

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 3 部門第 4 区分

【発行日】平成26年1月16日 (2014.1.16)

【公表番号】特表2013-512348(P2013-512348A)

【公表日】平成25年4月11日 (2013.4.11)

【年通号数】公開・登録公報2013-017

【出願番号】特願2012-542096(P2012-542096)

【国際特許分類】

C 2 2 C 47/08 (2006.01)

C 2 2 C 1/10 (2006.01)

C 2 2 C 47/14 (2006.01)

C 2 2 C 49/14 (2006.01)

B 2 2 D 19/00 (2006.01)

C 2 5 D 7/00 (2006.01)

C 2 3 C 4/04 (2006.01)

C 0 1 B 31/02 (2006.01)

D 0 6 M 11/83 (2006.01)

D 0 6 M 11/74 (2006.01)

【 F I 】

C 2 2 C 47/08

C 2 2 C 1/10 G

C 2 2 C 1/10 J

C 2 2 C 47/14

C 2 2 C 49/14

B 2 2 D 19/00 V

C 2 5 D 7/00 R

C 2 3 C 4/04

C 0 1 B 31/02 1 0 1 F

D 0 6 M 11/83

D 0 6 M 11/74

【手続補正書】

【提出日】平成25年11月19日 (2013.11.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、  
カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と

、  
を含んで構成される複合材料。

【請求項 2】

前記金属マトリックスは、アルミニウム、マグネシウム、銅、コバルト、ニッケル、ジルコニウム、銀、金、チタン、及びこれらの混合物からなる群より選択される少なくとも 1 つの金属を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の複合材料。

【請求項 3】

前記金属マトリックスは、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との親和性を向上させる少なくとも1つの添加剤を更に含んで構成されることを特徴とする請求項1に記載の複合材料。

【請求項4】

前記少なくとも1つの添加剤は、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の前記カーボンナノチューブと反応し、これにより、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との界面に、前記金属マトリックスを構成する前記少なくとも1つの金属を含まない炭化生成物を形成することを特徴とする請求項3に記載の複合材料。

【請求項5】

前記炭化生成物は炭化ケイ素であることを特徴とする請求項4に記載の複合材料。

【請求項6】

少なくとも前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料をオーバーコートする保護層を更に含んで構成されることを特徴とする請求項1に記載の複合材料。

【請求項7】

前記保護層は、ニッケル、ニホウ化チタン、クロム、マグネシウム、チタン、銀、又はスズを含んで構成されることを特徴とする請求項6に記載の複合材料。

【請求項8】

少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、  
カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料であって、前記金属マトリックスの第1領域における第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記金属マトリックスの第2領域における第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、  
を含んで構成され、

前記第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さ、及び前記第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さは、前記金属マトリックスの第1領域と前記金属マトリックスの第2領域とが、機械的性質、電気的性質又は熱的性質を異にするように選択されることを特徴とする複合材料。

【請求項9】

前記第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と前記第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料との少なくとも1つは、少なくともカーボンナノチューブ浸出繊維材料をオーバーコートする保護層を更に含んで構成されることを特徴とする請求項8に記載の複合材料。

【請求項10】

前金属マトリックスは、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との親和性を向上させる少なくとも1つの添加剤を更に含んで構成されることを特徴とする請求項8に記載の複合材料。

【請求項11】

前記少なくとも1つの添加剤は、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の前記カーボンナノチューブと反応し、これにより、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との界面に、前記金属マトリックスを構成する前記少なくとも1つの金属を含まない炭化生成物を形成することを特徴とする請求項10に記載の複合材料。

【請求項12】

カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、及び

前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、  
を含んで構成される方法。

【請求項13】

前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を前記金属マトリックスに組み込むことは、鋳

造、スクイズ鑄造、溶融金属浸透法、溶融金属圧力浸透法、溶射堆積、及び粉末冶金からなる群より選択される少なくとも１つの技術を含んで構成されることを特徴とする請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記金属マトリックスは、アルミニウム、マグネシウム、銅、コバルト、ニッケル、及びこれらの混合物からなる群より選択される少なくとも１つの金属を含んで構成されることを特徴とする請求項１２に記載の方法。

【請求項１５】

前記金属マトリックスは、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との親和性を向上させる少なくとも１つの添加剤を更に含んで構成される請求項１２に記載の方法。

【請求項１６】

前記少なくとも１つの添加剤は、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の前記カーボンナノチューブと反応し、これにより、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との界面に、前記金属マトリックスを構成する前記少なくとも１つの金属を含まない炭化生成物を形成することを特徴とする請求項１５に記載の方法。

【請求項１７】

前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の少なくとも一部を保護層でオーバーコートすることを更に含んで構成される請求項１２に記載の方法。

【請求項１８】

前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料は、第１の長さのカーボンナノチューブを含んで構成される第１のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、第２の長さのカーボンナノチューブを含んで構成される第２のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記第１のカーボンナノチューブ浸出繊維材料が前記金属マトリックスの第１領域に組み込まれるとともに、第２のカーボンナノチューブ浸出繊維材料が前記金属マトリックスの第２領域に組み込まれることを特徴とする請求項１２に記載の方法。

【請求項１９】

少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、  
カーボンナノチューブ浸出繊維材料と、  
を含んで構成される複合材料を含む製品。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】０１２８

【補正方法】変更

【補正の内容】

【０１２８】

本発明は開示された実施形態を参照して説明されたが、当業者であれば、これらが本発明の例示にすぎないことを容易に認識するであろう。当然のことながら、本発明の精神から逸脱することなく、様々な変形例を考え出すことが可能である。

