

(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2005-536640

(P2005-536640A)

(43) 公表日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

C 2 2 C 49/06

C 2 2 C 21/00

C 2 2 C 47/06

C 2 2 C 47/08

F 1 6 D 55/22

F I

C 2 2 C 49/06

C 2 2 C 21/00

C 2 2 C 47/06

C 2 2 C 47/08

F 1 6 D 55/22

テーマコード (参考)

3 J 0 5 8

4 K 0 2 0

E

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 50 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-530814 (P2004-530814)

(86) (22) 出願日 平成15年7月8日(2003.7.8)

(85) 翻訳文提出日 平成17年4月19日(2005.4.19)

(86) 国際出願番号 PCT/US2003/021089

(87) 国際公開番号 W02004/018725

(87) 国際公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(31) 優先権主張番号 60/404,729

(32) 優先日 平成14年8月20日(2002.8.20)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 10/403,339

(32) 優先日 平成15年3月31日(2003.3.31)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 599056437

スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニーアメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
1000, セント ポール, スリーエム
センター

(74) 代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬

(74) 代理人 100087413

弁理士 古賀 哲次

(74) 代理人 100102990

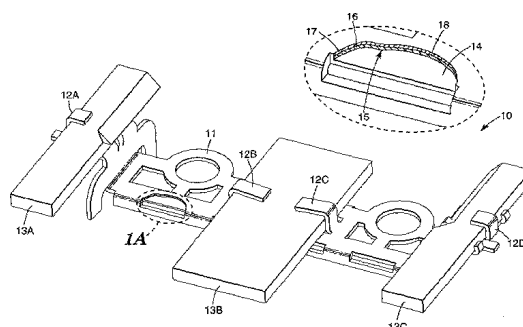
弁理士 小林 良博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属マトリックス複合体およびその製造方法

(57) 【要約】

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、インサートホルダが、外面と、第1の金属の外面上の第2の金属とを有し、第2の金属が、少なくとも200℃より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、第2の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートルである、インサートホルダと、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属含有強化インサートとを含む物品。金属マトリックス複合体物品を強化するためのインサートを含むホルダおよびその製造方法。別の態様において、本発明は、インサートで強化された金属マトリックス複合体物品およびその製造方法を提供する。インサートを含む有用な金属マトリックス複合体物品としては、ブレーキキャリパが挙げられる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第 1 の金属の外面上の第 2 の金属とを有し、前記第 2 の金属が、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第 2 の金属の厚さが少なくとも 8 マイクロメートルである、インサートホルダと、

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分に固定された、少なくとも 1 つの金属含有強化インサートとを含む物品。

10

【請求項 2】

インサートをそれぞれ固定するための 2 つの部分と、インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた 2 つの前記金属含有強化インサートとを含む、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 3】

前記第 2 の金属と前記第 1 の金属の前記外面との間に第 3 の金属をさらに含む、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 4】

前記第 2 の金属の厚さが少なくとも 10 マイクロメートルである、請求項 1 に記載の物品。

20

【請求項 5】

前記第 2 の金属が、金または銀の 1 つである、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 6】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記金属含有強化インサートの金属がアルミニウム合金である、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 7】

前記第 1 の金属が 6000 系アルミニウム合金であり、前記金属含有強化インサートの金属が 200 系アルミニウム合金である、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 8】

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第 1 の金属の外面上の第 2 の金属とを有し、前記第 2 の金属が、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第 2 の金属の厚さが少なくとも 8 マイクロメートルである、インサートホルダと、

30

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分に固定された少なくとも 1 つの結晶セラミック含有強化インサートとを含む物品。

【請求項 9】

前記第 2 の金属の厚さが少なくとも 10 マイクロメートルである、請求項 8 に記載の物品。

40

【請求項 10】

前記第 2 の金属が、金または銀の 1 つである、請求項 8 に記載の物品。

【請求項 11】

前記結晶セラミック含有強化インサートが、多孔性焼結セラミック酸化物材料と、長さが少なくとも 5 cm の実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含み、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続した繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、請求項 9 に記載の物品。

【請求項 12】

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサート

50

ホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの前記外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上にあり、厚さが少なくとも8マイクロメートルであるAgとを有する、インサートホルダと、前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定された、少なくとも1つの金属含有強化インサートとを含む物品。

【請求項13】

前記Niの厚さが少なくとも1マイクロメートルである、請求項12に記載の物品。

【請求項14】

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの前記外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上にあり、厚さが少なくとも8マイクロメートルであるAgとを有する、インサートホルダと、前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの結晶セラミック含有強化インサートとを含む物品。

【請求項15】

前記Niの厚さが少なくとも1マイクロメートルである、請求項14に記載の物品。

【請求項16】

前記結晶セラミックを含む強化インサートが、多孔性焼結セラミック酸化物材料と、長さが少なくとも5cmの実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含み、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続した繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、請求項14に記載の物品。

【請求項17】

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第1の金属の前記外面上の第2の金属とを有し、前記第2の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する、インサートホルダと、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含む物品であって、そのようなインサートの少なくとも1つが、

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第3の金属とを含み、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、前記第3の金属が外面を有し、

前記第3の金属の前記外面上の第4の金属をさらに含み、前記第4の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第4の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートルである、物品。

【請求項18】

前記第2の金属と前記第1の金属の前記外面との間に別の金属をさらに含み、前記第4の金属と前記第3の金属の前記外面との間に別の金属をさらに含む、請求項17に記載の物品。

【請求項19】

前記第2および第4の金属の各々の厚さが少なくとも10マイクロメートルである、請求項17に記載の物品。

【請求項20】

前記第2および第4の金属が、金または銀の1つである、請求項17に記載の物品。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記第 3 の金属がアルミニウム合金である、請求項 1 7 に記載の物品。

【請求項 2 2】

前記第 1 の金属が 6 0 0 0 系アルミニウム合金であり、前記第 3 の金属が 2 0 0 系アルミニウム合金である、請求項 1 7 に記載の物品。

【請求項 2 3】

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含む、インサートホルダと、

10

前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に位置決めされた少なくとも 1 つの金属マトリックス複合体インサートであって、前記インサートが、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 2 の金属とを含み、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、少なくとも 1 つの金属マトリックス複合体インサートとを含む物品であって、

前記少なくとも 1 つのインサートが前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分に固定された前記インサートホルダが、集合的に、外面と、前記外面上の第 3 の金属とを有し、前記第 3 の金属が、少なくとも 2 0 0 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第 3 の金属の厚さが少なくとも 8 マイクロメートルである、物品。

20

【請求項 2 4】

前記第 3 の金属と前記外面との間に別の金属をさらに含む、請求項 2 3 に記載の物品。

【請求項 2 5】

前記第 3 の金属の厚さが少なくとも 1 0 マイクロメートルである、請求項 2 4 に記載の物品。

【請求項 2 6】

前記第 3 の金属が、金または銀の 1 つである、請求項 2 4 に記載の物品。

【請求項 2 7】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記第 2 の金属がアルミニウム合金である、請求項 2 4 に記載の物品。

30

【請求項 2 8】

前記第 1 の金属が 6 0 0 0 系アルミニウム合金であり、第 2 の金属が 2 0 0 系アルミニウム合金である、請求項 2 4 に記載の物品。

【請求項 2 9】

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの前記外面上にあり、外面を有する N i と、前記 N i の前記外面上の A g とを有する、インサートホルダと、

40

前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に固定された少なくとも 1 つの金属マトリックス複合体インサートとを含む物品であって、そのようなインサートの少なくとも 1 つが、

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 2 の金属とを含み、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、前記第 2 の金属が外面を有し、

前記第 2 の金属の前記外面上にあり、外面を有する N i と、

50

前記 N i の前記外面上にあり、厚さが少なくとも 8 マイクロメートルである A g とをさらに含む、物品。

【請求項 30】

前記 N i の厚さが少なくとも 1 マイクロメートルである、請求項 29 に記載の物品。

【請求項 31】

少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダであって、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含む、インサートホルダと、

前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に位置決めされた少なくとも 1 つの金属マトリックス複合体インサートであって、前記インサートが、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 2 の金属とを含み、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第 2 の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、少なくとも 1 つの金属マトリックス複合体インサートとを含む物品であって、

前記少なくとも 1 つのインサートが前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に固定された前記インサートホルダが、集合的に、外面と、前記金属の外面上にあり、前記インサートホルダの外面を有する N i と、前記 N i の前記外面上の A g とを有する、物品。

【請求項 32】

前記 N i の厚さが少なくとも 1 マイクロメートルである、請求項 31 に記載の物品。

【請求項 33】

第 1 の金属と、少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダとを含む金属マトリックス複合体物品であって、前記第 1 の金属が、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択され、前記インサートホルダが、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 2 の金属と、

前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分に固定された少なくとも 1 つの金属含有強化インサートとを含み、

前記第 1 の金属と前記インサートホルダとの間に界面層があり、前記第 1 の金属と前記インサートホルダとの間の界面層ピーク結合強度値が少なくとも 100 MPa である、金属マトリックス複合体物品。

【請求項 34】

前記ピーク結合強度値が少なくとも 130 MPa である、請求項 33 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 35】

インサートをそれぞれ固定するための 2 つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2 つの前記金属含有強化インサートとを含む、請求項 33 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 36】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記第 2 の金属がアルミニウム合金であり、前記金属含有強化インサートの金属がアルミニウム合金である、請求項 33 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 37】

前記第 1 の金属が、300 または 400 系アルミニウム合金の 1 つであり、前記第 2 の金属が 6000 系アルミニウム合金であり、前記金属含有強化インサートの金属が 200 系アルミニウム合金である、請求項 33 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 38】

ブレーキキャリパである、請求項 33 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 39】

ロータと；前記ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；前記内側のブレーキパッドを前記ロータに対して付勢するためのピストンと；前記ロータの片側に位置決めされ、かつ前記ピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、前記ロータの他方の側に位置決めされ、かつ前記外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、前記ロータの平面を横切って、前記本体部材と前記アーム部材との間に延在するブリッジとを含む請求項 38 に記載のブレーキキャリアとを含む自動車用ディスクブレーキ。

【請求項 40】

第 1 の金属と、少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含むインサートホルダとを含む金属マトリックス複合体物品であって、前記第 1 の金属が、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択され、前記インサートホルダが、

10

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 2 の金属と

、
前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に固定された少なくとも 1 つの結晶セラミック含有強化インサートとを含み、

前記第 1 の金属と前記インサートホルダとの間に界面層があり、前記第 1 の金属と前記インサートホルダとの間の界面層ピーク結合強度値が少なくとも 100 MPa である、金属マトリックス複合体物品。

20

【請求項 41】

前記ピーク結合強度値が少なくとも 130 MPa である、請求項 40 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 42】

インサートをそれぞれ固定するための 2 つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた 2 つの前記結晶セラミック含有強化インサートとを含む、請求項 40 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 43】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記第 2 の金属がアルミニウム合金である、請求項 40 に記載の金属マトリックス複合体物品。

30

【請求項 44】

前記第 1 の金属が、300 または 400 系アルミニウム合金の 1 つであり、前記第 2 の金属が 6000 系アルミニウム合金である、請求項 40 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 45】

前記結晶セラミックを含む強化インサートが、多孔性焼結セラミック酸化物材料と、長さが少なくとも 5 cm の実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含み、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続した繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、請求項 44 に記載の金属マトリックス複合体物品。

40

【請求項 46】

ブレーキキャリアである、請求項 40 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 47】

ロータと；前記ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；前記内側のブレーキパッドを前記ロータに対して付勢するためのピストンと；前記ロータの片側に位置決めされ、かつ前記ピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、前記ロータの他方の側に位置決めされ、かつ前記外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、前記ロータの平面を横切って、前記本体部材と前記アーム部材との間に延在するブリッジとを含む請求項 46 に記載のブレーキキャリアとを含む自動車用ディスクブレーキ。

50

【請求項 48】

第1の金属と、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダとを含む金属マトリックス複合体物品であって、前記第1の金属が、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択され、前記インサートホルダが、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属と

、
前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含み、前記金属マトリックス複合体インサートが、

10

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第3の金属とを含み、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、

前記第1の金属と前記インサートホルダとの間に界面層があり、前記界面層には酸素がなく、前記界面層が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する第4の金属を平均量含み、前記界面層中の前記第4の金属の平均量が、前記第1の金属中に存在するものよりも高い、金属マトリックス複合体物品。

【請求項 49】

インサートをそれぞれ固定するための2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記金属マトリックス複合体インサートとを含む、請求項48に記載の金属マトリックス複合体物品。

20

【請求項 50】

前記第1の金属がアルミニウム合金であり、前記第2の金属がアルミニウム合金であり、前記第3の金属がアルミニウム合金である、請求項48に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 51】

前記第1の金属が、300または400系アルミニウム合金の1つであり、前記第2の金属が6000系アルミニウム合金であり、前記第3の金属が200系アルミニウム合金である、請求項48に記載の金属マトリックス複合体物品。

30

【請求項 52】

ブレーキキャリパである、請求項48に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 53】

ロータと；前記ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；前記内側のブレーキパッドを前記ロータに対して付勢するためのピストンと；前記ロータの片側に位置決めされ、かつ前記ピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、前記ロータの他方の側に位置決めされ、かつ前記外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、前記ロータの平面を横切って、前記本体部材と前記アーム部材との間に延在するブリッジとを含む請求項52に記載のブレーキキャリパとを含む自動車用ディスクブレーキ。

40

【請求項 54】

第1の金属と、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダとを含む金属マトリックス複合体物品であって、前記第1の金属が、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択され、前記インサートホルダが、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属と

、
前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含み、前記金属マトリックス複合体インサートが、

50

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第3の金属とを含み、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、

前記第1の金属と前記インサートホルダとの間に界面層があり、前記第1の金属と前記インサートホルダとの間の界面層ピーク結合強度値が少なくとも100MPaである、金属マトリックス複合体物品。

【請求項55】

前記ピーク結合強度値が少なくとも130MPaである、請求項54に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項56】

インサートをそれぞれ固定するための2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記金属マトリックス複合体インサートとを含む、請求項54に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項57】

前記第1の金属がアルミニウム合金であり、前記第2の金属がアルミニウム合金であり、前記第3の金属がアルミニウム合金である、請求項54に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項58】

前記第1の金属が、300または400系アルミニウム合金の1つであり、前記第2の金属が6000系アルミニウム合金であり、前記第3の金属が200系アルミニウム合金である、請求項54に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項59】

ブレーキキャリパである、請求項54に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項60】

ロータと；前記ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；前記内側のブレーキパッドを前記ロータに対して付勢するためのピストンと；前記ロータの片側に位置決めされ、かつ前記ピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、前記ロータの他方の側に位置決めされ、かつ前記外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、前記ロータの平面を横切って、前記本体部材と前記アーム部材との間に延在するブリッジとを含む請求項59に記載のブレーキキャリパとを含む自動車用ディスクブレーキ。

【請求項61】

第1の金属と、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダとを含む金属マトリックス複合体物品であって、前記第1の金属が、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択され、前記インサートホルダが、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属と、

前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含み、前記金属マトリックス複合体インサートが、

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第3の金属とを含み、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、

前記第1の金属と前記インサートホルダとの間に界面層があり、前記界面層には酸素がなく、前記界面層が、前記第1の金属中に存在するより高い平均量のAgおよびNiを含む、金属マトリックス複合体物品。

【請求項62】

10

20

30

40

50

前記ピーク結合強度値が少なくとも 130MPa である、請求項 61 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 63】

インサートをそれぞれ固定するための 2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記金属マトリックス複合体インサートとを含む、請求項 61 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 64】

前記第 1の金属がアルミニウム合金であり、前記第 2の金属がアルミニウム合金であり、前記第 3の金属がアルミニウム合金である、請求項 61 に記載の金属マトリックス複合体物品。

10

【請求項 65】

前記第 1の金属が、300または 400系アルミニウム合金の 1つであり、前記第 2の金属が 6000系アルミニウム合金であり、前記第 3の金属が 200系アルミニウム合金である、請求項 61 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 66】

ブレーキキャリパである、請求項 61 に記載の金属マトリックス複合体物品。

【請求項 67】

ロータと；前記ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；前記内側のブレーキパッドを前記ロータに対して付勢するためのピストンと；前記ロータの片側に位置決めされ、かつ前記ピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、前記ロータの他方の側に位置決めされ、かつ前記外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、前記ロータの平面を横切って、前記本体部材と前記アーム部材との間に延在するブリッジとを含む請求項 66 に記載のブレーキキャリパとを含む自動車用ディスクブレーキ。

20

【請求項 68】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

金属を含む強化インサートを含むインサートホルダを位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも 1つのインサートを固定するための少なくとも 1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第 1の金属の外面上の第 2の金属とを有し、前記第 2の金属が、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第 2の金属の厚さが少なくとも 8マイクロメートルであり、前記金属を含む強化インサートが、前記少なくとも 1つのインサートを固定するための前記少なくとも 1つの部分に固定されている、工程と、

30

アルミニウム、その合金、およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第 3の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

前記溶融した第 3の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項 69】

前記モールド内の前記溶融した第 3の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項 68 に記載の方法。

40

【請求項 70】

前記モールド内の前記溶融した第 3の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項 68 に記載の方法。

