、第 36 巻（2002 年）、第 2245 頁 ~ 第 2254 頁

#### 【0010】

7) R. S. レイクス、T. レー、A. ベルシエ、Y. C. ワング、「負の剛性を有する包含物を含む減衰複合材料」、ネイチャー、第 41 巻（2001 年）、第 565 頁 ~ 第 567 頁

8) Y. フルヤ、T. マスモト、「改良された強度と振動 / 減衰特性を有する金属複合材料」、日本国特許第 6 2 6 4 1 6 1 号（1994 年）

9) Y. フルヤ、Y. ニシ、T. マスモト、「改良された強度、減衰能、耐放射線性及び耐腐食性を有する金属マトリックス複合材料」、日本国特許第 7 0 4 8 6 3 7 号（1995 年）

10) D. バレット、米国陸軍、米国特許第 5 5 0 8 1 1 6（1996 年）、「形状記憶合金で強化された金属マトリックス複合材料」

11) J. ニノミヤ、T. スズキ、A. ヒデノ、フルカワ・エレクトリック・カンパニー・リミテッド、「複合材料及びその製造」、日本国特許第 1 0 0 1 7 9 5 9 号（1998 年）

12) R. レンツ、J. クラエマー、ダイムラー・ベンツ A G、「金属製減衰体」、米国特許第 5 6 8 7 9 5 8 号（1997 年）

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

当該分野における技術的な問題点であって、本発明が解決しようとする課題は、高い減衰率  $\tan(\delta)$  であって、その最大値が用途に応じた特定の温度範囲に調整できる減衰

10

20

30

40

50

率を有する材料を提供することである。さらに、大多数の用途においては、関係式  $\tan(\quad) \cdot E$  の値を最適化するために、弾性率  $E$  をできるだけ高くすることが要求される。

【0012】

従来技術に関する分析結果に基づき、本発明者は、本発明の目的となる材料が、下記の種々の観点を組み合わせることに起因する真の新規性を有するということについて検討した：

1) 本発明による材料においては、SMA粉末粒子中の主要元素の含有率は45%~70%であり、この点に起因して、複合材料の高い減衰率をもたらされる。

2) 粉末粒子は銅を基材とするSMAであって、調整可能な温度範囲内において固有のマルテンサイト変態を示す。

3) 複合材料の減衰最大値に対する温度範囲は非常に広く( $> 50$ )、該温度範囲はSMA粉末粒子の組成を調節することによって調整することができる。

4) マトリックスは低融点金属マトリックスでなければならず、また、SMA粒子のマルテンサイト変態温度において延性を示さなければならない。

5) マトリックスは減衰のバックグラウンドに寄与し、また、粒子の減衰に関して増幅効果をもたらす。従来 of 刊行物においては、このような点については全く言及されていない。

6) 得られる複合材料は、広い温度範囲内において最適化することができる  $\tan(\quad) \cdot E$  関係式を示し、この点は、現在明らかにされている他のいずれの材料に比べても優れている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、金属マトリックスによって支持された形状記憶合金粉末の粒子に基づく金属マトリックス複合材料であって、該材料の全体積に対して45容量%~70容量%の銅基材を含有する該金属マトリックス複合材料に関する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の特定の態様によれば、銅基材は、該複合材料の全体積に対して50容量%~60容量%の濃度で該複合材料中に存在する。

【0015】

本発明による複合材料は、 $-150 \sim +250$  の温度範囲内において熱弾性マルテンサイト変態を示す。

【0016】

本発明の特定の実施態様によれば、銅基材はCu-Al-Ni、Cu-Zn-Al及びCu-Al-Mnから成る群から選択される。

【0017】

上記の金属又は合金の金属マトリックスは金属粒子を包囲し、複合材料のバインダー(binder)として作用する。

【0018】

本発明の1つの実施態様によれば、金属マトリックスは、330未満の融点を有する金属又は330未満の凝固点を有する該金属の合金を含有する。

【0019】

低い融点を有する1種又は複数種のこの種の金属又はこれらの合金は、調整される最大減衰(damping)温度において延性がなければならない。金属マトリックスを構成することができる低融点金属は、In、Sn、Pb、Cd、Tl及びこれらの合金から選択することができる。

