

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-541277
(P2024-541277A)

(43)公表日 令和6年11月8日(2024.11.8)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
C 0 4 B 35/58 (2006.01)	C 0 4 B 35/58	0 7 1 4 G 0 1 9
C 2 2 C 1/10 (2023.01)	C 2 2 C 1/10	Z 4 K 0 2 0
C 0 4 B 38/00 (2006.01)	C 0 4 B 38/00	3 0 3 Z
C 0 4 B 41/88 (2006.01)	C 0 4 B 41/88	T

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全44頁)

(21)出願番号	特願2024-526619(P2024-526619)	(71)出願人	317012374 アルコア ユーエスエイ コーポレイション アメリカ合衆国 1 5 2 1 2 - 5 8 5 8 ペンシルバニア, ピッツバーグ, イザベ ラ ストリート 2 0 1
(86)(22)出願日	令和4年11月7日(2022.11.7)	(74)代理人	110001438 弁理士法人 丸山国際特許事務所
(85)翻訳文提出日	令和6年6月18日(2024.6.18)	(72)発明者	リウ, シンファ アメリカ合衆国 1 5 6 6 8 ペンシルバ ニア, マリーズビル, ハーベスト ドラ イブ 5 0 8 7
(86)国際出願番号	PCT/US2022/049159	(72)発明者	モッター, ベンジャミン ディー. アメリカ合衆国 1 5 2 3 9 ペンシルバ ニア, ピッツバーグ, ティモシー ドラ イブ 9 0 ビー
(87)国際公開番号	WO2023/081479		
(87)国際公開日	令和5年5月11日(2023.5.11)		
(31)優先権主張番号	63/276,892		
(32)優先日	令和3年11月8日(2021.11.8)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘導機構を有する T i B 2 製品の方法およびシステム

(57)【要約】

本出願は、誘導機構を備える T i B 2 基材に関連する製品および方法を対象とし、誘導機構は、T i B 2 濡れ性材料を所定の方法に誘導するように構成される。いくつかの実施形態では、T i B 2 基材は、固体アルミニウム金属で少なくとも部分的に覆われる。

【選択図】 図 1 A

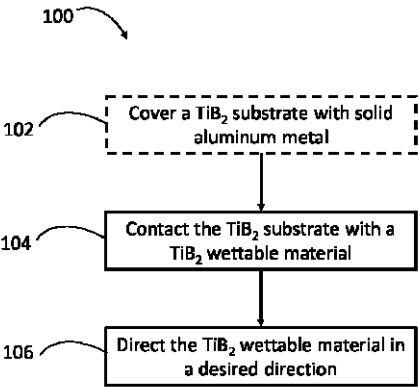


FIG. 1A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

製品であって、
誘導機構を備える T i B₂ 基材を備え、
前記誘導機構が、T i B₂ 濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される、製品
。

【請求項 2】

前記 T i B₂ 濡れ性材料がアルミニウムを含む、請求項 1 に記載の製品。

【請求項 3】

前記アルミニウムが、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される、請求項 2 に記載の製品。 10

【請求項 4】

前記 T i B₂ 基材の表面が、固体アルミニウム金属で少なくとも部分的に覆われている、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 5】

前記誘導機構が、スロット、溝、細孔、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 6】

前記 T i B₂ 基材が立体的な幾何学的形状である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の製品。 20

【請求項 7】

前記立体的な幾何学的形状が、長方形形状、正方形形状、三角形形状、楕円形形状、または長楕円形形状のうちの少なくとも一つである、請求項 6 に記載の製品。

【請求項 8】

前記 T i B₂ 基材が非対称形状である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 9】

前記 T i B₂ 基材が板状である、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 10】

前記 T i B₂ 基材が、アルミニウム精製セルでの使用のために構成される、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の製品。 30

【請求項 11】

前記 T i B₂ 基材が、アルミニウム電解セルでの使用のために構成される、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 12】

前記誘導機構が、毛管作用によって前記 T i B₂ 濡れ性材料を誘導する、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 13】