【請求項 71】

インサートをそれぞれ固定するための 2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記金属を含む強化インサートとを含む、請求項 68 に記載の方法。

【請求項 72】

前記第 1の金属がアルミニウム合金であり、前記第 3の金属がアルミニウム合金であり

50

、前記金属を含む強化インサートの金属がアルミニウム合金である、請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 3】

前記第 1 の金属が 6 0 0 0 系アルミニウム合金であり、前記金属を含む強化インサートの金属が 2 0 0 系アルミニウム合金であり、前記第 3 の金属が、3 0 0 または 4 0 0 系アルミニウム合金の 1 つである、請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 4】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項 6 8 に記載の方法。

【請求項 7 5】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、
結晶セラミックを含む強化インサートを含むインサートホルダを位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも 1 つのインサートを固定するための少なくとも 1 つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第 1 の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第 1 の金属の外面上の第 2 の金属とを有し、前記第 2 の金属が、少なくとも 2 0 0 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第 2 の金属の厚さが少なくとも 8 マイクロメートルであり、前記結晶セラミックを含む強化インサートが、前記少なくとも 1 つのインサートを固定するための前記少なくとも 1 つの部分に固定されている、工程と、
アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第 3 の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

前記溶融した第 3 の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項 7 6】

前記モールド内の前記溶融した第 3 の金属が、7 5 秒未満の間溶融状態である、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 7 7】

前記モールド内の前記溶融した第 3 の金属が、6 0 秒未満の間溶融状態である、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 7 8】

インサートをそれぞれ固定するための 2 つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2 つの前記結晶セラミックを含む強化インサートとを含む、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 7 9】

前記第 1 の金属がアルミニウム合金であり、前記第 3 の金属がアルミニウム合金である、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 8 0】

前記第 1 の金属が 6 0 0 0 系アルミニウム合金であり、前記第 3 の金属が、3 0 0 または 4 0 0 系アルミニウム合金の 1 つである、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 8 1】

前記結晶セラミックを含む強化インサートが、多孔性焼結セラミック酸化物材料と、長さが少なくとも 5 c m の実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含み、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記多孔性焼結セラミック酸化物材料が、前記実質的に連続した繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 8 2】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項 7 5 に記載の方法。

【請求項 8 3】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

10

20

30

40

50

金属含有強化インサートを含むインサートホルダを位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上にあり、厚さが少なくとも8マイクロメートルであるAgとを有し、前記金属含有強化インサートが、前記少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定されている、工程と、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第2の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

10

前記溶融した第2の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項84】

前記モールド内の前記溶融した第2の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項83に記載の方法。

【請求項85】

前記モールド内の前記溶融した第2の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項83に記載の方法。

【請求項86】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項83に記載の方法

20

【請求項87】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

結晶セラミックを含む強化インサートを含むインサートホルダを位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上にあり、厚さが少なくとも8マイクロメートルであるAgとを有する、工程と、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第2の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

30

前記溶融した第2の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項88】

前記モールド内の前記溶融した第2の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項87に記載の方法。

【請求項89】

前記モールド内の前記溶融した第2の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項87に記載の方法。

【請求項90】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項87に記載の方法

40

【請求項91】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

インサートを含むインサートホルダをモールド内に位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記第1の金属の外面上の第2の金属とを有し、前記第2の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記インサートが、前記少なくとも1つのインサート

50

を固定するための前記少なくとも1つの部分に固定され、かつ、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第3の金属とを含み、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第3の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、前記第3の金属が外面を有し、前記インサートが、前記第3の金属の外面上の第4の金属をさらに含み、前記第4の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第4の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートルである、工程と、

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第5の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

10

前記溶融した第5の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項92】

前記モールド内の前記溶融した第5の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項91に記載の方法。

【請求項93】

前記モールド内の前記溶融した第5の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項91に記載の方法。

【請求項94】

インサートをそれぞれ固定するための2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記インサートとを含む、請求項91に記載の方法。

20

【請求項95】

前記第1の金属がアルミニウム合金であり、前記第3の金属がアルミニウム合金であり、前記第5の金属の金属がアルミニウム合金である、請求項91に記載の方法。

【請求項96】

前記第1の金属が6000系アルミニウム合金であり、前記第3の金属が200系アルミニウム合金であり、前記第5の金属が、300または400系アルミニウム合金の1つである、請求項91に記載の方法。

【請求項97】

30

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項91に記載の方法。

【請求項98】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

インサートを含むインサートホルダをモールド内に位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが外面を有し、前記インサートが、前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定され、かつ、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属とを含み、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、前記インサートホルダおよび前記インサートが、集合的に、外面と、前記外面上の第3の金属とを有し、前記第3の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、前記第3の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートルである、工程と、

40

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第4の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

前記溶融した第4の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

50

【請求項 99】

前記モールド内の前記溶融した第4の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項98に記載の方法。

【請求項 100】

前記モールド内の前記溶融した第4の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項98に記載の方法。

【請求項 101】

インサートをそれぞれ固定するための2つの部分と、前記インサートをそれぞれ固定するための前記部分にそれぞれ位置決めされた、2つの前記インサートとを含む、請求項98に記載の方法。

10

【請求項 102】

前記第1の金属がアルミニウム合金であり、前記第2の金属がアルミニウム合金であり、前記第4の金属の金属がアルミニウム合金である、請求項98に記載の方法。

【請求項 103】

前記第1の金属が6000系アルミニウム合金であり、前記第2の金属が200系アルミニウム合金であり、前記第4の金属が、300または400系アルミニウム合金の1つである、請求項98に記載の方法。

【請求項 104】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項98に記載の方法。

20

【請求項 105】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

インサートを含むインサートホルダをモールド内に位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが、外面と、前記インサートホルダの外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上のAgとを有し、前記インサートが、前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定され、かつ、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属とを含み、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長さの少なくとも一部に沿って延在し、前記第2の金属が外面を有し、前記インサートが、前記第2の金属の前記外面上にあり、外面を有するNiと、前記Niの前記外面上にあり、厚さが少なくとも8マイクロメートルであるAgとをさらに含む、工程と、

30

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第3の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

前記溶融した第3の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項 106】

40

前記モールド内の前記溶融した第3の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項105に記載の方法。

【請求項 107】

前記モールド内の前記溶融した第3の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項105に記載の方法。

【請求項 108】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項105に記載の方法。

【請求項 109】

金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、

50

インサートを含むインサートホルダをモールド内に位置決めする工程であって、前記インサートホルダが、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含み、前記インサートホルダが、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、前記インサートホルダが外面を有し、前記インサートが、前記少なくとも1つのインサートを固定するための前記少なくとも1つの部分に固定され、かつ、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属とを含み、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、前記第2の金属が、前記実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、前記インサートホルダおよび前記インサートが、集合的に、外面と、前記金属の外面上にあり、前記インサートホルダの外面を有するNiと、前記Niの外面上のAgとを有する、工程と、

10

アルミニウム、その合金およびそれらの組合せからなる群から選択される溶融した第3の金属を、前記モールド内に提供する工程と、

前記溶融した第3の金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法。

【請求項110】

前記モールド内の前記溶融した第3の金属が、75秒未満の間溶融状態である、請求項109に記載の方法。

【請求項111】

20

前記モールド内の前記溶融した第3の金属が、60秒未満の間溶融状態である、請求項109に記載の方法。

【請求項112】

前記金属マトリックス複合体物品がブレーキキャリパである、請求項109に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属マトリックス複合体インサートホルダ、および金属マトリックス複合体インサートホルダを使用して製造された金属マトリックス複合体物品に関する。

30

【背景技術】

【0002】

セラミックスによる金属マトリックスの強化は、当該技術において知られている（たとえば、米国特許第4,705,093号明細書（オギノ（Ogino））、米国特許第4,852,630号明細書（ハマジマ（Hamajima）ら）、米国特許第4,932,099号明細書（コーウィン（Corwin）ら）、米国特許第5,199,481号明細書（コーウィン（Corwin）ら）、米国特許第5,234,080号明細書（パンテール（Pantale））、および米国特許第5,394,930号明細書（ケンナーケネヒト（Kennerknecht））、それぞれ1987年5月28日および1988年9月14日に公開された、英国特許第2,182,970 AおよびB号明細書、ならびに2002年4月4日に公開された国際公開第02/26658号パンフレット、国際公開第02/27048号パンフレット、および国際公開第02/27049号パンフレットを参照のこと）。強化のために使用されるセラミック材料の例としては、粒子、不連続繊維（ウイスキーを含む）および連続繊維、ならびにセラミックプリフォームが挙げられる。

40

【0003】

典型的には、セラミック材料が金属に組入れられて、セラミック材料を伴わずに金属から製造された物品と比較して向上した機械的特性を有する金属マトリックス複合体（MMC）を提供する。たとえば、モータ付き車両（たとえば、車およびトラック）用の従来のブレーキキャリパは、典型的には、鋳鉄から製造される。車両の全重量、および特にブレ

50

ーキキャリパなどのばね下重量を低減するために、より軽量の部品および/または材料を使用したいという要望がある。セラミック酸化物材料の配置を含む、MMCの設計を助け、かつ特定の用途に必要なセラミック酸化物材料の量を最小にするための1つの技術が、有限要素分析である。

【0004】

鑄造アルミニウムから製造されたブレーキキャリパは、同じ(すなわち、同じサイズおよび構成)、鑄鉄から製造されたキャリパより約50重量%軽い。鑄造アルミニウムおよび鑄鉄の機械的特性は、同じではない(たとえば、鑄鉄のヤング率は約100~170 GPaであり、一方、鑄造アルミニウムの場合は約70~75 GPaであり、鑄鉄の降伏強度は300~700 MPaであり、一方、鑄造アルミニウムの場合は200~3000 MPaである)。したがって、所与のサイズおよび形状について、鑄造アルミニウムから製造されたブレーキキャリパは、鑄鉄キャリパより著しく低い、曲げ剛性および降伏強度などの機械的特性を有する。典型的には、そのようなアルミニウムブレーキキャリパの機械的特性は、鑄鉄ブレーキキャリパと比較して受入れられないほど低い。鑄鉄ブレーキキャリパと同じ構成および少なくとも同じ(またはより良好な)曲げ剛性および降伏強度などの機械的特性を有するアルミニウム金属マトリックス複合体材料(たとえば、セラミック繊維で強化されたアルミニウム)から製造されたブレーキキャリパが望ましい。

10

【0005】

いくつかのMMC物品のための1つの考慮事項は、形成後の機械加工(たとえば、穴またはねじ山を加えるか、そうでなければ、材料を切取って所望の形状をもたらすこと)または他の処理(たとえば、2つのMMC物品をともに溶接して、複雑な形状の部品を製造すること)の必要である。多くの従来のMMCは、典型的には、機械加工または溶接を非実際的または不可能にさえするのに十分なセラミック強化材料を含有する。しかし、たとえあるとしても形成後の機械加工または処理をほとんど必要としない「ネット形」物品を製造することが望ましい。「ネット形」物品を製造する技術は、当該技術において知られている(たとえば、米国特許第5,234,045号明細書(シスコ(Cisco))および米国特許第5,887,684号明細書(ドール(Doeil))を参照のこと)。さらに、またはあるいは、実行可能な程度に、セラミック強化材を、機械加工、または溶接などの他の処理を妨げる恐れがある領域において、低減してもよいし、配置しなくてもよい。

20

30

【0006】

MMCの設計および製造の別の考慮事項は、セラミック強化材料のコストである。商品名「ネクステル(NEXTEL)610」でミネソタ州セント・ポールの3Mカンパニー(3M Company, St. Paul, MN)によって販売されるものなどの連続した多結晶アルファアルミナ繊維の機械的特性は、アルミニウムなどの低密度金属と比較して高い。さらに、多結晶アルファアルミナ繊維などのセラミック酸化物材料のコストは、アルミニウムなどの金属よりかなり大きい。したがって、セラミック酸化物材料によって与えられる特性を最大にするために、使用されるセラミック酸化物材料の量を最小にし、かつセラミック酸化物材料の配置を最適化することが望ましい。さらに、金属マトリックス複合体物品を製造するために比較的容易に使用することができるパッケージ内または形態のセラミック強化材料を提供することが望ましい。

40

【0007】

国際公開第02/26658号パンフレット、国際公開第02/27048号パンフレット、および国際公開第02/27049号パンフレット(2002年4月4日に公開された)は、金属マトリックス複合体物品を製造するために比較的容易に使用することができるパッケージ内または形態のセラミック強化材料の必要に対処する実施形態の説明を含む。これらの出願は、また、金属マトリックス複合体物品(たとえばブレーキキャリパ)の形成の間、モールド内の強化のために使用される連続したセラミック繊維を位置決めすることの説明を含む。

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

金属マトリックス複合体に強化繊維を位置決めする技術が、当該技術において知られているが、さらなる技術も望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一態様において、本発明は、金属マトリックス複合体物品を強化するためのインサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および／またはセラミック含有強化インサート）を保持するためのインサートホルダ、およびその製造方法を提供する。

10

【0010】

一実施形態において、本発明は、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、インサートホルダが、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および／または6000系（実施形態によっては、好ましくは6000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、インサートホルダが、外面と、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する、第1の金属の外面上の第2の金属とを有し、第2の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートル（実施形態によっては、好ましくは、10マイクロメートル、12マイクロメートル、またはさらには15マイクロメートル、より好ましくは、12から15マイクロメートルの範囲内）である、インサートホルダと、

20

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの強化インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および／またはセラミック含有強化インサート）とを含む第1の物品（たとえば、金属マトリックス複合体物品を強化するための物品）を提供する。必要に応じて、第1の金属マトリックス複合体物品は、第2の金属と第1の金属の外面との間に金属（たとえば、Ni）をさらに含む。必要に応じて、インサートホルダは、インサートを固定するための1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）部分と、それに対応して、インサートを固定するためのこれらのさらなる部分に位置決めされた1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および／またはセラミック含有強化インサート）とをさらに含む。必要に応じて、インサートホルダは、1つ以上の（たとえば、第1、第2、第3、第4、第5、第6などの）対応する1つ以上のさらなるインサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）をさらに含む。

30

【0011】

実施形態によっては、本発明は、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、インサートホルダが、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および／または6000系（実施形態によっては、好ましくは6000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含み、インサートホルダが、外面と、第1の金属の外面上の第2の金属とを有し、第2の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する、インサートホルダと、

40

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含む好ましい第2の物品であって、そのようなインサートの少なくとも1つが、

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および／または6000系（実施形態によっては、好ましくは200系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せからなる群から選択される第

50

3の金属とを含み、第3の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、第3の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、第3の金属が外面を有し、

第3の金属の外面上の第4の金属をさらに含み、第4の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、第4の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートル（実施形態によっては、好ましくは、10マイクロメートル、12マイクロメートル、またはさらには15マイクロメートル、より好ましくは、12から15マイクロメートルの範囲内）である、好ましい第2の物品を提供する。

【0012】

必要に応じて、第2の金属マトリックス複合体物品は、第2の金属と第1の金属の外面との間に金属（たとえば、Ni）をさらに含む。さらに、またはあるいは、必要に応じて、第3の金属マトリックス複合体物品は、第4の金属と第3の金属の外面との間に金属（たとえば、Ni）をさらに含む。必要に応じて、インサートホルダは、インサートを固定するための1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）部分と、それに対応して、インサートを固定するためのこれらのさらなる部分に位置決めされた1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミックを含む強化インサート）とをさらに含む。

10

【0013】

実施形態によっては、本発明は、

20

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダであって、インサートホルダが、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは6000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せからなる群から選択される第1の金属を含む、インサートホルダと、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に位置決めされた、少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートであって、インサートが、実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは2000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せからなる群から選択される第2の金属とを含み、第2の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、第2の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在する、少なくとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含む好ましい第3の物品であって、

30

少なくとも1つのインサートが少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定されたインサートホルダが、集合的に、外面と、外面上の第3の金属とを有し、第3の金属が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有し、第3の金属の厚さが少なくとも8マイクロメートル（実施形態によっては、好ましくは、10マイクロメートル、12マイクロメートル、またはさらには15マイクロメートル、より好ましくは、12から15マイクロメートルの範囲内）である、好ましい第3の物品を提供する。

40

【0014】

必要に応じて、第3の金属マトリックス複合体物品は、第3の金属と外面との間の金属（たとえば、Ni）をさらに含む。必要に応じて、インサートホルダは、インサートを固定するための1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）部分と、それに対応して、インサートを固定するためのこれらのさらなる部分に位置決めされた、1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミック含有強化インサート）とをさらに含む。

【0015】

50

実施形態によっては、本発明は、第 1 の金属（たとえば、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは300または400系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せ）と、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダとを含む好ましい第4の金属マトリックス複合体物品であって、インサートホルダが、

アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは6000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せ）およびそれらの組合せ）からなる群から選択される第2の金属と、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された、少なくとも1つの強化インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミック含有強化インサート）とを含み、

第1の金属とインサートホルダとの間に界面層があり、少なくとも100MPa（実施形態によっては、好ましくは、少なくとも125MPa、少なくとも150MPa、少なくとも175、またはさらには少なくとも180MPa）の、第1の金属とインサートホルダとの間の界面層ピーク結合強度値がある、好ましい第4の金属マトリックス複合体物品を提供する。