【0020】

本発明による材料の付加的な実施態様によれば、金属マトリックスは、330よりも高い融点を有する1種又は複数種の金属又は該金属の合金から選択することができる。この場合、好ましい金属はZn又はMgである。

## 【 0 0 2 1 】

さらに、該材料の特定の実施態様によれば、合金粉末粒子は、銅基材を同じ単一の濃度で含有することができる。あるいは、複合材料は銅基材を異なる濃度で含有する粒子を含むことができる。より広い温度範囲内においてマルテンサイト変態を示すことに起因して広い温度での減衰最大値を得るためには、熱処理法又は粉末冶金の分野におけるその他の方法（例えば、機械的合金化法等）を用いることによって、濃度勾配のある銅基材中へ粒子を含有させることができる。

## 【 0 0 2 2 】

全ての粉末粒子が同じ濃度の銅基材を含有しない場合には、銅基材を異なる濃度で含む粒子の百分率は、複合材料全体に対して 1 5 % 又は 1 5 % 未満にすることができる。

10

## 【 0 0 2 3 】

複合材料のモジュラスを高める目的のために、異なる組成を有するその他の種類の粒子も複合材料中に含有させることができ、この種の粒子は硬質粒子、金属粒子又はセラミック粒子であってもよい。

## 【 0 0 2 4 】

異なる組成を有するこの種の粉末粒子の複合材料中の百分率は、複合材料の 1 5 % 又は 1 5 % 未満にすることができる。この種の粒子はレニウム、タングステン、モリブデン、炭化ケイ素及び炭化ホウ素から選択することができる。

## 【 0 0 2 5 】

本発明は、次の工程 i ) 及び ii ) を含む前記の金属マトリックス複合材料の製造方法に関する：

20

i ) 形状記憶合金粉末粒子を調製し、次いで

ii ) 該粉末粒子を金属マトリックス中へ溶侵させる。

## 【 0 0 2 6 】

形状記憶合金粉末粒子は、形状記憶合金に固有の熱弾性マルテンサイト変態を示す粉末粒子の調製を可能にするガス噴霧法又はその他の方法を使用することによって得ることができる。

## 【 0 0 2 7 】

この方法には、さらに、複合材料の減衰最大値を示す温度範囲を、粉末粒子の直接又は逆マルテンサイト変態温度によって調整し、形状記憶後合金の構成元素の組成を変化させる工程を含めることができる。

30

## 【 0 0 2 8 】

本発明の特定の実施態様によれば、上記の方法には、銅基材を異なる濃度で含む粒子を複合材料中へ含有させる工程を含めることができ、該粒子は熱処理法によって複合材料中へ含有させることができる。

## 【 0 0 2 9 】

本発明の特定の実施態様によれば、上記の方法には、複合材料中で濃度勾配を伴うように、機械的合金化法によって粒子を複合材料中へ含有させる工程を含めることができる。

## 【 0 0 3 0 】

金属マトリックスが 3 3 0 未満の融点を有する金属を含有するか、又は 3 3 0 未満の凝固点を有する該金属の合金を含有するときの上記方法の特定の実施態様によれば、該方法は下記の工程 i ) ~ iv ) を含む該方法：

40

i ) 銅基材の粉末粒子を調製し、

ii ) 該粉末粒子をモールド内へ導入し、

iii ) 真空下での脱気処理を、好ましくは 1 2 0 ~ 3 0 0 の温度でおこない、次いで

iv ) 真空下での溶侵処理によって、溶融金属マトリックスを注入する。

## 【 0 0 3 1 】

溶侵処理は、遠心分離又は溶融物への気圧の印加によってもたらされる加圧下でおこなわれる。

50

## 【 0 0 3 2 】

金属マトリックスが 3 3 0 未満の融点を有する 1 種又は複数種の金属又は該金属の合金を含有し、形状記憶合金粉末粒子のマルテンサイト変態の特性が保持されるべき粉末冶金法であってもよい上記方法の特定の実施態様によれば、該方法は下記の工程 i) ~ iv) を含む：