前記誘導機構が細孔を備える、請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 14】

前記誘導機構が、前記 T i B₂ 基材の空隙率を有する、請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の製品。 40

【請求項 15】

前記空隙率が約 1 ～ 約 200 細孔／インチ（P P I）の範囲である、請求項 14 に記載の製品。

【請求項 16】

前記空隙率が、少なくとも約 5 細孔／インチ（P P I）、または少なくとも約 10 細孔／インチ（P P I）、または少なくとも約 15 細孔／インチ（P P I）、または少なくとも約 20 細孔／インチ（P P I）である、請求項 14 に記載の製品。

【請求項 17】

前記空隙率が、約 175 細孔／インチ（P P I）以下、または約 150 細孔／インチ（ 50

P P I) 以下、または約 1 2 5 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 1 0 0 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 8 0 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 6 0 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 5 0 細孔／インチ (P P I) 以下である、請求項 1 4 に記載の製品。

【請求項 1 8】

前記誘導機構が、少なくとも一つのスロットを備え、前記少なくとも一つのスロットが前記 T i B₂ 基材の厚さを貫通して延在する、請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 1 9】

前記少なくとも一つのスロットの寸法が予め決められている、請求項 1 8 に記載の製品

10

【請求項 2 0】

前記 T i B₂ 基材が、第一の突起および第二の突起を備え、前記誘導機構が、前記第一の突起の内面および前記第二の突起の内面によって画成されるスロットを備える、請求項 1 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 2 1】

前記スロットが、前記第一の突起の全長 (l) および前記第二の突起の全長 (l) に延在する、請求項 2 0 に記載の製品。

【請求項 2 2】

前記第一の突起の前記全長 (l) および前記第二の突起の前記全長 (l) が、約 0 . 0 1 メートル～約 1 メートルの範囲である、請求項 2 1 に記載の製品。

20

【請求項 2 3】

前記第一の突起の厚さ (t) および前記第二の突起の厚さ (t) が、約 1 mm～約 2 0 mm の範囲である、請求項 2 0 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 2 4】

前記スロットが、前記第一の突起の前記内面と前記第二の突起の前記内面との間の距離 (d) で延在する、請求項 2 0 ～ 2 3 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 2 5】

前記距離 (d) が約 2 0 μ m～約 2 0 mm の範囲である、請求項 2 4 に記載の製品。

【請求項 2 6】

前記第一の突起の幅 (w) および前記第二の突起の幅 (w) が約 1 mm～約 2 0 mm の範囲である、請求項 2 0 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の製品。

30

【請求項 2 7】

前記誘導機構が少なくとも一つの溝を備える、請求項 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 2 8】

前記少なくとも一つの溝が、前記 T i B₂ 基材内に部分的に延在する、請求項 2 7 に記載の製品。

【請求項 2 9】

前記少なくとも一つの溝の寸法が予め決められている、請求項 2 7 または 2 8 に記載の製品。

40

【請求項 3 0】

前記少なくとも一つの溝のサイズおよび／または形状が予め決められている、請求項 2 7 ～ 2 9 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 3 1】

前記少なくとも一つの溝の幅 (w) が約 1 0 μ m～約 2 0 mm の範囲である、請求項 2 7 ～ 3 0 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 3 2】

前記少なくとも一つの溝の、溝の深さ (g d) が約 1 mm～約 1 0 mm の範囲である、請求項 2 7 ～ 3 1 のいずれか一項に記載の製品。

50

【請求項 33】

前記少なくとも一つの溝の長さ（ l ）が、約 1 cm～約 1 m の範囲である、請求項 27～32 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 34】

前記 T i B₂ 基材の厚さ（ t ）が、約 5 mm～約 30 mm の範囲である、請求項 1～33 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 35】

前記誘導機構が、前記 T i B₂ 基材内に少なくとも二つの溝を備える、請求項 1～34 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 36】