【0016】

必要に応じて、インサートホルダは、インサートを固定するための1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）部分と、それに対応して、インサートを固定するためのこれらのさらなる部分に位置決めされた1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミック含有強化インサート）とをさらに含む。

【0017】

本発明による第4の好ましい金属マトリックス複合体物品に関する別の態様において、実施形態によっては、好ましくは、界面層には酸素がない。別の態様において、界面層は、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する第4の金属（たとえば、銀、金、それらの合金およびそれらの組合せ）を平均量含んでもよく、そのような金属の平均量は、第1の金属中より界面層中で（たとえば、少なくとも15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50重量パーセント）高い。別の態様において、界面層は、第1の金属中に存在するより高い平均量のAgおよびNi（たとえば、各AgおよびNiの、少なくとも15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50重量パーセント）を含んでもよい。別の態様において、第1および第2の金属は各々、融点を有してもよく、第2の金属の融点は、第1の金属の融点より、少なくとも10、15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50高い。別の態様において、第1の金属および第2の金属は、異なってもよい（たとえば、アルミニウムおよびアルミニウム合金、または異なったアルミニウム合金）。

【0018】

実施形態によっては、本発明は、第1の金属（たとえば、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（いくつかの実施形態において、好ましくは300または400系）アルミニウム合金）、および/またはそれらの組合せ）と、少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分を含むインサートホルダとを含む好ましい第5の金属マトリックス複合体物品であって、インサートホルダが、

アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは6000系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せ）からなる群から選択される第2の金属と、

少なくとも1つのインサートを固定するための少なくとも1つの部分に固定された少な

10

20

30

40

50

くとも1つの金属マトリックス複合体インサートとを含み、金属マトリックス複合体インサートが、

実質的に連続したセラミック酸化物繊維と、アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは200系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せ）からなる群から選択される第3の金属とを含み、第3の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を所定位置に固定し、第3の金属が、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、

第1の金属とインサートホルダとの間に界面層があり、界面層には酸素がなく、界面層が、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する第4の金属を平均量含み、界面層中の第4の金属の平均量が、第1の金属中に存在するものよりも高い、好ましい第5の金属マトリックス複合体物品を提供する。実施形態によっては、好ましくは、第4の金属の平均量は、界面層におけるほうが、第1の金属中よりも、少なくとも15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50重量パーセント高い。別の態様において、界面層は、また、第1の金属中に存在するより高い平均量のNi（たとえば、各AgおよびNiについて、少なくとも15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50重量パーセント）を含んでもよい。別の態様において、第1および第2の金属は各々、融点を有してもよく、第2の金属の融点は、第1の金属の融点より、少なくとも10、15、20、25、30、35、40、45、またはさらには50高い。別の態様において、第1の金属および第2の金属は、異なってもよい（たとえば、アルミニウムおよびアルミニウム合金、または異なったアルミニウム合金）。

10

20

【0019】

必要に応じて、インサートホルダは、インサートを固定するための1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）部分と、それに対応して、インサートを固定するためのこれらのさらなる部分に位置決めされた1つ以上のさらなる（たとえば、第2、第3、第4、第5、第6などの）インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミック含有強化インサート）とをさらに含む。

【0020】

別の態様において、本発明は、金属マトリックス複合体物品を製造する方法であって、インサート（たとえば、金属含有強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）および/またはセラミック含有強化インサート）を含むインサートホルダ（たとえば、本発明の第1、第2、第3、第4、または第5の物品）を位置決めする工程と、

30

アルミニウム、その合金（たとえば、200、300、400、700、および/または6000系（実施形態によっては、好ましくは300または400系）アルミニウム合金）およびそれらの組合せ）からなる群から選択される溶融した金属をモールド内に提供する工程と、

溶融した金属を冷却して、金属マトリックス複合体物品を提供する工程とを含む方法を提供する。

40

【0021】

意外にも、本発明の実施形態を使用して、モールド内の溶融金属が75秒未満（実施形態によっては、好ましくは60秒未満）の間溶融状態である、金属マトリックス複合体物品を製造することができる。これとは対照的に、従来の方法は、モールド内の溶融金属が200秒以上の間溶融状態であることを必要とする傾向がある。理論に縛られるわけではないが、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属の存在が、適用できるようなホルダおよび/またはインサートと、金属マトリックス複合体物品の金属との間の結合の形成を可能にし（実施形態によっては、好ましくは、界面における酸化物層を伴わずに）、したがって、冶金結合を行うために酸化物層を分解しようと試み

50

るために、適用できるような溶融アルミニウムまたはアルミニウム合金による界面の長期間の加熱を必要としないと考えられる。

【0022】

本出願において、

「少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギー」は、量 $G_{rxn}^0 = H_{rxn}^0 - T S_{rxn}^0$ を指し、ここで、 H_{rxn}^0 は、 kJ/mol 単位で表した酸化反応のエントタルピーであり、 T は、ケルビン度単位で表した温度であり、 S_{rxn}^0 は、200 (473 °K) を超える温度について正のままである酸化反応のエントロピー ($\text{kJ/mol} \cdot \text{K}$ 単位) であり、

「ピーク結合強度値」は、以下で説明される「ピーク結合強度」テストによって定められるようなピーク結合強度値を指し、

「酸素がない」とは、以下の「酸素層テスト」で説明されるように光学顕微鏡で250倍で見たとき界面において目で識別できる連続酸化物層がないことを意味し、

「実質的に連続したセラミック酸化物繊維」は、長さが少なくとも5cmのセラミック酸化物繊維を指す。

【0023】

本発明による第1、第2、第3、第4、または第5の物品は、たとえば、金属マトリックス複合体物品の強化材料を提供するのに有用である。本発明のいくつかの実施形態の1つの利点は、(元の)金属(たとえば、鋳鉄)から製造された既存の物品が、実質的に連続した繊維で強化された別の金属(たとえば、アルミニウム)から製造され、後者(すなわち、物品の金属マトリックス複合体バージョン)が、元の金属から製造された元の物品の使用に必要なものに少なくとも等しい特定の所望の特性(たとえば、ヤング率、降伏強度、および延性)を有するように再設計されることを考慮する。必要に応じて、物品は、元の物品と同じ物理的寸法を有するように再設計してもよい。

【0024】

本発明による第4および第5の金属マトリックス物品の例としては、ブレーキキャリパおよび産業機械用高速機械アームが挙げられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明による第1、第2、第3、第4、および第5の物品は、所望の特性、低コスト、および製造の容易さの、最適な、または少なくとも受け入れられるバランスを達成するように、特定の用途のために設計してもよく、典型的にはそのように設計される。

【0026】

典型的には、本発明による第1、第2、第3、第4、および第5の物品は、特定の用途のため、および/または、特定の特性および/または特徴を有するように設計される。たとえば、1つの金属(たとえば、鋳鉄)から製造された既存の物品は、金属および/またはセラミックを含むインサートで強化された別の金属(たとえば、アルミニウム)から製造され、後者(すなわち、物品の金属マトリックス複合体バージョン)が、第1の金属から製造された元の物品の使用に必要なものに少なくとも等しい特定の所望の特性(たとえば、ヤング率、降伏強度、および延性)を有するように再設計されるように選択される。任意に、物品は、元の物品と同じ物理的寸法を有するように再設計してもよい。

【0027】

所望の金属マトリックス複合体物品構成、所望の特性、それが製造されることが望ましいであろう、可能な金属およびセラミック酸化物材料、ならびに、それらの材料の関連する特性を集め使用して、可能な適切な構造を提供する。実施形態によっては、可能な構造を生じさせるための好ましい方法は、従来のコンピュータシステム(中央処理ユニット(CPU)ならびに入力および出力デバイスの使用を含む)の助けで実行されるFEAソフトウェアの使用を含む、有限要素分析(FEA)を用いることである。商品名「アンシス(ANSYS)」でペンシルバニア州キャノンズバーグのアンシス・インコーポレイテッド(Ansys, Inc., Canonsburg, PA)によって販売されるものを含

10

20

30

40

50

む適切な F E A ソフトウェアが市販されている。F E A は、物品を数学的にモデル化し、たとえば、セラミック酸化物繊維の配置が所望の特性レベルをもたらす領域を特定するのを助ける。F E A のいくつかの反復を実行して、より好ましい設計を得ることが、典型的には必要である。そのような結果を用いて、たとえば、金属マトリックス複合体物品を製造するために使用されるホルダおよびインサートを設計し準備することができる。

【 0 0 2 8 】

実施形態によっては、ホルダは、より多くの（たとえば、2、3、4、5、などの）開口部の 1 つをさらに含んでもよい。そのような開口部は、たとえば、溶融金属がホルダの部分を通して流れることを可能にすることによって、鑄造の間に役立つことができる。

【 0 0 2 9 】

ホルダは、本発明による第 4 および第 5 の金属マトリックス物品を製造するとき、強化インサートの位置を容易にすることができる。中にインサートが位置決めされた例示的なホルダが、図 1 および図 1 A に示されている。図 1 を参照すると、本発明による物品 1 0 が、インサート 1 3 A、1 3 B、および 1 3 C を固定するためのホルダ 1 1 の部分 1 2 A、1 2 B、1 2 C、および 1 2 D を含む。図 1 A を参照すると、ホルダ 1 1 は、アルミニウムおよび / またはその合金 1 4、外面 1 5、少なくとも 2 0 0 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属 1 7、ならびに任意のさらなる金属（たとえば、Ni）1 6、および任意の金属 1 6 の外面 1 8 を含む。

【 0 0 3 0 】

ホルダは、アルミニウム、その合金（たとえば、2 0 0、3 0 0、4 0 0、7 0 0、および / または 6 0 0 0 系（実施形態によっては、好ましくは 6 0 0 0 系）アルミニウム合金）、より典型的にはアルミニウムおよび / またはその合金（たとえば、2 0 0、3 0 0、4 0 0、7 0 0、または 6 0 0 0 系）およびそれらの組合せを含む。

【 0 0 3 1 】

適切なアルミニウムおよびアルミニウム合金が、たとえば、ペンシルバニア州ピッツバーグのアルコア（Alcoa of Pittsburgh, PA）およびニューヨーク州ニューヨークのベルmont・メタルズ（Belmont Metals, New York, NY）から市販されている。実施形態によっては、好ましいアルミニウム合金の例としては、少なくとも 9 8 重量パーセントの Al を含む合金、少なくとも 1 . 5 重量パーセントの Cu を含むアルミニウム合金（たとえば、合金の総重量を基準にして、1 . 5 から 2 . 5、好ましくは 1 . 8 から 2 . 2 重量パーセントの Cu の範囲内の Cu を含むアルミニウム合金）、ならびに 2 0 0（たとえば、A 2 0 1 . 1 アルミニウム合金、2 0 1 . 2 アルミニウム合金、A 2 0 6 . 0 アルミニウム合金、および 2 2 4 . 2 アルミニウム合金）、3 0 0（たとえば、A 3 1 9 . 1 アルミニウム合金、3 5 4 . 1 アルミニウム合金、3 5 5 . 2 アルミニウム合金、および A 3 5 6 . 1 アルミニウム合金）、4 0 0（たとえば、4 4 3 . 2 アルミニウム合金および 4 4 4 . 2 アルミニウム合金）、7 0 0（たとえば、7 1 3 アルミニウム合金）、および 6 0 0 0（たとえば、6 0 6 1 アルミニウム合金）系アルミニウム合金が挙げられる。実施形態によっては、ホルダは、好ましくは、3 0 0、4 0 0、6 0 0 0 系アルミニウム合金（たとえば、A 3 1 9 . 1 アルミニウム合金、3 5 4 . 1 アルミニウム合金、3 5 5 . 2 アルミニウム合金、A 3 5 6 . 1 アルミニウム合金、4 4 3 . 2 アルミニウム合金、4 4 4 . 2 アルミニウム合金、および 6 0 6 1 アルミニウム合金）を含む。

【 0 0 3 2 】

ホルダは、アルミニウムおよび / またはその合金のシートを切断し、切断されたシートを曲げて、所望のホルダ構成を得るなどの、従来の技術を用いて製造することができる。必要に応じて、シートは、たとえば、アルミニウムおよびその合金または 2 つ以上の異なったアルミニウム合金の組合せなどを含むことができる。たとえば、シートは、アルミニウム合金のシートに積層された、アルミニウム合金のシートと共に鑄造されたなどのアルミニウムのシートを含んでもよい。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

必要に応じて、ホルダは、当該ホルダを強化するのに助けるために、たとえば、セラミック酸化物繊維をさらに含む。たとえば、シートの形成の間に繊維をシートに組入れることができる場合である。シートが所望の構成に切断され曲げられた後、繊維が、たとえばホルダの選択された部分に配置されるように、繊維をシート中に選択的に配置することさえしてもよい。適切な繊維の例としては、インサートを製造するために以下で説明されるものが挙げられる。

【0034】

特定値外の、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属の厚さも有用であろうが、厚さが小さすぎる場合、コーティングは、ホルダが予熱されるとき拡散する傾向があり、したがって、酸化から界面を保護しないか、そうでなければ、界面における酸化を低減するのを助けないことがあり、一方、過剰の厚さは、ホルダの金属と金属マトリックス複合体物品の金属との間の望ましい結合強度の確立を妨げる傾向がある。少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属を堆積させる技術が、当該技術において知られており、電気めっきが挙げられる。

【0035】

典型的には、任意のNiの厚さは、約1マイクロメートルより大きい、より典型的には2マイクロメートルより大きい、またはさらには3マイクロメートルより大きい。別の態様において、典型的には、そのような金属の厚さは、約10マイクロメートル未満、より典型的には約5マイクロメートル未満である。これらの値外の厚さも有用であろうが、厚さが小さすぎる場合、コーティングは、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属の、ホルダへの接着を助けるのにそれほど有用でない傾向があり、一方、過剰の厚さは、ホルダの金属と金属マトリックス複合体の金属との間の望ましい結合強度の確立を妨げる傾向がある。いくつかの実施形態において、Niは無電解堆積によって堆積される。

【0036】

たとえばホルダの表面上の酸化を除去または低減するために、結果として生じるホルダをさらに処理する（たとえば、サンドブラストする、および/または表面研削する（たとえば、垂直スピンドルダイヤモンドグラインダで））ことができる。ホルダは、また、所望の形状をもたらすように、必要に応じて切断してもよい（ウォータージェットで切断することを含む）。次に、ホルダを、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属でコーティングする。任意に、Niなどの金属を、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属をコーティングする前に、ホルダ上にコーティングする。Niの使用は、Agなどの金属の、ホルダへの接着を助ける傾向がある。

【0037】

本発明の実施形態を実施するための強化インサートの例としては、金属を含む強化インサート（たとえば、金属マトリックス複合体インサート）およびセラミックを含む強化インサートが挙げられる。

【0038】

実施形態によっては、好ましい金属マトリックス複合体インサートは、金属（たとえば、アルミニウムおよび/またはその合金）と、実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含む。実施形態によっては、好ましいセラミックを含むインサートは、セラミック（典型的には多孔性セラミック（たとえば、アルファアルミナ））と、実質的に連続したセラミック酸化物繊維とを含む。図2を参照すると、例示的なインサート20が、実質的に連続した（示されているように、長手方向に整列された）セラミック酸化物繊維22と、セラミックまたは金属（たとえば、アルミニウムおよび/またはその合金）24とを含み、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属26が外面25上にあり、任意に付加的な金属（たとえば、Ni）28が、外面25と少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属26との間に位置決めされ、かつ外面27を有し、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金

10

20

30

40

50

属 26 が外面 27 上にある。

【0039】

インサートは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の 1 つを超える集団（たとえば、2 つの集団、3 つの集団など）を含んでもよく、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の集団が、別の集団から隔置され、たとえば金属またはセラミックがそれらの間にある。たとえば、図 3 を参照すると、インサート 30 が、実質的に連続した、実質的に連続したセラミック酸化物繊維 32 の集団 32A、32B、および 32C、ならびに金属またはセラミック 34、アルミニウムおよび/またはその合金 35、外面 36、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属 37、ならびに任意の付加的な金属（たとえば、Ni）38、および任意の金属 38 の外面 39 を含む。

10

【0040】

本発明のいくつかの例示的な実施形態において、実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、互いに略平行であるように、実質的に長手方向に整列される。セラミック酸化物繊維を、個別の繊維として金属マトリックス複合体インサートに組入れてもよいが、それらは、より典型的には、束またはトウの形態の繊維の集団として金属マトリックス複合体インサートに組入れられる。束またはトウ内の繊維は、互いに長手方向に整列された（すなわち、略平行な）関係で維持してもよい。複数の束またはトウが使用される場合、繊維束または繊維トウも、互いに長手方向に整列された（すなわち、略平行な）関係で維持される。実施形態によっては、連続したセラミック酸化物繊維がすべて、本質的に長手方向に整列された構成で維持され、個別の繊維整列が、それらの平均長手方向軸の $\pm 10^\circ$ 、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 、最も好ましくは $\pm 3^\circ$ 以内に維持されることが好ましい。