- i) 形状記憶合金の粉末粒子をマトリックスの金属粉末又は合金粉末と混合し、
- ii) 該混合物の脱気処理を真空下でおこない、次いで
- iii) 得られる混合物を圧縮処理に付す。

## 【 0 0 3 3 】

この場合、圧縮処理は、3 0 0 未満の温度における単軸応力を伴う焼成処理によっておこなうことができる。また、該圧縮処理は、予め真空下でのカプセル内への封入処理に付した後、3 0 0 未満の温度における高圧下での等圧圧縮処理に付すことによっておこなうこともできる。

## 【 0 0 3 4 】

この方法は、比較的低い融点を有する金属マトリックス、例えば、前述の方法の実施態様において説明したような金属マトリックスの場合にも適用することができる。

## 【 0 0 3 5 】

マトリックスが、3 0 0 よりも高い融点を有する金属を含有する場合には、上記の方法は高温下での溶浸法であってもよく、該溶浸法は下記の工程 i) ~ vi) を含む：

- i) 銅基材の粉末粒子を調製し、
- ii) 該粉末粒子をモールド内へ導入し、
- iii) 脱気処理を真空下でおこない、
- iv) 該粒子を、対応する形状記憶合金の共析温度よりも高い温度まで加熱することによって、該粒子を、該合金に固有の高温相（相）中へ存在させ、
- v) 金属マトリックスを高温での溶浸処理に付し、次いで
- vi) 得られる複合材料を急冷媒体中での焼き戻し処理に付す（急冷媒体は水であってもよい）。

## 【 0 0 3 6 】

金属マトリックスの選択は、複合材料のバインダー特性（例えば、関係式  $\tan(\quad) \cdot E$ ）の最適化に役立つ。また、金属マトリックスは、使用する形状記憶合金及び種々の用途における実用条件下での複合材料の使用温度範囲に従って選択される。

## 【 0 0 3 7 】

技術的な観点からは、形状記憶合金粉末粒子は、マルテンサイト中間相の移動、特に、直接又は逆のマルテンサイト変態温度の近くにおけるマルテンサイト中間相の移動に基づいて複合材料の高い減衰係数に寄与する。このマトリックスによれば、マルテンサイト相内でマルテンサイト中間相の移動がおこなわれたとき、又は温度又は応力によって誘発される該変態を受けたときに粒子が受ける変形が吸収される。

## 【 0 0 3 8 】

このようにして、マトリックスは粒子の変形を吸収することによって複合材料の劣化を防止する。マトリックスは、複合材料中の粒子の支持体（support）としての機能を果たすと共に、連続的な減衰バックグラウンドに寄与し、また、粒子の減衰に対して増幅効果をもたらす。

## 【 0 0 3 9 】

このような材料は、特定の温度範囲内において調整可能な高い減衰係数を得るという課題を解決する新規な概念を包含する。減衰最大値の温度範囲は、粉末粒子の直接又は逆のマルテンサイト変換温度によって - 1 5 0 ~ + 2 5 0 の範囲で調整可能であり、また、該マルテンサイト変態温度は、形状記憶合金を構成する元素の組成によって調整される。

## 【 0 0 4 0 】

上記材料の利点は、所望の温度範囲内における減衰の最大ピークの連続的な調整を可能

10

20

30

40

50

にする材料が現存しなかったという事実内に存在する。これらの材料は、他の金属材料よりも高い減衰係数を示し、また、減衰挙動を示す材料を設計するときに用いられる関係式  $\tan(\delta) \propto E$  を、他の代替材料の場合よりも最適化する。

【0041】

所望により、複合材料の弾性率を高めるために、硬質粒子、金属粒子又はセラミック粒子を、形状記憶合金粒子と共に添加してもよい。

【0042】

本発明は、先に規定された金属マトリックス複合材料の振動吸収のための使用にも関する。振動は音響的振動又は機械的振動であってもよい。

【0043】

本発明の潜在的な工業的用途には非常に多数の用途が含まれるが、一般的には、高い振動減衰が要求される全ての用途が包含される。本発明による複合材料の用途例を以下に示す。

i) 家庭電化製品の分野：これらの製品（例えば、洗濯機、遠心脱水機、皿洗い機等）から発生される周囲ノイズの低減と振動の吸収。

ii) 工作機械の分野：機械の振動の減衰とこれによってもたらされる機械加工精度の改良と機械加工速度の増大。また、当該材料は、作業場における周囲ノイズ（音響汚染）の低減化に寄与する。