前記少なくとも二つの溝の間の縁部間距離（ d ）は、約 1 mm～約 20 mm の範囲である、請求項 35 に記載の製品。

【請求項 37】

製品であって、

（a）少なくとも一つの誘導機構を備える T i B₂ 基材と、

（b）前記 T i B₂ 基材の表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属と、を備える、製品。

【請求項 38】

前記固体アルミニウム金属が、前記少なくとも一つの誘導機構内に少なくとも部分的に入っている、請求項 37 に記載の製品。

【請求項 39】

前記 T i B₂ 基材が、表面領域を備え、前記表面領域の第一の部分が、前記少なくとも一つの誘導機構を備え、前記表面領域の第二の部分には、誘導機構が全くない、請求項 37 または 38 に記載の製品。

【請求項 40】

前記表面領域の前記第一の部分が、前記固体アルミニウム金属によって少なくとも部分的に覆われる、請求項 39 に記載の製品。

【請求項 41】

前記表面領域の前記第一の部分が、前記固体アルミニウム金属によって少なくとも 1 % 覆われる、請求項 39 に記載の製品。

【請求項 42】

前記表面領域の前記第二の部分が、前記固体アルミニウム金属によって少なくとも部分的に覆われる、請求項 39～41 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 43】

前記表面領域の前記第二の部分が、前記固体アルミニウム金属によって少なくとも 1 % 覆われる、請求項 42 に記載の製品。

【請求項 44】

前記表面領域の前記第二の部分を覆う前記固体アルミニウム金属が、膜の形状である、請求項 42 または 43 に記載の製品。

【請求項 45】

前記膜が 1 μ m～500 μ m の厚さを有する、請求項 44 に記載の製品。

【請求項 46】

前記表面領域の前記第二の部分は、前記固体アルミニウム金属がない、請求項 39～41 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 47】

少なくとも一つの誘導機構が空隙容積を含み、前記空隙容積の少なくとも 1 % に前記固体アルミニウム金属が入っている、請求項 1～46 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 48】

前記少なくとも一つの誘導機構がスロットであり、前記固体アルミニウム金属が前記スロット内に少なくとも部分的に入っている、請求項 1～47 のいずれか一項に記載の製品

10

20

30

40

50

。

【請求項 4 9】

前記少なくとも一つのスロットがスロット容積を備え、前記固体アルミニウム金属が前記スロット容積の少なくとも 1 % を占める、請求項 4 8 に記載の製品。

【請求項 5 0】

前記少なくとも一つの誘導機構が溝であり、前記固体アルミニウム金属が前記溝内に少なくとも部分的に入っている、請求項 3 7 ～ 4 7 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 5 1】

前記少なくとも一つの溝が溝容積を備え、前記固体アルミニウム金属が前記溝容積の少なくとも 1 % を占める、請求項 5 0 に記載の製品。

10

【請求項 5 2】

製品であって、

(a) TiB_2 のウェブと、

(b) TiB_2 の前記ウェブの表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属と、を備える、製品。

【請求項 5 3】

TiB_2 の前記ウェブが、 TiB_2 の前記ウェブの空隙を画成する、請求項 5 2 に記載の製品。

【請求項 5 4】

前記固体アルミニウム金属が空隙を有する、請求項 5 2 または 5 3 に記載の製品。

20

【請求項 5 5】

TiB_2 の前記ウェブの前記空隙は、前記 TiB_2 の細孔容積を画成し、前記固体アルミニウム金属が前記細孔容積の少なくとも 1 % を占める、請求項 5 4 に記載の製品。

【請求項 5 6】

方法であって、

少なくとも一つの誘導機構を備える TiB_2 製品を製造することと、

前記少なくとも一つの誘導機構によって所定の方向に TiB_2 濡れ性材料を誘導することと、を含む、方法。

【請求項 5 7】

前記製造工程が、複数の細孔を有する前記 TiB_2 製品を製造することを含む、請求項 5 6 に記載の方法。

30

【請求項 5 8】

前記製造工程が幾何学的形体を形成することを含む、請求項 5 6 または 5 7 に記載の方法。

【請求項 5 9】

前記製造工程が、前記 TiB_2 製品または TiB_2 製品前駆体を機械加工して、前記少なくとも一つの誘導機構を製造することを含む、請求項 5 6 ～ 5 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6 0】