20

【0041】

セラミック酸化物繊維が、まっすぐとは対照的に湾曲している（すなわち、平面状に延在しない）ことも、本発明の範囲内である。したがって、たとえば、セラミック酸化物繊維は、繊維長手方向全体にわたって平面、繊維長手方向全体にわたって非平面（すなわち、湾曲した）であってもよいし、それらは、ある部分では平面であり、他の部分で非平面（すなわち、湾曲した）であってもよい。実施形態によっては、実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、金属マトリックス複合体物品の湾曲した部分全体にわたって、実質的に交差しない曲線の配列で維持される（すなわち、長手方向に整列される）。実施形態によっては、実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、インサートの湾曲した部分全体にわたって、互いに実質的に等距離の関係で維持される。

30

【0042】

セラミック酸化物繊維が、2 つ、3 つ、4 つ、またはそれ以上のプライとして存在する（すなわち、プライが、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の少なくとも 1 つの層（実施形態によっては、好ましくは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含むトウの少なくとも 1 つの層）である）ことも、本発明の範囲内である。プライは、さまざまな方法のいずれで互いに対して配向してもよい。たとえば、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の第 1 のプライを、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の第 2 のプライに対して、 0° から 90° で位置決めしてもよい。実施形態によっては、用途に応じて、プライの、別のプライに対する好ましい位置決めが、約 30° から約 60° の範囲内、またはさらには、たとえば、約 40° から約 50° の範囲内であってもよい。

40

【0043】

典型的には、実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長さは、少なくとも 10 cm（しばしば、少なくとも 15 cm、20 cm、25 cm、またはそれ以上）である。本発明の実施形態によっては、実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、トウの形態である（すなわち、トウは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む）。典型的には、トウを構成する実質的に連続したセラミック酸化物繊維の長さは、少なくとも 10 cm（しばしば、少なくとも 15 cm、20 cm、25 cm、またはそれ以上）である。

【0044】

セラミック酸化物繊維は、実質的に連続した、長手方向に整列されたセラミック酸化物

50

繊維を含むことができるか、実質的に連続した、長手方向に整列されたセラミック酸化物繊維から本質的になることさえでき、ここで、「長手方向に整列された」は、繊維の長さに対する繊維の略平行な整列を指す。

【0045】

実施形態によっては、実質的に連続した強化セラミック酸化物繊維は、好ましくは、平均直径が少なくとも約5マイクロメートルである。実施形態によっては、平均繊維直径は、約200マイクロメートル以下、好ましくは、約100マイクロメートル以下である。繊維のトウの場合、実施形態によっては、平均繊維直径は、好ましくは、約50マイクロメートル以下、より好ましくは、約25マイクロメートル以下である。

【0046】

実施形態によっては、好ましくは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維のヤング率は、約70 GPaより大きく、より好ましくは、少なくとも100 GPa、少なくとも150 GPa、少なくとも200 GPa、少なくとも250 GPa、少なくとも300 GPa、またはさらには、少なくとも350 GPaである。

【0047】

実施形態によっては、好ましくは、連続したセラミック酸化物繊維の平均引張強度は、少なくとも約1.4 GPa、より好ましくは、少なくとも約1.7 GPa、さらに好ましくは、少なくとも約2.1 GPa、最も好ましくは、少なくとも約2.8 GPaであるが、特定の用途によっては、より低い平均引張強度を有する繊維も有用であろう。

【0048】

連続したセラミック酸化物繊維は、1つのフィラメントとして、またはともにグループ化されて（たとえば、ヤーンまたはトウのように）市販されている。ヤーンまたはトウは、たとえば、1トウあたり少なくとも420の個別の繊維、1トウあたり少なくとも760の個別の繊維、1トウあたり少なくとも2600の個別の繊維、またはそれ以上を含んでもよい。トウは、繊維技術において周知であり、整列された燃られていない形態で集められた複数の（個別の）繊維（典型的には少なくとも100の繊維、より典型的には少なくとも400の繊維）を指し、一方、ヤーンは、ある程度の燃りまたはロープ状構造を示唆する。セラミック酸化物繊維のトウを含むセラミック酸化物繊維は、さまざまな長さで利用可能である。繊維は、円形または楕円形である断面形状を有してもよい。

【0049】

有用なセラミック酸化物繊維の例としては、アルファアルミナ繊維、アルミノシリケート繊維、およびアルミノボロシリケート繊維が挙げられる。他の有用なセラミック酸化物繊維は、本開示を検討後、当業者には明らかであろう。

【0050】

アルミナ繊維を製造する方法は、当該技術において知られており、米国特許第4,954,462号明細書（ウッド（Wood）ら）に開示された方法が挙げられる。実施形態によっては、好ましくは、アルミナ繊維は、多結晶アルファアルミナベースの繊維であり、理論的酸化物をもとに、アルミナ繊維の総重量を基準にして、約99重量パーセントを超える Al_2O_3 と、約0.2～0.5重量パーセントの SiO_2 とを含む。別の態様において、実施形態によっては、好ましい多結晶アルファアルミナベースの繊維は、平均粒度が1マイクロメートル未満（より好ましくは、0.5マイクロメートル未満）のアルファアルミナを含む。別の態様において、実施形態によっては、好ましい多結晶アルファアルミナベースの繊維の平均引張強度は、少なくとも1.6 GPa（好ましくは、少なくとも2.1 GPa、より好ましくは、少なくとも2.8 GPa）である。アルファアルミナ繊維は、たとえば、ミネソタ州セント・ポールの3Mカンパニー（3M Company of St. Paul, MN）から商品名「ネクステル（NEXTEL）610」で市販されている。繊維の総重量を基準にして、約89重量パーセントの Al_2O_3 と、量10重量パーセントの ZrO_2 と、約1重量パーセントの Y_2O_3 とを含む別のアルファアルミナ繊維が、商品名「ネクステル650」で3Mカンパニーから市販されている。

【0051】

アルミノシリケート繊維を製造する方法は、当該技術において知られており、米国特許第4,047,965号明細書(カルスト(Karst)ら)に開示された方法が挙げられる。実施形態によっては、好ましくは、アルミノシリケート繊維は、理論的酸化物をもとに、アルミノシリケート繊維の総重量を基準にして、約67から約85重量パーセントの範囲内の Al_2O_3 と、約33から約15重量パーセントの範囲内の SiO_2 とを含む。実施形態によっては、好ましいアルミノシリケート繊維は、理論的酸化物をもとに、アルミノシリケート繊維の総重量を基準にして、約67から約77重量パーセントの範囲内の Al_2O_3 と、約33から約23重量パーセントの範囲内の SiO_2 とを含む。実施形態によっては、好ましいアルミノシリケート繊維は、理論的酸化物をもとに、アルミノシリケート繊維の総重量を基準にして、約85重量パーセントの Al_2O_3 と、約15重量パーセントの SiO_2 とを含む。実施形態によっては、好ましいアルミノシリケート繊維は、理論的酸化物をもとに、アルミノシリケート繊維の総重量を基準にして、約73重量パーセントの Al_2O_3 と、約27重量パーセントの SiO_2 とを含む。アルミノシリケート繊維は、たとえば、3Mカンパニーから、商品名「ネクステル440」、「ネクステル720」、および「ネクステル550」で市販されている。

【0052】

アルミノボロシリケート繊維を製造する方法は、当該技術において知られており、米国特許第3,795,524号明細書(ソーマン(Sowman))に開示された方法が挙げられる。実施形態によっては、好ましくは、アルミノボロシリケート繊維は、理論的酸化物をもとに、アルミノボロシリケート繊維の総重量を基準にして、約35重量パーセントから約75重量パーセント(またはさらには、たとえば、約55重量パーセントから約75重量パーセント)の Al_2O_3 と、0重量パーセントを超え(またはさらには、たとえば、少なくとも約15重量パーセント)、かつ約50重量パーセント未満(または、たとえば、約45パーセント未満、またはさらには約44パーセント未満)の SiO_2 と、約5重量パーセントを超える(または、たとえば、約25重量パーセント未満、約1重量パーセント未満から約5重量パーセント、またはさらには約2重量パーセント未満から約20重量パーセント) B_2O_3 とを含む。アルミノボロシリケート繊維は、たとえば、3Mカンパニーから商品名「ネクステル312」で市販されている。

【0053】

市販の実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、しばしば、潤滑性をもたらし、かつ取扱いの間に繊維ストランドを保護するために、繊維の製造の間に繊維に加えられる有機サイジング材料を含む。サイジングは、繊維の破損を低減し、静電気を低減し、たとえばファブリックへの加工の間にほこりの量を低減する傾向があると考えられる。サイジングは、たとえば、溶解するか焼払うことによって、除去することができる。

【0054】

セラミック酸化物繊維上にコーティングを有することも、本発明の範囲内である。コーティングは、たとえば、繊維の湿潤性を向上させ、繊維と熔融金属マトリックス材料との間の反応を低減または防止するために使用してもよい。そのようなコーティング、およびそのようなコーティングを提供する技術は、繊維セラミック複合体および金属マトリックス複合体の技術において知られている。

【0055】

金属を含むインサートに関して、実施形態によっては、金属マトリックス複合体インサートは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む。典型的には、アルミニウムおよび/またはその合金が、実質的に連続したセラミック酸化物の長手方向の少なくとも一部に沿って延在し、かつセラミック酸化物繊維を所定位置に固定する。

【0056】

金属マトリックス複合体インサートを含む、金属を含むインサートを製造するために使用され、かつそれらを構成するアルミニウムおよびアルミニウム合金は、不純物を含有してもよいが、実施形態によっては、比較的純粋な金属(すなわち、0.1重量パーセント未満、またはさらには0.05重量パーセント未満の不純物を含む金属(すなわち、Fe、

Si、および/またはMgの各々の0.25重量パーセント未満0.1重量パーセント、またはさらには0.05重量パーセント未満))を使用することが好ましいであろう。より高い純度の金属は、より高い引張強度の材料を製造するために好ましい傾向があるが、金属のより低い純度の形態も有用である。

【0057】

適切なアルミニウムおよびアルミニウム合金が市販されている。たとえば、アルミニウムは、ペンシルバニア州ピッツバーグのアルコア(Alcoa of Pittsburgh, PA)から商品名「スーパー・ピュア・アルミニウム(SUPER PURE ALUMINUM); 99.99% Al」で入手可能である。アルミニウム合金(たとえば、Al-2重量% Cu(0.03重量%の不純物)は、ニューヨーク州ニューヨークのベルモント・メタルズ(Belmont Metals, New York, NY)から得ることができる)。実施形態によっては、インサートは、好ましくは、200系アルミニウム合金(たとえば、A201.1アルミニウム合金、201.2アルミニウム合金、A206.0アルミニウム合金、および224.2アルミニウム合金)を含む。

10

【0058】

実施形態によっては、金属マトリックス複合体インサートを含む、本発明による第1、第2、および第3の物品は、実質的に連続したセラミック繊維を含む領域において、領域の総体積を基準にして、約30から約45体積パーセント(実施形態によっては、好ましくは約35から約45体積パーセント、より好ましくは約35から約40体積パーセント)の範囲内の金属と、約70から約55体積パーセント(好ましくは約65から約55体積パーセント、より好ましくは約60から約65体積パーセント)の範囲内の連続したセラミック酸化物繊維とを含む。さらに、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を固定する金属を含む領域は、典型的には、領域の総体積を基準にして、約20から約95体積パーセント(好ましくは約60から約90体積パーセント、より好ましくは約80から約体積85パーセント)の範囲内の金属と、約80から約5体積パーセント(実施形態によっては、好ましくは約60から約10体積パーセント、より好ましくは約15から約5体積パーセント)の範囲内の金属とを含む。

20

【0059】

実施形態によっては、インサートは、インサートの総体積を基準にして、実質的に連続したセラミック酸化物繊維、約30から約70体積パーセント(実施形態によっては、好ましくは約35から約60体積パーセント、またはさらには約35から約45体積パーセント)の範囲内の金属、および約70から約30体積パーセント(実施形態によっては、好ましくは約65から約40体積パーセント、またはさらには約65から約55体積パーセント)の範囲内の実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む。実施形態によっては、好ましくは、インサートは、インサートの総体積を基準にして、少なくとも50体積(by volume)の実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む。

30

【0060】

金属マトリックス複合体インサートを含む、本発明による第1、第2、および第3の物品の場合、実質的に連続した繊維領域におけるインサートの繊維および金属の体積含有量は、一般に、金属浸透の間の実質的に連続したセラミック酸化物繊維の著しい移動を伴わずに均質な複合体を製造するために所望のものによって支配される。繊維含有量が低すぎる場合、金属浸透の間の実質的に連続した繊維の移動を防止するか最小にすることはより困難である。実施形態によっては、インサートを構成する金属は、好ましくは、たとえば、繊維外部上に保護コーティングを提供する必要をなくすために、マトリックス材料が、セラミック酸化物材料、特に実質的に連続したセラミック酸化物繊維と著しく化学的に反応しない(すなわち、金属耐火性材料に対して比較的化学的に不活性である)ように選択される。

40

【0061】

金属マトリックス複合体インサートは、たとえば、意図された金属インサート設計のための所望の寸法および形状を有するマンドレル上に、複数の連続したセラミック酸化物繊

50

維（実施形態によっては、好ましくは集団化された（たとえば、ヤーンまたはトウのように））を巻くことによって製造することができる。実施形態によっては、好ましくは、巻かれている繊維が、サイジングされる。具体的なサイズとしては、水（いくつかの実施形態において、好ましくは脱イオン水）、ろう（たとえば、パラフィン）、およびポリビニルアルコール（PVA）が挙げられる。サイジングが水である場合、繊維を、典型的にはマンドレル上に巻く。巻きが完了した後、マンドレルをワインダから取外し、次に、巻かれた繊維が凍結するまで、冷却された冷却器内に配置する。凍結された巻かれた繊維を、必要に応じて切断することができる。たとえば、繊維を、4つの隣接したプレートから構成されたマンドレルの周りに巻いた場合、矩形プレートを取外して、凍結された繊維プリフォームを提供することができる。プリフォームを片に切断して、小さいプリフォームを提供することができる。典型的には、サイジングを、金属マトリックス複合体インサートを形成するために使用する前に除去する。たとえば、形成された繊維をダイ（実施形態によっては、好ましくは黒鉛）内に配置し、次に、ダイを加熱することによって、サイジングを除去することができる。ダイを使用して、金属マトリックス複合体インサートを製造する。

10

20

30

40

50

【0062】

サイジングが存在する場合はサイジングを除去した後、金属マトリックス複合体インサートを形成するために、ダイを、好ましくは一端でのみ開いている、缶、典型的にはステンレス鋼缶内に配置する。実施形態によっては、缶の内部は、保護し、その後の鑄造の間にアルミニウム／アルミニウム合金と缶との間の反応を最小にする、および／または、モールドからの金属マトリックス複合体物品の離型を容易にするために、好ましくは、窒化ホウ素または同様の材料でコーティングされる。ダイが中にある缶を、圧力鑄造機の圧力容器内に配置する。その後、アルミニウムおよび／またはアルミニウム合金（たとえば、インゴットから切断されたアルミニウムおよび／またはアルミニウム合金の片）を缶の上に配置する。次に、圧力容器を、空気を排気し、アルミニウム／アルミニウム合金の融点を超えて（典型的には、液相線温度より約80 から約120 高い）加熱する。所望の温度に達すると、ヒータをオフにし、次に、圧力容器を、典型的にはアルゴン（または同様の不活性ガス）で、約8.5 から約9.5 MPaの圧力に加圧し、溶融アルミニウム／アルミニウム合金を強制的にプリフォームに浸透させる。圧力容器内の圧力を、温度が下がるにつれて、ゆっくり減少させる。物品が凝固する（すなわち、その温度が約500 未満に降下する）と、チャンバをベントし、鑄造金属マトリックス複合体物品（たとえば、インサート）をダイから取出し、次に、空気中でさらに冷却させる。

【0063】

金属マトリックス複合体物品（たとえば、インサート）は、また、たとえば、スクイズキャストを含む当該技術において知られている他の技術によって、製造することができる。スクイズキャストの場合、たとえば、形成されたセラミック酸化物繊維をダイ（たとえば、鋼ダイ）内に配置し、存在するいかなるサイジングも焼払い、溶融アルミニウム／アルミニウム合金をダイキャビティに導入し、鑄造物品の凝固が完了するまで圧力を加えることができる。冷却後、得られた金属マトリックス複合体物品インサートをダイから取出す。

【0064】

たとえばインサートの表面上の酸化を除去または低減するために、結果として生じるインサートをさらに処理する（たとえば、サンドブラストする、および／または表面研削する（たとえば、垂直スピンドルダイヤモンドグライндаで））ことができる。インサートは、また、所望の形状をもたらすように、必要に応じて切断してもよい（ウォータージェットで切断することを含む）。

【0065】

以下で説明されるもののような、セラミックを含むインサートから、金属マトリックス複合体を含むインサートを製造することは、本発明の範囲内である。

【0066】

実施形態によっては、好ましくは、金属マトリックス複合体インサートを、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属でコーティングする。Ni などの金属を、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属をコーティングする前に、金属マトリックス複合体物品インサート上にコーティングしてもよい。Ni の使用は、Ag などの金属の、インサートへの接着を助ける傾向がある。