以上の実施形態から把握し得る請求項以外の技術的思想について、以下に記載する。

（１）少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記金属マトリックスが、前記金属マトリックスと前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料との親和性を向上させる少なくとも１つの添加剤を更に含んで構成される複合材料において、前記金属マトリックスはアルミニウムを含んで構成されるとともに、前記少なくとも１つの添加剤はケイ素を含んで構成される。

（２）少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料は、ガラス繊維、炭素繊維、金属繊維、セラミック繊維、有機繊維、炭化ケイ素繊維、炭化ホウ素繊維、窒化ケイ素

繊維、酸化アルミニウム繊維、及びこれらの組み合わせからなる群より選択される少なくとも1つの繊維種を含んで構成される。

(3) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、少なくとも前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料をオーバーコートする保護層を更に含む複合材料において、前記保護層は、前記カーボンナノチューブもオーバーコートする。

(4) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記繊維材料は、短繊維及び連続繊維からなる群より選択される。

(5) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブは、前記複合材料の約0.1重量%から約10重量%を占める。

(6) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブは、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の約0.5重量%から約40重量%を占める。

(7) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記繊維材料は、前記金属マトリックスに均一に分布する。

(8) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記繊維材料は、前記金属マトリックスに不均一に分布する。

(9) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記繊維材料が前記金属マトリックスに不均一に分布する複合材料において、前記金属マトリックスに不均一に分布することは、前記金属マトリックスにおける勾配分布を含む。

(10) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を構成する前記カーボンナノチューブは、前記繊維材料の長手軸に対して略垂直である。

(11) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を構成する前記カーボンナノチューブは、前記繊維材料の長手軸に対して略平行である。

(12) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を構成する前記カーボンナノチューブの重量百分率は、前記カーボンナノチューブの平均長さにより決定される。

(13) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を構成する前記カーボンナノチューブの重量百分率が、前記カーボンナノチューブの平均長さにより決定される複合材料において、前記重量百分率は、前記繊維材料に浸出する前記カーボンナノチューブの被覆密度により更に決定される。

(14) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を構成する前記カーボンナノチューブの重量

百分率が、前記カーボンナノチューブの平均長さと前記繊維材料に浸出する前記カーボンナノチューブの被覆密度とにより決定される複合材料において、前記被覆密度は、1平方マイクロメートル当たり最大で約15,000のカーボンナノチューブに相当する。

(15) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、約1  $\mu\text{m}$  から約500  $\mu\text{m}$  である。

(16) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、約1  $\mu\text{m}$  から約10  $\mu\text{m}$  である。

(17) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、約10  $\mu\text{m}$  から約100  $\mu\text{m}$  である。

(18) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、約100  $\mu\text{m}$  から約500  $\mu\text{m}$  である。

(19) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、カーボンナノチューブがない複合材料に対して、前記複合材料の熱膨張係数を約4分の1以下まで減少させるのに十分な長さである。

(20) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、カーボンナノチューブがない複合材料に対して、前記複合材料の剛性及び耐摩耗性を約3倍以上まで向上させるのに十分な長さである。

(21) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成される複合材料において、前記カーボンナノチューブの平均長さは、前記複合材料における電氣的な又は熱的な伝導経路を確立するのに十分な長さである。

(22) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料であって、前記金属マトリックスの第1領域における第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記金属マトリックスの第2領域における第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さ、及び前記第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さは、前記金属マトリックスの第1領域と前記金属マトリックスの第2領域とが、機械的性質、電氣的性質又は熱的性質を異にするように選択される複合材料において、前記第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料は、同一の繊維材料を含んで構成される。

(23) 少なくとも1つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料であって、前記金属マトリックスの第1領域における第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記金属マトリックスの第2領域における第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記第1のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さ、及び前記第2のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さは、前記金属マトリックスの第1領域と前記金属マトリックスの第2

領域とが、機械的性質、電気的性質又は熱的性質を異にするように選択される複合材料において、前記第１のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記第２のカーボンナノチューブ浸出繊維材料は、異なる繊維材料を含んで構成される。

(２４) 少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスと、カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料であって、前記金属マトリックスの第１領域における第１のカーボンナノチューブ浸出繊維材料、及び前記金属マトリックスの第２領域における第２のカーボンナノチューブ浸出繊維材料と、を含んで構成され、前記第１のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さ、及び前記第２のカーボンナノチューブ浸出繊維材料におけるカーボンナノチューブの平均長さは、前記金属マトリックスの第１領域と前記金属マトリックスの第２領域とが、機械的性質、電気的性質又は熱的性質を異にするように選択される複合材料において、前記金属マトリックスは、アルミニウム、マグネシウム、銅、コバルト、ニッケル、及びこれらの混合物からなる群より選択される。

(２５) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の少なくとも一部を保護層でオーバーコートすることを含んで構成される方法において、前記保護層は、電気めっき及び化学蒸着からなる群より選択される技術により付着する。

(２６) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料の少なくとも一部を保護層でオーバーコートすることを含んで構成される方法において、前記保護層は、ニッケル又は二ホウ化チタンを含んで構成される。

(２７) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、を含んで構成される方法において、前記複合材料を高密度化することを更に含んで構成される請求項３６に記載の方法

。

(２８) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、を含んで構成される方法において、前記繊維材料は、前記金属マトリックスに均一に分布する。

(２９) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、を含んで構成される方法において、前記繊維材料は、前記金属マトリックスに不均一に分布する。

(３０) カーボンナノチューブが浸出した繊維材料であるカーボンナノチューブ浸出繊維材料を提供すること、及び、前記カーボンナノチューブ浸出繊維材料を少なくとも１つの金属を含んで構成される金属マトリックスに組み込むこと、を含んで構成され、前記繊維材料が前記金属マトリックスに不均一に分布する方法において、前記金属マトリックスに不均一に分布することは、前記金属マトリックスにおける勾配分布を含む。