前記製造工程が、 TiB_2 原料を TiB_2 製品前駆体に押出し成形することを含み、前記 TiB_2 製品前駆体が、その中に前記少なくとも一つの誘導機構を備える、請求項 5 6 ～ 5 8 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 6 1】

前記 TiB_2 製品前駆体が未焼成 TiB_2 材料である、請求項 5 9 または 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 2】

前記未焼成 TiB_2 材料を高温に曝し、それにより前記 TiB_2 製品を製造することを含み、請求項 6 1 に記載の方法。

【請求項 6 3】

前記少なくとも一つの誘導機構が、溝、スロット、またはそれらの組み合わせを備える

50

、請求項 56～62 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 64】

請求項 1～55 に記載の TiB_2 基材のいずれかを備える、アルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セル。

【請求項 65】

前記 TiB_2 基材のうちの少なくとも一つは電極である、請求項 64 に記載のアルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セル。

【請求項 66】

前記 TiB_2 基材のうちの少なくとも一つは、誘導装置であり、前記誘導装置が、電流が印加されていない場合、液体アルミニウム金属を所定の方向に誘導するように構成される、請求項 64 に記載のアルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セル。

10

【請求項 67】

製品であって、
誘導機構を備えるセラミック基材を備え、
前記誘導機構が、セラミックの濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される、製品。

【請求項 68】

前記セラミック基材が、 TiB_2 基材、 ZrB_2 基材、または HfB_2 基材のうちの一つである、請求項 67 に記載の製品。

【請求項 69】

前記セラミック濡れ性材料がアルミニウムである、請求項 67 または 68 に記載の製品。

20

【請求項 70】

前記 TiB_2 濡れ性材料が銅を含む、請求項 1、5～9、または 12～36 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 71】

前記銅が、銅合金、金属銅、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される、請求項 70 に記載の製品。

【請求項 72】

前記 TiB_2 濡れ性材料が銅またはアルミニウムを含む、請求項 56～63 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 73】

前記 TiB_2 基材が、 TiB_2 でメッキされた炭素系材料を含む、請求項 1～51 または 64～71 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 74】

前記 TiB_2 基材が、濡れ性を促進するメッキ材料を含む、請求項 1～51 または 64～71 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 75】

前記メッキ材料が、セラミックおよび／またはサーメットを含む、請求項 74 に記載の製品。

40

【請求項 76】

前記メッキ材料が、 TiB_2 を含む、請求項 75 に記載の製品。

【請求項 77】

前記 TiB_2 製品が、 TiB_2 でメッキされた炭素系材料を含む、請求項 56～63 または 72 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 78】

前記 TiB_2 製品が、濡れ性を促進するメッキ材料を含む、請求項 56～63 または 72 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 79】

前記メッキ材料が、セラミックおよび／またはサーメットを含む、請求項 78 に記載の

50

方法。

【請求項 8 0】

前記メッキ材料が、 TiB_2 を含む、請求項 7 9 に記載の方法。

【請求項 8 1】

前記セラミック基材が、 TiB_2 でメッキされた炭素系材料を含む、請求項 6 7 ～ 6 9 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 8 2】

前記セラミック基材が、濡れ性を促進するメッキ材料を含む、請求項 6 7 ～ 6 9 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 8 3】

前記メッキ材料がセラミックおよび／またはサーメットを含む、請求項 8 2 に記載の製品。

【請求項 8 4】

前記メッキ材料が、 TiB_2 を含む、請求項 8 3 に記載の製品。

【請求項 8 5】

前記誘導機構が少なくとも一つのチャンネルを備える、請求項 1 ～ 5 5、6 4 ～ 7 1、7 3 ～ 7 6、または 8 1 ～ 8 4 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 8 6】