【0067】

特定値外の、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属の厚さも有用であろうが、厚さが小さすぎる場合、コーティングは、インサートが予熱されるとき拡散する傾向があり、したがって、酸化から界面を保護しないか、そうでなければ、界面における酸化を低減するのを助けないことがあり、一方、過剰の厚さは、インサートの 2 つの金属と金属マトリックス複合体物品の金属との間の望ましい結合強度の確立を妨げる傾向がある。

10

【0068】

典型的には、任意の Ni の厚さは、約 1 マイクロメートルより大きい、より典型的には 2 マイクロメートルより大きい、またはさらには 3 マイクロメートルより大きい。別の態様において、典型的には、そのような金属の厚さは、約 10 マイクロメートル未満、より典型的には約 5 マイクロメートル未満である。これらの値外の厚さも有用であろうが、厚さが小さすぎる場合、コーティングは、少なくとも 200 より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属の、インサートへの接着を助けるのにそれほど有用でない傾向があり、一方、過剰の厚さは、インサートの金属と金属マトリックス複合体の金属との間の望ましい結合強度の確立を妨げる傾向がある。

20

【0069】

金属マトリックス複合体インサートの実施形態に関する付加的な詳細については、2002 年 8 月 20 日に出願された同時係属中の米国特許出願第 60/404,672 号明細書を参照されたい。

【0070】

セラミックを含むインサートに関して、いくつかの実施形態において、好ましい実施形態は、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む多孔性セラミック酸化物（たとえば、か焼または焼結された）インサートを含む。典型的には、多孔性セラミック酸化物が、実質的に連続したセラミック酸化物の長さの少なくとも一部に沿って延在し、かつセラミック酸化物繊維を所定位置に固定する。実施形態によっては、実質的に連続したセラミック酸化物繊維は、第 1 のヤング率を有し、セラミックプリフォームを構成するセラミック酸化物材料は、第 2 のヤング率を有し、第 1 のヤング率は、第 2 のヤング率より大きい。

30

【0071】

織られた、編まれたなどの繊維構造の形態の連続した強化繊維は、典型的には、長手方向に整列された繊維で実現される、より高い繊維充填密度を達成することができない。したがって、織られた、編まれたなどの繊維構造を使用するプリフォームをベースとした金属浸透物品は、典型的には、長手方向に整列された連続した強化繊維を有する金属浸透物品より低い強度特性を示し、したがって、より好ましくない。

【0072】

多孔性セラミック酸化物を含むインサートは、たとえば、不連続なセラミック酸化物繊維（ウイスキーを含む）のスラリーを、実質的に連続した繊維の周りにキャストすることによって製造することができる。典型的には、実質的に連続した繊維をキャビティ（たとえば、モールド）内に位置決めし、スラリーをモールドに加える。実質的に連続した繊維は、得られるセラミック酸化物材料中に適切に位置決めされるように、キャビティ内に位置決めする。キャビティは、所望の形状をもたらすように構成されるが、得られたセラミック酸化物材料を、たとえば機械加工することによって再成形して、セラミック酸化物を含むインサートの所望の構成をもたらすことも、本発明の範囲内である。

40

【0073】

適切な不連続なセラミック酸化物繊維（ウイスキーを含む）としては、アルファアルミ

50

ナおよび遷移アルミナ（デルタアルミナなど）を含むアルミナから製造されたもの、アルミノシリケート繊維、およびアルミノボロシリケート繊維が挙げられ、そのような材料を製造する方法および/またはそのような材料の供給源は、当該技術において知られている。不連続繊維は、たとえば、連続繊維（上で説明した実質的に連続した繊維を含む）を切断またはチョップすることによって製造することができる。市販の不連続セラミック酸化物繊維の例としては、英国ウィドネスの「J & J D y s o n , W i d n e s s , U K」から商品名「サフィル（S A F F I L）」で、ジョージア州オーガスタのサーマル・セラミックス・インコーポレイテッド（T h e r m a l C e r a m i c s I n c . , A u g u s t a , G A）から商品名「カオウール（K A O W O O L）」で、ニューヨーク州ナイアガラフォールズのユニフラックス（U n i f r a x , N i a g a r a F a l l s , N Y）から商品名「ファイバーフラックス（F I B E R F R A X）」で販売されるものが挙げられる。

【0074】

実施形態によっては、不連続繊維の直径は、約1マイクロメートルから約20マイクロメートル、好ましくは、約3マイクロメートルから約12マイクロメートルの範囲内であり、長さ約2.5cmまで、好ましくは、長さ1.2cm未満であるが、ウイスキーの長さは、典型的には、長さ約6マイクロメートルから約12マイクロメートルの範囲内である。

【0075】

必要に応じて、スラリーは、アルミナ（アルファアルミナを含む）粒子、アルミノシリケート粒子、およびアルミノボロシリケート粒子などのセラミック酸化物粒子をさらにも含む。実施形態によっては、粒子の好ましい平均粒度は、約0.05マイクロメートルから約50マイクロメートルの範囲内である。スラリーは、コロイド状シリカ、コロイド状アルミナなどのセラミック酸化物結合材料をさらにも含む。これらは、一体性を向上させるのを助けることができる（たとえば、多孔性セラミック酸化物プリフォームを製造するために使用される他の成分と反応させて、他の相を作ることによって（たとえば、シリカは、アルミナと反応して、ムライトを形成してもよい））。

【0076】

適切なスラリーは、当該技術において知られている技術を用いて形成することができる。典型的には、スラリーは、水などの液体媒体中に不連続繊維を分散させることによって形成される。実質的に連続した繊維の取扱いおよび位置決めを助けるために、繊維インサート（たとえば、リボン）を使用することができる。繊維インサートは、バインダー材料とともに保持された複数の実質的に連続した繊維を含む。図4を参照すると、繊維リボン40が、実質的に連続した、長手方向に整列されたアルファアルミナ繊維42と、繊維42（トウ43で示されているような）を繊維リボン40内に固定するのに役立つ一時的なバインダー材料44とを含む。バインダー材料44は、繊維リボン40を形成するのに必要な程度だけ繊維と接触し、必ずしも繊維すべてと接触していなくてもよい。たとえば、内部繊維は、バインダー材料と接触していなくてもよい。

【0077】

繊維インサートを製造するためのバインダー材料を選択する際に、もしあれば、バインダー材料が、セラミック酸化物を含むインサートの特性に及ぼすかもしれない悪影響、および、もしあれば、バインダー材料が、セラミック酸化物を含むインサートの使用に及ぼすかもしれない影響を考慮する（たとえば、もしあれば、バインダー材料が、セラミック酸化物を含むインサートを使用して製造された金属マトリックス複合体物品の特性に及ぼすかもしれない悪影響を考慮する）。

【0078】

バインダー材料は、実質的に連続した繊維とともに一時的に結合し、かつ繊維を取扱い、セラミック酸化物を含むインサート内に最終的に配置するのを助けるために使用される。実施形態によっては、バインダー材料は、好ましくは、一時的な（f u g i t i v e）材料であってもよく、これは、好ましくは、プリフォーム製造プロセスのか焼段階の間に

比較的低温で燃え尽き、残留物または灰を残さない。実施形態によっては、好ましい一時的なバインダー材料は、ろう（たとえば、パラフィン）であり、これは、その融点を超えて加熱し、繊維に加え、次に、凝固させて、望ましいように繊維を保持することができる。実施形態によっては、好ましい一時的なバインダー材料としては、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルピロリドン（PVP）、およびそれらの組合せなどの水溶性ポリマーが挙げられる。他の適切な一時的なバインダー材料としては、ニュージャージー州ウェストバタースンのサイテック・インダストリーズ（Cyttec Industries, West Patterson, NJ）によって販売されるもの（以前は、商品名「SP381スコッチプライ・アドヒーズブ（SCOTCHPLY ADHESIVE）」でミネソタ州セント・ポールの3Mカンパニー（3M Company, St. Paul, MN）によって販売された）などのエポキシ樹脂が挙げられる。 10

【0079】

セラミック含有インサートは、典型的には、特定の目的のために設計され、結果として、特定の特性を有し、特定の構成を有し、かつ特定の材料から製造されることが望ましい。典型的には、モールドは、セラミックを含むインサートの所望の形状をもたらすように選択されるか製造される。ネット形またはほぼネット形の、セラミックを含むインサートを形成することは、たとえば、インサートのその後の機械加工または他のキャスト後の処理の必要およびコストを最小にすなくすることができる。キャビティは、結果として生じるセラミックを含むインサートの所望の形状を有するように選択されるか製造される。典型的には、キャビティは、実質的に連続した繊維が、得られたセラミックを含むインサート内に適切に位置決めされるように、実質的に連続した繊維を所望の位置に保持するように製造されるか適合される。適切なキャビティを製造する技術は、当業者に知られている。そのようなキャビティは、木材、プラスチック、黒鉛、および鋼（たとえば、ステンレス鋼）などの剛性材料から製造してもよい。スラリーからの液体の除去を容易にするために、1つ以上の開口部をモールドに設けることができる。 20

【0080】

セラミック含有インサートは、たとえば、実質的に連続した繊維をキャビティ内に位置決めし、不連続なセラミック酸化物繊維を含むスラリーをキャビティに導入し、スラリーから液体を除去することによって、製造することができる。典型的には、液体は、キャビティの開口部を介して除去される。開口部を通る液体の除去は、キャビティの外側の圧力を低減する（たとえば、1000 mbar未満、実施形態によっては、好ましくは850 mbar未満）ことによって向上させることができる。 30

【0081】

グリーンインサートは、キャビティ内で乾燥させない限り、典型的には、キャビティから取出した後、か焼または焼結前に乾燥させる。実施形態によっては、好ましくは、グリーンインサートは、約70 から約100、より好ましくは約85 から約100 の範囲内の少なくとも1つの温度に、典型的には最も好ましくは約100 で乾燥させる。 40

【0082】

グリーンインサートは、典型的には、焼結前にか焼される。か焼は、材料をある温度に加熱して、自由水を除去し、いくつかの実施形態において、好ましくは少なくとも約90 wt %のいかなる結合された揮発性物質成分も除去するが、焼結とは対照的に溶解を伴わない。 40

【0083】

典型的なか焼温度は、400 から約800 の範囲内であり、実施形態によっては、好ましくは約600 から約800 である。典型的な焼結温度は、900 から約1150 の範囲内であり、実施形態によっては、好ましくは約950 から約1100、より好ましくは約950 から約1100 である。

【0084】

乾燥時間、か焼時間、および焼結時間は、たとえば、関連する材料、およびセラミックを含むインサートの構成（サイズを含む）によってもよい。 50

【0085】

実質的に連続した繊維の長さに対する不連続繊維の配向は、セラミックを含むインサートを製造するために用いられる製造プロセスによって調整してもよい。たとえば、キャビティの底部（または頂部）（側面とは対照的に）から液体を優先的に除去するように、スラリーを保持するために使用されるキャビティの底部に開口部を位置決めすることは、不連続繊維の最大寸法が、優先的に、キャビティの側面の長さに平行に位置決めされた連続繊維の長さに、平行であるより垂直であることをもたらしてもよい。たとえば、図5を参照すると、バインダー材料53とともに保持された複数の実質的に連続したセラミック酸化物繊維52を含む繊維リボン51が、キャビティ54内に位置決めされている。連続繊維52の長手方向は、キャビティ54の側面に平行であり、かつキャビティ54の底部56に垂直である。スラリー57からの液体は、開口部58を介して除去され、不連続繊維の最大寸法は、優先的に、連続繊維52の長さに、平行であるより垂直である。

10

【0086】

好ましくは、液体の除去は、モールドの外側の圧力を低減することによって助けられる。たとえば、繊維インサートを、繊維インサートの各端部でクリップによって所望の位置に保持されるように、モールド内に取付けてもよい。1つの例示的な技術において、減圧下（たとえば、いくつかの実施形態において、1000mbar未満）における水の除去のために、スクリーンをモールドの片側に配置する。スクリーンの配置は、不連続繊維の所望の配向によって定められる。たとえば、不連続繊維を、長手方向に整列された連続繊維の長さに垂直であるように、優先的に整列させることが望ましい場合、スクリーンを、繊維長さの端部の一方で、繊維の長さに垂直に位置決めすることができる。たとえばモールドをスラリー中に沈めることによって、スラリーを加えることができ、次に、モールドからスラリーを除去するかポンピングする。減圧をモールドのスクリーン側に加えて、液体を引出すことができる。液体が除去されると、不連続繊維は、実質的に連続した繊維の長さに対して優先的に整列される。その後の圧力を繊維に加えて、より多くの水を押し出してもよく、また、不連続繊維を高密度化するのを助けてもよい。

20

【0087】

同様に、たとえば、キャビティの側面（頂部および底部とは対照的に）から液体を優先的に除去するように、スラリーを保持するために使用されるキャビティの側面に開口部または穴を位置決めすることは、不連続繊維の最大寸法が、優先的に、キャビティの側面の長さに垂直に位置決めされた連続繊維の長さに、平行であるより垂直であることをもたらしてもよい。

30

【0088】

セラミックを含むインサートの形成に関する付加的な詳細については、たとえば、それぞれ1987年5月28日および1988年9月14日に公開された、米国特許第5,394,930号明細書（ケンナークネヒト（Kennerknecht））ならびに英国特許第2,182,970 AおよびB号明細書、2001年9月27日に出版された、同時係属中の米国特許出願第09/966,946号明細書、米国特許出願第09/967,401号明細書、および米国特許出願第09/9677,562号明細書、ならびに2002年4月4日に公開された国際公開第02/26658号パンフレット、国際公開第02/27048号パンフレット、および国際公開第02/27049号パンフレットを参照されたい。他の技術および他の好ましい条件は、ここでの開示を検討後、当業者には明らかであろう。

40

【0089】

本発明による第1、第2、および第3の物品を使用して、本発明による第4および第5の金属マトリックス複合体複合物品を製造することができる。本発明による第5の金属マトリックス複合体物品の一例が、車両（たとえば、車、スポーツ汎用車、バン、またはトラックなどの自動車）用ブレーキキャリパである。図6を参照すると、例示的なブレーキキャリパ60が、インサートホルダ61と、インサート62Aおよび62Bとを含む。

【0090】

50

典型的には、本発明による第4および第5の金属マトリックス複合体物品は、実質的に連続したセラミック繊維を含む領域において、領域の総体積を基準にして、約30から約45体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約35から約45体積パーセント、より好ましくは約35から約40体積パーセント）の範囲内の金属と、約70から約55体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約65から約55体積パーセント、より好ましくは約60から約65体積パーセント）の範囲内の連続したセラミック酸化物繊維とを含む。さらに、実質的に連続したセラミック酸化物繊維を固定する適用できるようなセラミック酸化物材料および/または金属を含む領域は、典型的には、領域の総体積を基準にして、約20から約95体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約60から約90体積パーセント、より好ましくは約80から約85体積パーセント）の範囲内の金属と、約80から約5体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約60から約10体積パーセント、より好ましくは約15から約5体積パーセント）の範囲内のセラミック酸化物材料および/または金属とを含む。

10

20

30

40

50

【0091】

実施形態によっては、インサートは、インサートの総体積を基準にして、実質的に連続したセラミック酸化物繊維、約30から約70体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約35から約60体積パーセント、またはさらには約35から約45体積パーセント）の範囲内の金属、および約70から約30体積パーセント（実施形態によっては、好ましくは約65から約40体積パーセント、またはさらには約65から約55体積パーセント）の範囲内の実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む。実施形態によっては、好ましくは、インサートは、インサートの総体積を基準にして、少なくとも50体積（by volume）の実質的に連続したセラミック酸化物繊維を含む。

【0092】

実質的に連続した繊維領域における第4および第5の金属マトリックス複合体物品の繊維および金属の体積含有量は、一般に、金属浸透の間の実質的に連続したセラミック酸化物繊維の著しい移動を伴わずに均質な複合体を製造するために所望のものによって支配される。繊維含有量が低すぎる場合、金属浸透の間の実質的に連続した繊維の移動を防止するか最小にすることはより困難である。不連続繊維を含むインサートの場合、不連続繊維領域において、複合体の繊維および金属の体積含有量は、一般に、増加した強度および剛性対減少した延性および機械加工性のバランスによって支配される。

【0093】

特定の繊維、マトリックス材料、ホルダなど、および金属マトリックス複合体物品を製造するためのプロセス工程は、金属マトリックス複合体物品に所望の特性を付与するように選択される。たとえば、繊維および金属マトリックス材料は、所望の物品を製造するために、互いに、かつ物品製造プロセスと、十分に適合性のあるように選択される。実施形態によっては、金属マトリックス複合体を構成する金属は、好ましくは、たとえば、繊維外部上に保護コーティングを提供する必要をなくすために、マトリックス材料が、セラミック酸化物材料、特に実質的に連続したセラミック酸化物繊維と著しく化学的に反応しない（すなわち、金属耐火性材料に対して比較的化学的に不活性である）ように選択される。