【0044】

iii) 光電子材料工業の分野：振動の吸収及び回路と装置の保護のための電子実装用材料としての用途。

iv) 輸送分野：「ノイズ - クリーン (noise-clean)」環境に寄与する振動の吸収とユーザーの快適性の増大。航空分野においては、当該材料は、特定の構造部品の疲労寿命を、これらの部品が受ける振動の振幅を低減させることによって改善することに寄与する。

v) 建築工業の分野：機械的エネルギーの多大な吸収に基づく耐震装置の製造。

【0045】

従って、本発明による従来の問題点の上記の解決策は、形状記憶合金 (SMA) 粉末粒子及び主要な減衰性元素として融点の低い延性金属マトリックス中に埋設された銅基材 (40%) に基づく複合材料の新規な概念である。

【0046】

この概念自体は革新的なものである。何故ならば、伝統的な複合材料においては、減衰性元素として作用するものはマトリックス自体であり、粒子又は繊維はモジュラスを高めるために添加されているからである。

【0047】

銅を基材とする SMA 粉末の使用は、該合金がチタン - ニッケルを基材とする SMA よりも高い減衰係数を示すという事実に基づくものである。さらに、これらの粉末粒子の組成を調整することにより、減衰最大値を示す温度を調整することができる。低融点金属のマトリックスは粒子の支持体を供給すると共に、従来技術においては全く知られていなかった減衰に対する増幅効果をもたらす。

【実施例】

【0048】

上述した複合材料の実施態様の実施例について以下に説明する。

Cu - Al - Ni (Cu : 83.8 重量%、Al : 13.1 重量%、Ni : 3.1 重量%) 粉末粒子を使用した。該粉末としては、気体噴霧法によって調製した粉末を 25 ~ 50 ミクロンのサイズの篩を通したものを使用した。該粉末のマルテンサイト変態温度を示差走査熱分析 (DSC) によって測定したところ、 $M_s = 65$ 、 $M_f = 27$ 、 $A_s = 51$  及び  $A_f = 95$  であった。この場合、マトリックス金属としては、純度が 99.99% のインジウムを使用した。

【0049】

テフロン (登録商標) 製のモールド内へ上記の粉末を導入し、真空下 (0.01 mbar)

10

20

30

40

50

で 130 の条件下での脱気処理に 6 時間付した。溶浸処理は、熔融物上へヘリウムガス (3 bar) を適用することによって、190 でおこなった。得られた複合材料は、60 容量%の Cu - Al - Ni 粒子と 40 容量%のインジウムを含有した。

【0050】

減衰係数  $\tan(\quad)$  は、機械的検電装置を用いて、捩れを加えて測定した。該測定は異なる振動数と温度においておこなった。この理由は、周知のように、材料の減衰係数はこれらの 2 つのパラメーターによって左右されるからである。

【0051】

この複合材料は、直接的及び逆のマルテンサイト変態に対応する 2 つの減衰極大値を 65 及び 100 において示した。異なる振動数に対する減衰係数の値を以下に示す。

- i) 振動数 3 Hz、 $\tan(\quad) > 0.01$ 、-100 ~ +125、 $\tan(\quad)$  の最大値 0.05
- ii) 振動数 1 Hz、 $\tan(\quad) > 0.01$ 、-100 ~ +125、 $\tan(\quad)$  の最大値 0.1
- iii) 振動数 0.1 Hz、 $\tan(\quad) > 0.035$ 、-100 ~ +125、 $\tan(\quad)$  の最大値 0.3
- iv) 振動数 0.03 Hz、 $\tan(\quad) > 0.05$ 、-100 ~ +125、 $\tan(\quad)$  の最大値 0.4
- v) 振動数 0.01 Hz、 $\tan(\quad) > 0.09$ 、-100 ~ +125、 $\tan(\quad)$  の最大値 0.6