前記少なくとも一つのチャンネルが断面を備え、前記断面が前記少なくとも一つのチャンネルの長さ全体にわたって実質的に一定である、請求項 8 5 に記載の製品。

【請求項 8 7】

前記少なくとも一つのチャンネルが断面を備え、前記断面が前記少なくとも一つのチャンネルの長さ全体にわたって可変である、請求項 8 5 に記載の製品。

【請求項 8 8】

前記誘導機構が少なくとも一つのチャンネルを備える、請求項 5 6 ～ 6 3、7 2、または 7 7 ～ 8 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8 9】

前記少なくとも一つのチャンネルが断面を備え、前記断面が前記少なくとも一つのチャンネルの長さ全体にわたって実質的に一定である、請求項 8 8 に記載の方法。

【請求項 9 0】

前記少なくとも一つのチャンネルが断面を備え、前記断面が前記少なくとも一つのチャンネルの長さ全体にわたって可変である、請求項 8 8 に記載の方法。

【請求項 9 1】

前記誘導機構が、配向した多孔質構造を備える、請求項 1 ～ 5 5、6 4 ～ 7 1、7 3 ～ 7 6、または 8 1 ～ 8 7 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 9 2】

前記配向した多孔質構造が空隙率勾配を有する、請求項 9 1 に記載の製品。

【請求項 9 3】

前記複数の細孔が配向した多孔質構造を備える、請求項 5 7 ～ 6 3、7 2、7 7 ～ 8 0、または 8 8 ～ 9 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9 4】

前記配向した多孔質構造が空隙率勾配を有する、請求項 9 3 に記載の方法。

【請求項 9 5】

前記誘導機構が前記基材内またはその上にある、請求項 1 ～ 5 5、6 4 ～ 7 1、7 3 ～ 7 6、8 1 ～ 8 7、9 1、または 9 2 のいずれか一項に記載の製品。

【請求項 9 6】

前記誘導機構が、前記基材内またはその上にある、請求項 5 6 ～ 6 3、7 2、7 7 ～ 8 0、8 8 ～ 9 0、9 3、または 9 4 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

<関連出願の相互参照>

本出願は、「Methods and Systems of TiB_2 Products with Infiltrated Solid Aluminum」と題する、2021年11月8日出願の米国仮特許出願第63/276,892号の優先権を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

アルミニウムは従来、ボーキサイト鉱石に由来するアルミナ (Al_2O_3) から作られてきた。アルミナ (Al_2O_3) のアルミニウムへの変換は、通常は、アルミナ (Al_2O_3) を融剤である氷晶石に溶解し、その後、混合物に電流を流し、炭素アノードからの炭素を溶解アルミナ (Al_2O_3) の酸素成分に付着させ、副生成物としてアルミニウムおよび二酸化炭素を得る、精錬方法によって実施される。「Hoopes process」(米国特許第1,534,315号を参照)、ならびに共同所有の国際公開第2016/130823号に記載の方法を含む、アルミニウムを精製するための様々な努力がなされてきた。

10

【発明の概要】

【0003】

概ね、本開示は、ニホウ化チタン (TiB_2) 基材、または誘導機構を使用して TiB_2 濡れ性材料を所定の方向に誘導する構造を含む、方法および製品に関する。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材構造は、 TiB_2 濡れ性材料に接触する前に、固体アルミニウム金属で覆われることができる。 TiB_2 濡れ性材料が TiB_2 基材に接触する場合、誘導機構は TiB_2 濡れ性材料を所定の方向に誘導する。誘導機構は、多くの形状およびサイズを取ることができる。いくつかの実施形態では、誘導機構は、スロット、溝、細孔、またはそれらの組み合わせであることができる。少なくとも一つの誘導機構を有する TiB_2 基材は、製品内の流体の移動を含む様々な用途で使用されることができる。いくつかの実施形態では、 TiB_2 濡れ性材料は、 TiB_2 基材を介した移動に好適な任意の金属であってもよい。いくつかの実施形態では、 TiB_2 濡れ性材料は、アルミニウム、例えば、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせである。