【0094】

アルミニウムおよびアルミニウム合金マトリックス複合体を製造するためのいくつかの技術に関する付加的な詳細が、たとえば、同時係属中の、1995年6月21日に出願された米国特許出願第08/492,960号明細書、ならびに2000年7月14日に出願された米国特許出願第09/616,589号明細書、米国特許出願第09/616,593号明細書、および米国特許出願第09/616,594号明細書、2002年8月20日に出願された米国特許出願第60/404,672号明細書、ならびに1997年1月9日に公開された国際公開第97/00976号パンフレットに開示されている。

【0095】

金属を含むインサートを構成する金属、ホルダ、および/または本発明による第4また

は第5の金属マトリックス複合体物品の金属は、同じでも異なってもよい。実施形態によっては、ホルダは、好ましくは6000系アルミニウム合金を含み、本発明による第4または第5の金属マトリックス複合体物品の金属は、6000系アルミニウム合金を含む。インサートが金属を含むインサートである場合、実施形態によっては、インサートを構成する金属は、好ましくは200系金属である。

【0096】

本発明による第4および第5の金属マトリックス複合体物品は、本発明による第1、第2、および第3の物品を使用して、当該技術において知られている技術（たとえば、スクイズキャストおよび永久的な工具重力铸造）を用いて、製造することができる。多孔性インサートの場合、そのような製造は、多孔性インサートに熔融金属を浸透させることを含む。有限要素分析（FEA）モデル化を用いて、たとえば、所望の性能仕様を満たすためのセラミック酸化物繊維の最適な位置および量を特定することができる。たとえばそのような分析を用いて、たとえば使用される本発明による第1、第2、および第3の物品の構成、組成、数、および位置を選択するのを助けることもできる。典型的には、インサートおよび/またはダイを、铸造前に予熱する。理論に縛られるわけではないが、本発明による第1、第2、および第3の第4の物品を予熱することは、ホルダおよび/またはインサートと第4または第5の金属マトリックス複合体物品のアルミニウムまたはアルミニウム合金との間の望ましい冶金結合を容易にすると考えられる。金属を含むインサートの実施形態によっては、好ましくは、インサートを約500 ~ 600 に予熱する。セラミックを含むインサートの実施形態によっては、好ましくは、インサートを約750 ~ 800 に予熱する。実施形態によっては、好ましくは、ダイを200 ~ 500 に予熱する。铸造は、典型的には空気中で行うことができるが、他の雰囲気（たとえば、アルゴン）中で铸造することも本発明の範囲内である。

10

20

【0097】

FEAを用いて、たとえば、本発明によるインサートおよび/または金属マトリックス複合体物品を铸造するための铸造技術、铸造条件、および/またはモールド設計を選択するのを助けてもよい。商品名「プロキャスト（PROCAST）」でメリーランド州アナポリス（Annapolis, MD）のUESによって販売されるものを含む適切なFEAソフトウェアが市販されている。上で説明したように、本発明による物品は、典型的には、特定の目的のために設計され、結果として、特定の特性を有し、特定の構成を有し、特定の材料から製造されることなどが望ましい。典型的には、モールドは、ネット形状またはほぼネット形状をもたらすように、铸造すべき第4または第5の金属マトリックス複合体物品の所望の形状をもたらすように選択されるか製造される。ネット形またはほぼネット形の物品は、たとえば、铸造金属マトリックス複合体物品のその後の機械加工または他の铸造後の処理の必要およびコストを最小にすなくすることができる。典型的には、モールドは、実質的に連続したセラミック酸化物繊維が、得られた金属マトリックス複合体物品中に適切に位置決めされるように、インサートを所望の位置に保持するように製造されるか適合される。適切なキャビティを製造するための技術および材料は、当業者に知られている。特定のモールドを製造してもよい材料は、たとえば、金属マトリックス複合体物品を製造するために使用される金属による。一般に使用されるモールド材料としては、黒鉛または鋼が挙げられる。

30

40

【0098】

また、意外にも、本発明による第1、第2、および第3の物品を使用して、モールド内の熔融金属が75秒未満（いくつかの実施形態において、好ましくは60秒未満）の間熔融状態である、金属マトリックス複合体物品を製造することができる。モールド内の熔融金属を熔融状態で保つためのより長い時間も有用であろうが、より短い時間（すなわち、75秒未満）、また、理論に縛られるわけではないが、より長い時間は、ホルダおよび/または金属を含むインサートの変形をもたらすことがあると考えられる。実施形態によっては、好ましくは、ホルダおよびインサートは、金属マトリックス複合体物品の铸造の間、著しく変形しない（すなわち、ホルダおよびインサートは、铸造前の第1の外側の寸法

50

構成（すなわち、サイズおよび形状）と、鑄造後の第2の外側の寸法形状とを有し、それぞれの第1および第2の外側の寸法構成は同じであり、少なくとも200より上で正のギブス酸化自由エネルギーを有する金属、およびNiなどの任意の金属が、鑄造金属の金属（およびおそらくはインサートの金属）中に拡散する傾向があることが理解される）。

【0099】

インサートとインサートの周りに鑄造された金属との間の界面において所望の量より高い量の酸化を有する金属マトリックス複合体物品の場合、熱間等方加圧（HIP）を用いて物品をさらに処理して、望まれない酸化を低減または除去してもよい。HIPは、また、もしあれば金属マトリックス複合体物品の多孔性を低減するために用いてもよい。HIPの技術は、当該技術において周知である。本発明の実施形態に有用であろうHIPの温度、圧力、および時間の例としては、それぞれ、500から600、25MPaから50MPa、および4から6時間が挙げられる。これらの範囲外の温度、圧力、および時間も有用であろう。より低い温度は、たとえば、より少ない高密度化をもたらす、および/またはHIP時間を増加させる傾向があり、一方、より高い温度は、金属マトリックス複合体物品を変形することがある。より低い圧力は、たとえば、より少ない高密度化をもたらす、および/またはHIP時間を増加させる傾向があり、一方、より高い圧力は、たとえば、不要である傾向があるか、場合によっては、金属マトリックス物品を損傷することさえある。より短い時間は、たとえば、より少ない高密度化をもたらす傾向があり、一方、より長い時間は、たとえば、不要であろう。

10

【0100】

例示的なインサート、および金属マトリックス複合体物品を製造する技術に関する付加的な詳細については、2002年8月20日に出願された同時係属中の米国特許出願第60/404,704号明細書を参照されたい。

20

【0101】

金属マトリックス複合体物品を製造するための他の技術は、本開示を検討後、当業者には明らかであろう。

【0102】

金属マトリックス複合体の製造に関する付加的な詳細は、たとえば、米国特許第4,705,093号明細書（オギノ（Ogino））および米国特許第5,234,080号明細書（パンテール（Pantale））、および米国特許第5,394,903号明細書（ケンナークネヒト（Kennerknecht））に見出すことができる。

30

【0103】

さらに、セラミックを含むインサートの形成、およびセラミック酸化物プリフォームから製造された金属マトリックス複合体物品に関する付加的な詳細については、たとえば、2001年9月27日に提出された米国特許出願第09/966,946号明細書、米国特許出願第09/967,401号明細書、および米国特許出願第09/677,562号明細書（それぞれ、2000年9月28日にすべて出願された仮出願第60/236,091号明細書、米国仮特許出願第60/236,092号明細書、および米国仮特許出願第60/236,110号明細書の優先権を主張する）、ならびに、2002年4月4日に公開された国際公開第02/26658号パンフレット、国際公開第02/27048号パンフレット、および国際公開第02/27049号パンフレット）を参照されたい。

40

【0104】

本発明によるいくつかの金属マトリックス複合体物品の実施形態は、次の「ピーク結合強度値テスト」によって定められるような、適用できるような（すなわち、どれがテストされているかによる）インサートまたはホルダと、インサートの周りに鑄造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金との間の「ピーク結合強度値」が、少なくとも100MPa（いくつかの実施形態において、好ましくは、少なくとも125MPa、少なくとも150MPa、少なくとも175、またはさらには少なくとも180MPa）である。圧縮剪断テスト装置の概略図が図9に示されており、圧縮剪断テスト装置140が、押出し工

50

具 1 4 1 と、テストサンプル 1 4 2 と、支持ブロック 1 4 3 と、1 0 0 , 0 0 0 ニュートン (2 2 , 4 8 2 ポンド) の圧縮ロードセル 1 4 7 とを含む。テストすべき金属マトリックス複合体は、適用できるようなインサートまたはホルダの長手方向の軸に垂直に断面に切られ、インサートの断面の厚さは 1 . 1 6 c m (0 . 4 6 インチ) であり、ホルダの断面の厚さは 0 . 4 c m であり、いずれの直径も 2 . 5 c m (1 インチ) である。

【 0 1 0 5 】

押出し工具 1 4 1 の断面積が 1 0 パーセント小さい (すなわち、押出し工具 1 4 1 および適用できるようなインサートまたはホルダ 1 4 4 の断面の形状が同じであるが、押出し工具 1 4 4 の断面のサイズが、より小さい) 以外は、押出し工具 1 4 1 は、テストサンプル 1 4 2 を備えた、適用できるようなインサートまたはホルダ 1 4 4 との接触のポイントにおいて、対応する断面を有する。押出し工具 1 4 1 は、液圧チャックの上側のジョー 1 4 5 に、1 0 . 3 4 M P a (1 平方インチあたり 1 5 0 0 ポンド) の液圧で締付けられる。支持ブロック 1 4 3 は、直径 2 . 5 4 c m (1 . 0 インチ) × 深さ 0 . 1 5 c m (0 . 0 6 インチ) のカウンタボアを有する。直径 1 . 1 c m (0 . 4 3 5 インチ) の貫通穴が、液圧チャック 1 4 6 の底部の開いたジョー 1 4 5 の上に配置される。

10

【 0 1 0 6 】

テストすべきサンプル 1 4 2 を、支持ブロック 1 4 3 の上に配置し、貫通穴に対する、適用できるようなインサートまたはホルダのセンタリングのためにカウンタボアに入れる。上側の押出し工具 1 4 1 と押出すべき適用できるようなインサートまたはホルダ (すなわち、テストすべきサンプル 1 4 4) との間の間隙が、0 . 0 2 5 c m (0 . 0 1 インチ) になるまで、液圧チャック支持体 1 4 6 の底部 1 4 8 を上昇させる。次に、テスト標本の露出した適用できるようなインサートまたはホルダを、押出し工具 1 4 1 の一致する先端とともに、2 つの要素の断面が一致するまで支持ブロック 1 4 3 を水平にかつ回転して手で摺動することによって、視覚的に位置決めする。

20

【 0 1 0 7 】

次に、1 分あたり 0 . 0 5 c m (0 . 0 2 0 インチ) の割合で、下側の液圧支持チャックを、固定された押出し工具 1 4 1 の方に上に移動させ、同時に荷重および撓みを監視することによって、テストを行う。それにより、適用できるようなインサートまたはホルダを、固定された押出し工具の面と接触させ、2 つの間の接触力を、変位の関数として記録する。ピーク力に達し、約 0 . 0 5 c m (0 . 0 2 0 インチ) の総撓みが得られた後すぐにテストをやめる。

30

【 0 1 0 8 】

テストの完了後、標本を光学顕微鏡で 1 0 0 倍の倍率で検査して、適用できるようなテストインサートまたはホルダ、および押出し先端が、それらの断面が重なっているように適切に整列されたことを確認する。

【 0 1 0 9 】

平均剪断応力は、次の式を用いて計算する。

【 数 1 】

$$\text{平均剪断応力} = \frac{\text{第 1 のすべりにおける荷重、} N (l b .)}{\text{インサートとアルミニウム合金との間の接触面積、} m^2 (i n^2)}$$

40

【 0 1 1 0 】

荷重は、インサート変位の関数としてプロットする。押出しカーブが不連続を有する (すなわち、インサートまたはホルダと適用できるようなインサートまたはホルダの周りに鑄造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金との間の界面において最初のすべりがあ

50

る) 荷重は、ピーク結合強度値である。

【0111】

ピーク結合強度は、有限要素分析 (F E A) を用いて計算する。有限要素分析 (F E A) ソフトウェア (ペンシルバニア州キャノンスバーグのアンシス・インコーポレイテッド (Ansys, Inc., Canonsburg, PA) から商品名「アンシス (ANSYS)」で入手可能) を使用して、適用できるようなインサートまたはホルダをモデル化し、ピーク結合強度と測定された平均剪断応力との比が、約 3.0 であることを示す。

【0112】

F E A 計算は、次のように行う。テスト標本ジオメトリの有限要素モデルを作成する。適用できるようなインサートまたはホルダを、メッシュサイズが全寸法で 0.02 cm である、適用できるようなインサートまたはホルダの頂部以外は、寸法 0.02 cm x 0.02 cm x 0.05 cm (0.01 インチ x 0.01 インチ x 0.02 インチ) の立方体の要素でメッシュにする。適用できるようなインサートまたはホルダの周りに鋳造されたアルミニウム / アルミニウム合金を、適用できるようなインサートまたはホルダの近くで 0.05 cm (0.02 インチ) の辺を有する立方体でメッシュにし、モデル化されたテスト標本の他のところで 0.10 cm (0.04 インチ) の辺を有する立方体でメッシュにする。F E A ソフトウェアは、533.3 MPa の加えられた圧力 (2900 ポンドの押出しテスト荷重に対応する) について、適用できるようなインサートまたはホルダの表面に沿ったポイントにおける剪断応力を計算する。この計算は、適用できるようなインサートまたはホルダの表面の全ポイントにわたるピーク剪断応力、および適用できるようなインサート表面またはホルダ表面にわたる平均を定める。したがって、ピーク結合強度と平均剪断応力との比は、約 3 から 1 である。

【0113】

本発明によるいくつかの金属マトリックス複合体物品の実施形態は、次の「酸素層テスト」によって定められるように、インサートまたはホルダとインサートまたはホルダの周りに鋳造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金との間の界面において酸素がない。金属マトリックス複合体物品の一部を切断して、インサートまたはホルダ、およびインサートまたはホルダの周りに鋳造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金の断面を得る。次に、断面を半自動的金属組織学的研削 / 研磨装置 (オハイオ州クリーブランドのストルアス・インコーポレイテッド (Struers, Inc, Cleveland, OH) から商品名「アブラミン (ABRAMIN)」で得られる) で研磨する。研磨速度は 150 rpm である。研磨は、次の連続的な 6 段階で行う。研磨力は、段階 6 において 250 N である以外は、150 N である。

【0114】

段階 1

研磨の間、水を研磨パッド上に、連続的に自動的にドリップしながら、120 グリットの炭化ケイ素紙 (イリノイ州ノースブルックのペース・テクノロジーズ (Pace Technologies, Northbrook, IL) から得られる) を使用して、45 秒間サンプルを研磨する。研磨後、サンプルを水で完全にすすぐ。

【0115】

段階 2

研磨の間、水を研磨パッド上に、連続的に自動的にドリップしながら、220 グリットの炭化ケイ素紙 (ペース・テクノロジーズから得られる) を使用して、45 秒間サンプルを研磨する。研磨後、サンプルを水で完全にすすぐ。

【0116】

段階 3

研磨の間、水を研磨パッド上に、連続的に自動的にドリップしながら、600 グリットの炭化ケイ素紙 (ペース・テクノロジーズから得られる) を使用して、45 秒間サンプルを研磨する。研磨後、サンプルを水で完全にすすぐ。

【0117】

段階 4

サンプルを、研磨パッド（ストルアス・インコーポレイテッドから商品名「DP-MOL」で得られる）を使用して4.5分間研磨し、定期的な小滴の潤滑剤（ストルアスから商品名「プロン（PURON）、DP-ルブリカント（DP-LUBRICANT）」で得られる）で軽く濡らし、6マイクロメートルのダイヤモンドグリット（ストルアスから商品名「DP-スプレー（DP-SPRAY）、P-6 μ m」で得られる）を1秒間スプレーする。研磨後、サンプルを水で完全にすすぐ。

【0118】

段階 5

サンプルを、研磨パッド（「DP-MOL」）を使用して4.5分間研磨し、定期的な小滴の潤滑剤（ストルアスから商品名「プロン、DP-ルブリカント」で得られる）で軽く濡らし、3マイクロメートルのダイヤモンドグリット（ストルアスから商品名「DP-スプレー、P-3 μ m」で得られる）を1秒間スプレーする。研磨後、サンプルを水で完全にすすぐ。

【0119】

段階 6

サンプルを、多孔性合成研磨布（ストルアスから商品名「OP-CHEM」で得られる）を使用して4.5分間研磨し、最初に、布に手で注がれる水およびコロイド状シリカ懸濁液（ストルアスから商品名「OP-S サスペンション（SUSPENSION）」で得られる）で濡らす。研磨の最後の5秒の間、サンプルを水で洗浄する。研磨後、サンプルを乾燥させる。

【0120】

得られた研磨されたサンプルを、光学顕微鏡で250倍で見て、目で識別できる連続酸化物層が、インサートまたはホルダとインサートまたはホルダの周りに鑄造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金との間に存在するかどうか定める。参考のため、2002年8月20日に出願された同時係属中の米国特許出願第60/404,672号明細書の実施例3（図10を参照のこと）は、このテストで評価されると、界面において目で識別できる連続酸化物層を有さず、一方、同じ出願の比較例H（図11を参照のこと）は、界面において目で識別できる連続酸化物層を有した。図10を参照すると、実施例3の研磨された断面は、インサートマトリックス166と鑄造合金163との間の界面162において突然の境界を示さなかった。図11を参照すると、比較例Hの研磨された断面は、インサートマトリックス186と鑄造合金183との間の界面182において、酸化物層であると考えられる突然の境界を示した。