10

20

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ES 2006/000493

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C22C, B22F, B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CIBEPAT,EPODOC, WPI, HCAPLUS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6346132 B1 (HUBER et al.) 12.02.2002, column 2, lines 34-59; column 3, lines 1-14, lines 56-64; column 4, lines 30-34; column 4, line 66 - column 5, line 22; column 5, lines 57-59; column 6, lines 10-13; column 6, lines 45-50; claim 29.	1-28
A	JP 10017959 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 20.01.1998, (abstract) Retrieved from the: EPOQUE.	1-28
A	A.KOZLOV et al. Application of the high power ultrasonics for production of composite materials. Metallofizika i Noveishe Tekhnologii (2001) Vol.23, pages 228-231.	1-28

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.		
"E" earlier document but published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
	"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2007 (24.01.2007)

Date of mailing of the international search report

(05-02-2007)

Name and mailing address of the ISA/  
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.  
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

J. A. Peces Aguado

Telephone No. +34 913496870

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2006/000493

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6346132 B	12.02.2002	CA 2247654 A FR 2768436 A GB 2329395 A DE 19741019 A JP 11158570 A IT 1303678 B	18.03.1999 19.03.1999 24.03.1999 15.04.1999 15.06.1999 23.02.2001
JP10017959A A	20.01.1998	NONE	-----

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 2006/000493

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*C22C 9/00* (2006.01)*C22C 1/02* (2006.01)*C22C 1/04* (2006.01)*B22F 7/00* (2006.01)*B22D 19/14* (2006.01)

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES 2006/000493

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C22C, B22F, B22D

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, HCAPLUS

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	US 6346132 B1 (HUBER et al.) 12.02.2002, column 2, líneas 34-59; column 3, líneas 1-14, líneas 56-64; column 4, líneas 30-34; column 4, línea 66 - column 5, línea 22; column 5, líneas 57-59; column 6, líneas 10-13; column 6, líneas 45-50; reivindicación 29.	1-28
A	JP 10017959 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 20.01.1998, (resumen) Recuperado de: EPOQUE.	1-28
A	A.KOZLOV et al. Application of the high power ultrasonics for production of composite materials. Metallofizika i Noveishe Tekhnologii (2001) Vol.23, páginas 228-231.	1-28

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos

☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.		
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.		
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

24.Enero.2007 (24.01.2007)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

05 febrero 2007 (05-02-2007)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

O.E.P.M.

Funcionario autorizado

J. A. Peces Aguado

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

Nº de fax 34 91 3495304

Nº de teléfono +34 913496870

Formulario PCT/ISA/210 (segunda hoja) (Abril 2005)

**INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional n°

PCT/ ES 2006/000493

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US 6346132 B	12.02.2002	CA 2247654 A FR 2768436 A GB 2329395 A DE 19741019 A JP 11158570 A IT 1303678 B	18.03.1999 19.03.1999 24.03.1999 15.04.1999 15.06.1999 23.02.2001
JP10017959A A	20.01.1998	NINGUNO	-----

## INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

PCT/ ES 2006/000493

## CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

*C22C 9/00* (2006.01)*C22C 1/02* (2006.01)*C22C 1/04* (2006.01)*B22F 7/00* (2006.01)*B22D 19/14* (2006.01)

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>B 2 2 D 19/00 (2006.01)</b>		B 2 2 F 3/10 1 0 1		
		B 2 2 D 19/00	V	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100103115

弁理士 北原 康廣

(72) 発明者 ホセ・マリア・サン・フアン・ヌニェス

スペイン、エ - 4 8 9 4 0 レイオア (ビスカヤ)、バリオ・デ・サリエナ・シン・ヌメロ、ユニベルシダッド・デル・パイス・バスコ - カンプス・デ・レイオア

(72) 発明者 マリア・ルイサ・ノ・サンチェス

スペイン、エ - 4 8 9 4 0 レイオア (ビスカヤ)、バリオ・デ・サリエナ・シン・ヌメロ、ユニベルシダッド・デル・パイス・バスコ - カンプス・デ・レイオア

F ターム (参考) 4K018 BA02 BA20 BB04 BC12 BC16 DA19 EA01 EA11