【0121】

自動車用ディスクブレーキの一例は、ロータと；ロータの両側に配置され、かつそれと制動のために係合するように移動可能な内側および外側のブレーキパッドと；内側のブレーキパッドをロータに対して付勢するためのピストンと；ロータの片側に位置決めされ、かつピストンを収容するシリンダを有する本体部材と、ロータの他方の側に位置決めされ、かつ外側のブレーキパッドを支持するアーム部材と、ロータの平面を横切って、本体部材とアーム部材との間に延在するブリッジとを含むブレーキキャリパとを含む。

【0122】

図7Aおよび図7Bを参照すると、ディスクブレーキアセンブリ70が、本体部材72と、アーム部材73と、一端で本体部材72に連結され、他端でアーム部材73に連結されたブリッジ74とから形成されたブレーキキャリパハウジング71を含む。本体部材72は、その中に、内側のブレーキパッド77が押付けられるピストン76を摺動可能に受ける略円筒形凹部75を有する。アーム部材73の内面78は、内側のブレーキパッド77に面する外側のブレーキパッド79を支持する。車両のホイール（図示せず）に連結されたブレーキロータ701が、内側のブレーキパッド77と外側のブレーキパッド79との間に位置する。ブレーキキャリパハウジング71は、界面202Aおよび202Bを備えたインサート200Aおよび200Bを含む。当該技術において周知のように、ピスト

10

20

30

40

50

ン 7 6 の液圧または他の作動により、内側のブレーキパッド 7 7 が、ロータ 7 0 1 の片側に対して付勢され、反作用力によって、キャリパハウジング 7 1 が浮き、それにより、外側のブレーキパッド 7 9 をロータ 7 0 1 の他方の側と係合させる。

【 0 1 2 3 】

本発明を、次の実施例によってさらに例示するが、この実施例に記載された特定の材料およびそれらの量、ならびに他の条件および詳細は、本発明を不当に限定するように解釈されるべきではない。本発明のさまざまな改良および変更が、当業者には明らかになるであろう。部およびパーセンテージはすべて、特に明記しない限り、重量による。

【 実施例 】

【 0 1 2 4 】

10

実施例 1

インサートホルダを次のように製造した。標準的な T 4 熱処理で加熱処理された 6 0 6 1 アルミニウム合金 (ミネソタ州セント・ポールのビンセント・ブラス・アンド・アルミニウム (Vincent Brass and Aluminum, St. Paul, MN) から商品名「 6 0 6 1 - T 4 」で得られる) からなる厚さ 1 . 5 mm のアルミニウムシートストックをレーザ切断して、図 8 に示された構成を得た。アルミニウムシートストックを切断するために使用されたレーザは、1 5 0 0 ワットの数値制御 C O₂ レーザ (カリフォルニア州サンタクララのコヒレント・インコーポレイテッド (Coherent, Inc., Santa Clara, CA) から得られ、かつウィスコンシン州サマセットのレーザ・マニュファクチャリング・インコーポレイテッド (Laser Manufacturing Inc., Somerset, WI) による数値制御レーザ切断システムに一体化された) であった。インサートホルダを、2 つが寸法 7 2 mm x 1 5 . 5 mm x 5 mm を有し、1 つが寸法 8 2 mm x 3 5 mm x 5 mm を有する 3 つのインサートを保持するように設計した。

20

【 0 1 2 5 】

切断されたシートを、図 8 A に示された折り目線 a、b、c、d、e、f、g、および h に沿ってプライヤで曲げて、図 8 A および図 8 B に示された形状を作って、インサートホルダを提供した。寸法 A は 1 5 8 . 2 mm であり、B は 3 5 mm であり、C は 1 2 6 . 2 mm であり、D は 1 3 . 6 mm であり、E は 2 8 mm である。次に、インサートホルダを、ミネソタ州セント・ポールのコオペラティブ・プレーティング・カンパニー (Co-Operative Plating Co., St. Paul, MN) によってコーティングして、ニッケル約 3 マイクロメートルの無電解堆積を提供し、その後、銀約 1 2 マイクロメートルの電気めっきを提供した。

30

【 0 1 2 6 】

インサート 1 3 A、1 3 B、および 1 3 C を、ホルダ内に配置し、図 1 に示されたクランプ 1 2 A、1 2 B、1 2 C、および 1 2 D を、インサートとちょうど接触するまで曲げることによって、所定位置に固定した。インサート 1 3 A、1 3 B、および 1 3 C は、次のように製造した。

【 0 1 2 7 】

連続したアルファアルミナ繊維 (ミネソタ州セント・ポールの 3 M カンパニーから商品名「ネクステル 6 1 0」で入手可能 ; 3 , 0 0 0 デニール ; 約 3 7 0 G P a のヤング率 ; 約 3 G P a の平均引張強度 ; 平均直径 1 1 マイクロメートル) のトウを、脱イオン水サイジングを使用して巻き、繊維のトウを、4 面の 2 0 . 3 cm (8 インチ) 四方のマンドレル上に巻く直前に水浴中に浸して、繊維の 6 5 % 体積ローディングを有する繊維プリフォームを製造した。繊維を張力下で (張力計 (コロラド州ボルダーのテンシトロン (Tensitron, Boulder CO) から商品名「サーテン (CERTEN) 」で得られる) によって測定されるような約 7 5 グラム) 巻いて、4 つの矩形プリフォームプレート (1 0 . 2 cm (4 インチ) x 2 0 . 3 cm (8 インチ) x 厚さ 0 . 2 9 cm (0 . 1 1 5 インチ)) を形成した。次に、マンドレルを - 4 0 (- 4 0 ° F) の冷却器内に配置して、水を凍結し、得られたプリフォームを安定化した。凍結したら、プレートを 7

40

50

、6 cm × 15.2 cm (3 インチ × 6 インチ) のプリフォームに切断した。

【0128】

黒鉛ダイアセンプリ (ウィスコンシン州メノモニー・フォールズのシャンク・グラフィイト・テクノロジー・インコーポレイテッド (Schunk Graphite Technology, Inc., Menomonie Falls, WI) から得られる) を使用して、アルミニウムマトリックス複合体プレートを鋳造した。黒鉛ダイの幅は9.64 cm であり、長さは15.24 cm であり、高さは4.90 cm であった。ダイは、4つのインサート用スロットを含み、スロット間の中心から中心までの間隔は0.89 cm であった。黒鉛ダイアセンプリを水性黒鉛粒子分散液 (ミシガン州ポートヒューロンのアチソン・コロイズ・カンパニー (Acheson Colloids Company, Port Huron, MI) から商品名「アクアダグ (AQUADAG)」で得られる) でコーティングした。4つの凍結された7.6 cm × 15.2 cm のプリフォームを黒鉛ダイアセンプリ内に配置し、1つのプリフォームを4つのキャビティの各々に配置した。次に、中にプリフォームが位置決めされたダイアセンプリを、プリフォーム中の水が蒸発するまで、オープン内に120 (250 °F) で約16時間配置した。

10

【0129】

次に、ダイアセンプリを、一端で開いており、かつその内部が窒化ホウ素懸濁液 (テネシー州オークリッジのZYPコーティングス・インコーポレイテッド (ZYP Coatings Inc., Oak Ridge, TN) から商品名「RS 1000」で得られる) でコーティングされたステンレス鋼缶 (長さ102 mm、幅53 mm、および高さ500 mm) 内に配置した。理論に縛られるわけではないが、窒化ホウ素コーティングは、その後の鋳造操作の間、ステンレス鋼と溶融アルミニウムとの間の反応を抑制すると考えられる。

20

【0130】

コーティングが乾燥した後、次に、アルミニウム - 2% 銅合金インゴット (各々5.1 cm × 2.5 cm × 30.5 cm (1 インチ × 2 インチ × 12 インチ) の2片に切断された) (ニューヨーク州ニューヨークのベルmont・メタル (Belmont Metal, New York, NY) から商品名「1980-A」で得られる) 2500グラムを、ステンレス鋼缶内にアセンプリの上に配置した。鋳造プロセスの間にアルミニウム - 2% 銅溶融物の温度を監視するために、タイプK熱電対 (コネチカット州スタンフォードのオメガ・エンジニアリング・インコーポレイテッド (Omega Engineering Inc., Stamford, CT) から得られる) をダイアセンプリの頂部に配置した。黒鉛アセンプリが、鋳造の間に溶融アルミニウム中で浮くのを防止するために、押え付けロッドも黒鉛アセンプリの頂部に取付けた。次に、ステンレス鋼缶を圧力鋳造機 (ニューハンプシャー州プレイストウのプロセス・エンジニアリング・テクノロジーズ (Process Engineering Technologies, Plaistow, NH) から得られる) の圧力容器内に配置して、圧力容器を閉じた。圧力鋳造容器のサイズは、約16.9 cm (内径) × 88.9 cm (長さ) であった。

30

【0131】

次に、1トル未満の圧力が達成されるまで、真空ポンプで、閉じられた鋳造容器の空気を排気した。次に、圧力鋳造機の電気炉の電源をオンにし、黒鉛ダイアセンプリおよびAl - 2% Cu合金インゴットを、710 の温度 (合金の融点より約100 高い) に加熱した。平均加熱速度は、1時間あたり約340 であった。710 の溶融温度に達した後、炉の電源をオフにし、容器への真空バルブを閉じ、それにより、容器を真空ポンプから分離した。

40

【0132】

次に、加圧された充填 (bottled) アルゴンタンクに連結された低圧バルブを開けて、容器をアルゴンで再充填して (back-fill)、1.79 MPa (260 psi) の最初の低圧にした。この圧力に達すると、低圧バルブを閉じ、8.96 MPa (1300 psi) の圧力に達するまで、高圧アルゴンバルブを開けた。圧力を8.96 M

50

$P \pm 1\%$ ($1300 \text{ psi} \pm 15 \text{ psi}$) で 15 ~ 20 分間維持し、溶融アルミニウム - 2% 銅合金を強制的にプリフォームに完全に浸透させた。

【0133】

次に、温度が 500 になるとともに、圧力を減少させた。温度が 500 未満に下がると、容器排気バルブを開け、アルゴンを雰囲気に出した。次に、容器を開け、ステンレス鋼缶を取出した。ダイアセンブリを缶から分離し、4 の鑄造アルミニウムマトリックス複合体プレートを黒鉛モールドから取出した。

【0134】

鑄造プレートを、垂直スピンドルダイヤモンドグラインダ (ミネソタ州ミネアポリスのプレジジョン・インストルメンツ (Precision Instruments, Minneapolis, MN) から得られる #11 ブランチャード (Blanchard) グラインダ) で、0.25 cm (0.1 インチ) の厚さに表面研削した。次に、プレートを、0.94 cm (0.37 インチ) の幅に長さ方向にスライスして、15.2 cm (6 インチ) \times 0.95 cm (0.375 インチ) \times 0.25 cm (0.1 インチ) のプレートを製造した。

【0135】

次に、3 つのプレートを、次のように表面処理 / コーティングした。プレートをすべて、100 グリットのグラインダホイール (マサチューセッツ州ウースターのノートン・カンパニー (Norton Company, Worcester, MA) から商品名「ダイヤモンド・ホイール (DIAMOND WHEEL)、ASD100」で得られる) で研磨し、目に見える残留物を表面から除去することができなくなるまで紙タオルでこすることによって、標準的なラッカーシンナー (ミネソタ州セント・ポール (St. Paul, MN) の H C I からグレード (Grade) 401 として入手可能) でクリーニングした。

【0136】

2 つの得られたプレートを、ニッケル約 3 マイクロメートルの無電解堆積、その後の銀約 12 マイクロメートルの電気めっきによって、コーティングした (ミネソタ州セント・ポールのコオペラティブ・プレーティング・カンパニー (Co-Operative Plating Co., St. Paul, MN) によって)。ホルダおよびインサートは、354 アルミニウム合金を使用して、得られた図 6 に示されたブレーキキャリパをスクイズキャストするために使用するために、3M カンパニーによって、オハイオ州デイトンの T H T プレシズ・インコーポレイテッド (T H T Presses, Inc., Dayton OH) に提供された。

【0137】

実施例 2

本発明による例示的なホルダの部分を次のように準備した。6061 アルミニウムのシートストック片 (ミネソタ州セント・ポールのピンセント・プラス・アンド・アルミニウムから商品名「6061-T4」で得られる) を、ウォータージェット切断プロセスを用いて、イーグル・ツール (Eagle Tool) (ミネソタ州スプリング・レイク・パーク (Spring Lake Park, MN)) によって切断した。得られたシートは、厚さ 0.095 インチ (0.24 cm) であった。切取られた片の寸法は、0.367 インチ \times 0.095 インチ \times 6.00 インチ (0.93 cm \times 0.24 cm \times 15.24 cm) であった。アルミニウム片の端縁を、150 グリットのサンドペーパーを使用して滑らかにして、ウォータージェット切断からのわずかな波しわを除去した。この部分のダイへの後の挿入を容易にするために、アルミニウム片の一端を、150 グリットのサンドペーパー (商品名「ウェットオアドライ (WET OR DRY)」でミネソタ州セント・ポールの 3M カンパニーから入手可能) を使用して、その長さの最終の 0.40 インチ (1.0 cm) にわたって、0.327 インチ \times 0.055 インチ (0.83 cm \times 0.14 cm) のセクションにテーパを付けた。

【0138】

10

20

30

40

50

次に、得られたアルミニウム片をめっきした（ミネソタ州セント・ポールのコオペラティブ・プレーティング・カンパニーによって）ニッケルの無電解コーティング、その後の銀の電気めっきで）。ニッケルコーティングの厚さは約 3 マイクロメートルであり、銀コーティングは約 17 マイクロメートルであった。

【0139】

得られた例示的なホルダ部分を、20 分間、約 550 °C に予熱された炉内に配置することによって、空気中で加熱した。次に、加熱されたホルダ部分を、鋼ダイキャビティ内に配置した。図 12 を参照すると、ダイ 130 が、ホルダ部分用矩形スロット 134 (1.3 cm x 0.25 cm (0.5 インチ x 0.1 インチ)) を備えたベース 132 (9.8 cm x 9.8 cm x 1.4 cm (3.9 インチ x 3.9 インチ x 0.5 インチ)) と、上部 136 (7.3 cm x 7.3 cm x 12.7 cm (2.9 インチ x 2.9 インチ x 5.0 インチ)) とを含んだ。上部 136 は、直径 2.54 cm (1 インチ) および深さ 10.2 cm (4 インチ) を有するキャビティ 138 を含んだ。上部 136 を、窒化ホウ素離型剤（ニューヨーク州アマースタのザ・カーボランダム・コーポレーション (The Carborundum Corp., Amherst, NY) から商品名「コンバット・ボロン・ニトライド・エアロゾル・スプレー (COMBAT BORON NITRIDE AEROSOL SPRAY) CC-18」で得られる) でコーティングし、次に、約 400 °C に予熱した。加熱されたホルダ部分をダイ内に配置した後 4 秒以内に、約 760 °C の温度の溶融アルミニウム合金（ケベック州モントリオールのアルカン・インコーポレイテッド (Alcan Inc., Montreal, Quebec) から商品名「A356」で得られる) を、鋼ダイキャビティ内に、予熱されたホルダ部分の周りに注ぎ、凝固させた。温度が約 500 °C に冷却すると、ホルダ部分および鋳造アセンブリをダイキャビティから取出した。

【0140】

得られた鋳造サンプルを、オープン内に 8 時間 535 °C で配置し、その後、水急冷し、オープン内で 160 °C で 12 時間で終了することによって、熱処理した。

【0141】

得られた熱処理されたサンプルを、4 つの 0.27 cm (0.106 インチ) x 直径 2.5 cm (1 インチ) のセクションに切断した。これらの 4 つのセクションは、ホルダの例示的な部分の長手方向の軸に垂直に切断した。4 つのセクションの各々について、アルミニウムの「L」形片（厚さ 0.040 インチ (0.10 cm) のシートストックアルミニウム（「6061-T4」）から切断された）を各セクションに接着して（ミネソタ州セント・ポールの 3M カンパニーから商品名「プロント (PRONTO) CA8」で販売される）、ホルダの例示的な部分と周囲の 356 アルミニウム合金との間の境界をマーキングして、押出しテストの間の整列を容易にした。

【0142】

圧縮剪断テスト装置の概略図が図 9 に示されており、圧縮剪断テスト装置 140 が、押出し工具 141 と、テストサンプル 142 と、支持ブロック 143 と、100,000 ニュートン (22,482 ポンド) の圧縮ロードセル 147 とを含んだ。押出し工具 141 の断面積が 10 パーセント小さい（すなわち、押出し工具 141 およびホルダの例示的な部分 144 の断面の形状が同じであるが、押出し工具 144 の断面のサイズが、より小さい）以外は、押出し工具 141 は、テストサンプル 142 を備えたホルダの例示的な部分 144 との接触のポイントにおいて、対応する断面を有した。押出し工具 141 は、液圧チャックの上側のジョー 145 に、10.34 MPa (1 平方インチあたり 1500 ポンド) の液圧で締付けられた。支持ブロック 143 は、直径 2.54 cm (1.0 インチ) x 深さ 0.15 cm (0.06 インチ) のカウンタボアを有した。直径 1.1 cm (0.435 インチ) の貫通穴が、液圧チャック 146 の底部の開いたジョー 145 の上に配置された。

【0143】

テストすべきサンプル 142 を、支持ブロック 143 の上に配置し、貫通穴に対する、

ホルダの例示的な部分のセンタリングのためにカウンタボアに入れた。上側の押出し工具 1 4 1 と押出すべきホルダの例示的な部分（すなわち、テストすべきサンプル 1 4 4）との間の間隙が、0.025 cm（0.01 インチ）になるまで、液圧チャック支持体 1 4 6 の底部 1 4 8 を上昇させた。次に、テスト標本のホルダの露出した例示的な部分を、押出し工具 1 4 1 の一致する先端とともに、2つの要素の断面が一致するまで支持ブロック 1 4 3 を水平にかつ回転して手で摺動することによって、サンプルに先に接着された整列ストリップと一列に並ぶように位置決めした。

【0144】

次に、1分あたり0.025 cm（0.010 インチ）の割合で、下側の液圧支持チャックを、固定された押出し工具 1 4 1 の方に上に移動させ、同時に荷重および撓みを監視することによって、テストを行った。それにより、ホルダの例示的な部分を、固定された押出し工具の面と接触させ、2つの間の接触力を、変位の関数として記録した。約0.05 cm（0.020 インチ）の総撓みが得られた後すぐにテストをやめた。

【0145】

テストの完了後、標本を光学顕微鏡で100倍の倍率で検査して、ホルダの例示的な部分および押出し先端が、それらの断面が重なっているように適切に整列されたことを確認した。

【0146】

平均剪断応力は、次の式を用いて計算する。

【数2】

$$\text{平均剪断応力} = \frac{\text{第1のすべりにおける荷重、N (l b.)}}{\text{ホルダ部分とアルミニウム合金との間の接触面積、m}^2 \text{ (i n}^2\text{)}}$$

【0147】

荷重は、ホルダの例示的な部分の変位の関数としてプロットした。押出しカーブが著しい非線形撓みを示した（すなわち、ホルダの例示的な部分とホルダの例示的な部分の周りに鑄造されたアルミニウムまたはアルミニウム合金との間の界面において最初のすべりがあった）荷重は、ピーク結合強度値であった。

【0148】

ピーク結合強度は、有限要素分析（FEA）を用いて計算した。有限要素分析（FEA）ソフトウェア（ペンシルバニア州キャノズバーグのアンシス・インコーポレイテッドから商品名「アンシス」で得られる）を使用して、ホルダの例示的な部分をモデル化し、ピーク結合強度と測定された平均剪断応力との比が約1.86であることを示した。

【0149】

FEA計算は、次のように行った。テスト標本ジオメトリの有限要素モデルを作成した。ホルダの例示的な部分を、サイズ0.025 cm（0.01 インチ）の立方体形要素でメッシュにした。ホルダの例示的な部分の周りに鑄造されたアルミニウム/アルミニウム合金を、ホルダの例示的な部分の近くで0.025 cm（0.01 インチ）の辺を有する立方体でメッシュにし、モデル化されたテスト標本の他のところで0.10 cm（0.04 インチ）の辺を有する立方体でメッシュにした。FEAソフトウェアは、228 MPaの加えられた圧力（1144ポンドの押出しテスト荷重に対応する）について、ホルダの例示的な部分の表面に沿ったポイントにおける剪断応力を計算した。次に、この計算は、ホルダの例示的な部分の表面の全ポイントにわたるピーク剪断応力、および適用できるようなホルダ表面の例示的な部分にわたる平均を定めた。こうして得られたピーク結合強度

と平均剪断応力との比は、ホルダ表面の例示的な部分について、約 1 . 8 6 から 1 であった。4 つのサンプル（実施例 2 A、2 B、2 C、および 2 D）の第 1 のすべりにおける荷重、平均剪断応力、およびピーク結合強度は、下記表に報告されている。

【 0 1 5 0 】

【表 1】

表

実施例	第 1 のすべりにおける荷重、N(lb.)	平均剪断応力、MPa (psi)	ピーク結合強度、MPa (psi)
2A	4466 (1004)	70.8 (10,266)	131.7 (19,095)
2B	5418 (1218)	85.9 (12,454)	159.7 (23,165)
2C	5218 (1173)	83.7 (12,131)	155.6 (22,564)
2D	4942 (1111)	79.7 (11,567)	148.3 (21,515)

10

【 0 1 5 1 】

本発明のさまざまな改良および変更が、本発明の範囲および精神から逸脱することなく、当業者には明らかになるであろう。また、当然のことながら、本発明は、ここに記載された例示的な実施形態に不当に限定されるべきではない。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 5 2 】

【図 1】本発明の第 4 または第 5 の金属マトリックス複合体物品を製造するのに有用な本発明の例示的な物品の斜視図である。

【図 1 A】図 1 の一部の破断図である。

【図 2】本発明の物品に使用される例示的なインサートの斜視図である。

【図 3】本発明の物品に使用される例示的なインサートの斜視図である。

【図 4】本発明の物品に使用される例示的なセラミックを含むインサートを製造するために使用されるセラミック繊維リボンの斜視図である。

30

【図 5】本発明の物品に使用される例示的なセラミックを含むインサートを製造する装置の斜視図である。

【図 6】本発明のインサートホルダおよび例示的なインサートを備えたブレーキキャリパの斜視図である。

【図 7 A】本発明の例示的なブレーキキャリパの平面図である。

【図 7 B】本発明の例示的なブレーキキャリパの平面図である。

【図 8 A】本発明の例示的なインサートホルダの平面図である。

【図 8 B】本発明の例示的なインサートホルダの平面図である。

【図 8 C】本発明の例示的なインサートホルダの平面図である。

40

【図 9】インサートと本発明のインサートホルダを使用して製造された本発明の金属マトリックス複合体物品の金属との間のピーク結合強度値を定めるために使用される圧縮剪断テスト装置の概略図である。

【図 10】2002 年 8 月 20 日に出願された同時係属中の米国特許出願第 60 / 404 , 672 号明細書の実施例 3 の金属マトリックス複合体物品の研磨された断面の光学顕微鏡写真である。

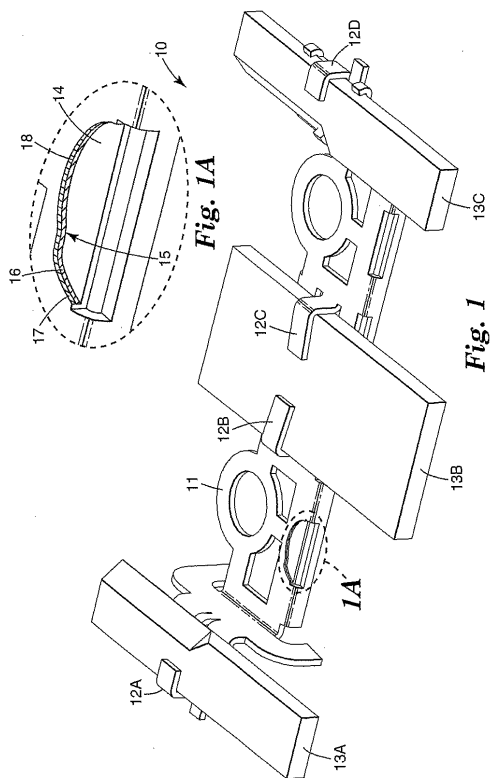
【図 11】2002 年 8 月 20 日に出願された同時係属中の米国特許出願第 60 / 404 , 672 号明細書の比較例 H の金属マトリックス複合体物品の研磨された断面の光学顕微鏡写真である。

【図 12】実施例 2 で説明されたインサートを使用して製造された実施例 2 の金属マトリ

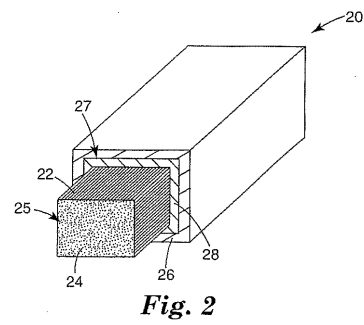
50

ックス複合体物品を製造するために使用されるダイキャビティの概略図である。

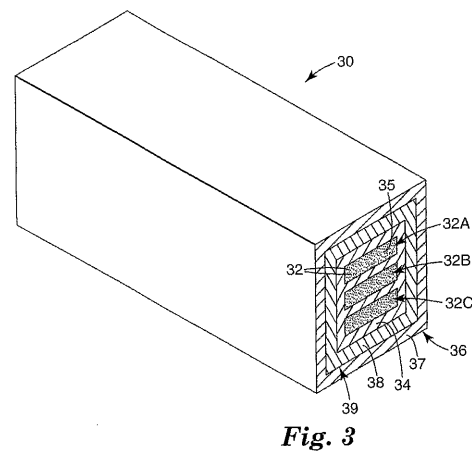
【図 1】



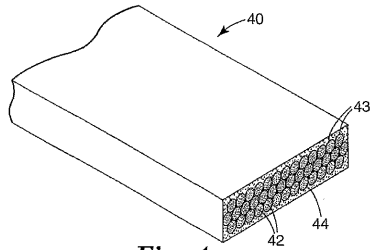
【図 2】



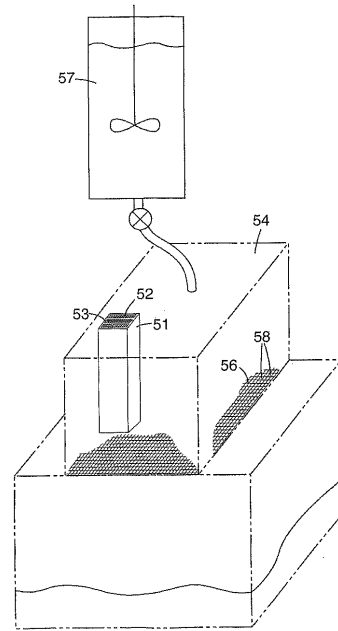
【図 3】



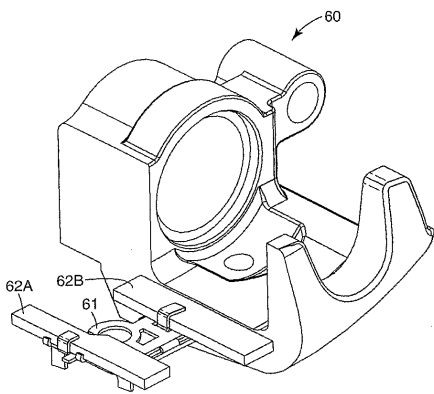
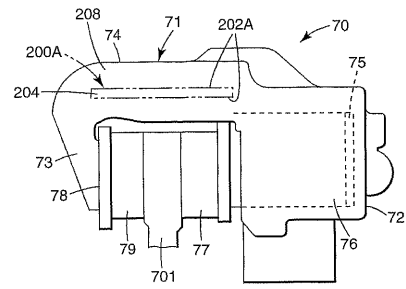
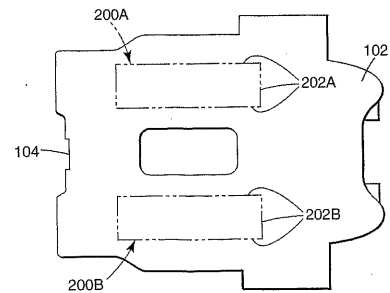
【 図 4 】

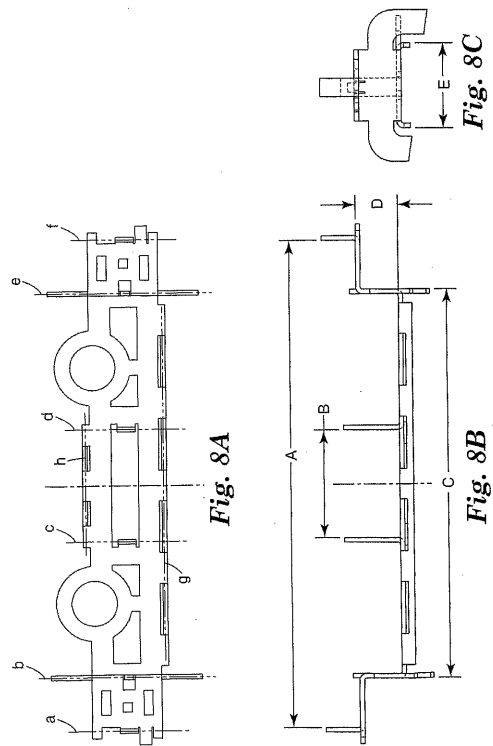
**Fig. 4**

【 図 5 】

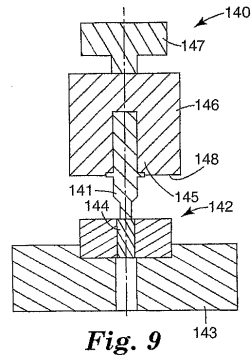
**Fig. 5**

【 図 6 】

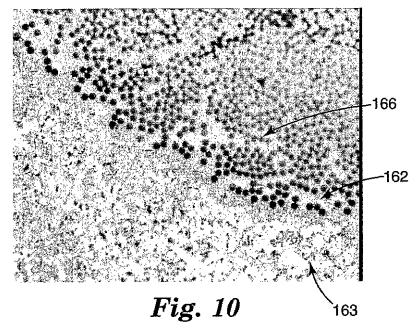
**Fig. 6****Fig. 7A****Fig. 7B**



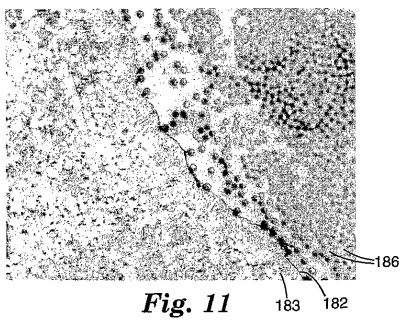
【 図 9 】



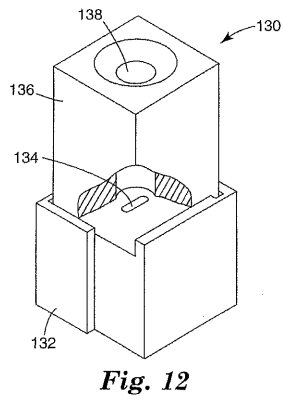
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/21089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C22C47/06 C22C47/08 C22C49/06 C04B35/80 B22D19/14 F16D55/22		
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) IPC 7 C22C C04B B22D F16D		
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 practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 02 092262 A (THT PRESSES INC) 21 November 2002 (2002-11-21) paragraph '0015!; figures 3-5	1-112
A	WO 02 27048 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO) 4 April 2002 (2002-04-04) cited in the application the whole document	1-112
A	WO 02 27049 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO) 4 April 2002 (2002-04-04) cited in the application the whole document	1-112
A	WO 02 26658 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO) 4 April 2002 (2002-04-04) cited in the application the whole document	1-112
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *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 *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 *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 such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 October 2003		Date of mailing of the international search report 24/10/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Lilimpakis, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 03/21089

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 409 (M-758), 28 October 1988 (1988-10-28) & JP 63 149435 A (AKEBONO BRAKE RES & DEV CENTER LTD), 22 June 1988 (1988-06-22) abstract	1
A	GB 2 254 814 A (GKN SANKEY LTD) 21 October 1992 (1992-10-21) claims 1-12	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 03/21089

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02092262	A	21-11-2002	US 6467528 B1	22-10-2002
			WO 02092262 A1	21-11-2002
			US 2003037901 A1	27-02-2003
WO 0227048	A	04-04-2002	AU 1302702 A	08-04-2002
			EP 1320635 A2	25-06-2003
			WO 0227048 A2	04-04-2002
			US 2002088599 A1	11-07-2002
WO 0227049	A	04-04-2002	AU 1144302 A	08-04-2002
			EP 1320634 A2	25-06-2003
			WO 0227049 A2	04-04-2002
			US 2002086165 A1	04-07-2002
			US 2002125128 A1	12-09-2002
WO 0226658	A	04-04-2002	AU 9639501 A	08-04-2002
			EP 1326814 A1	16-07-2003
			WO 0226658 A1	04-04-2002
			US 2002079604 A1	27-06-2002
			US 2002125128 A1	12-09-2002
JP 63149435	A	22-06-1988	JP 1985278 C	25-10-1995
			JP 7011299 B	08-02-1995
GB 2254814	A	21-10-1992	DE 4212558 A1	22-10-1992
			FR 2675515 A1	23-10-1992
			IT T0920351 A1	19-10-1992

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
F 1 6 D 65/02 F 1 6 D 65/02 A

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,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,IT,LU,MC,NL,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,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 グレザー, マイケル エフ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 3 3 4 2 7

F ターム(参考) 3J058 AA43 AA48 AA53 AA62 AA69 AA73 BA46 BA61 BA68 CC22

EA08 EA09 EA14 FA03

4K020 AA05 AA22 AC01 AC05 AC07 BA03 BB03 BB05 BB22 BC02