20

【0004】

一つの態様では、本開示は、誘導機構を備える TiB_2 基材を有する製品を含み、誘導機構は、 TiB_2 濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される。いくつかの実施形態では、 TiB_2 濡れ性材料はアルミニウムを含む。いくつかの実施形態では、アルミニウムは、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材の表面は、固体アルミニウム金属で少なくとも部分的に覆われる。いくつかの実施形態では、誘導機構は、構造、例えば、 TiB_2 基材上のスロット、溝、細孔、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材は立体的な幾何学的形状を有する。いくつかの実施形態では、立体的な幾何学的形状は、長方形形状、正方形形状、三角形形状、楕円形状、または長楕円形状等のうちの少なくとも一つの三次元形態を有する。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材は、非対称形状を有する。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材は、板状である。

30

40

【0005】

いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材は、アルミニウム精製セルで使用するよう構成される。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材は、アルミニウム電解セルで使用するよう構成される。いくつかの実施形態では、誘導機構は、毛管作用によって TiB_2 濡れ性材料を誘導する。いくつかの実施形態では、誘導機構は細孔を備える。いくつかの実施形態では、誘導機構には TiB_2 基材の空隙が含まれる。いくつかの実施形態では、空隙率は、約1~約200細孔/インチ (PPI) の範囲である。いくつかの実施形態では、空隙率は、少なくとも約5細孔/インチ (PPI)、または少なくとも約10細孔/イ

50

ンチ (P P I) 、または少なくとも約 1 5 細孔 / インチ (P P I) 、または少なくとも約 2 0 細孔 / インチ (P P I) である。いくつかの実施形態では、空隙率は、約 1 7 5 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 1 5 0 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 1 2 5 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 1 0 0 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 8 0 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 6 0 細孔 / インチ (P P I) 以下、または約 5 0 細孔 / インチ (P P I) 以下である。

【 0 0 0 6 】

いくつかの実施形態では、誘導機構は、開放または閉鎖されている少なくとも一つのスロットを備え、少なくとも一つのスロットは T i B ₂ 基材の厚さを貫通して延在する。いくつかの実施形態では、少なくとも一つのスロットの寸法は予め決定されている。いくつかの実施形態では、T i B ₂ 基材は、第一の突起および第二の突起を備え、誘導機構は、第一の突起の内面と第二の突起の内面との間に画成されるスロットを備える。いくつかの実施形態では、スロットは、第一の突起の全長 (l) および第二の突起の全長 (l) に延在する。いくつかの実施形態では、第一の突起の全長 (l) および第二の突起の全長 (l) は、約 0 . 0 1 メートル～約 1 メートルの範囲である。いくつかの実施形態では、第一の突起の厚さ (t) および第二の突起の厚さ (t) は、約 1 mm～約 2 0 mmの範囲である。いくつかの実施形態では、スロットは、第一の突起の内面と第二の突起の内面との間の距離 (d) で延在する。いくつかの実施形態では、距離 (d) は、約 2 0 μ m～約 2 0 mmの範囲である。いくつかの実施形態では、第一の突起の幅 (w) および第二の突起の幅 (w) は、約 1 mm～約 2 0 mmの範囲である。

【 0 0 0 7 】

上記のように、いくつかの実施形態では、スロットは完全に閉じている。いくつかの実施形態では、スロットが完全に閉じている場合、誘導機構は完全に閉じられたチャネルとなる。いくつかの実施形態では、少なくとも一つのスロットは、部分的に閉じられている。すなわち、部分的に閉じられたスロットである。いくつかの実施形態では、部分的に閉じたスロットは、閉じた横幅開口部を備える。少なくとも一つのスロットが部分的に閉じている場合、少なくとも一つのスロットの横幅開口部は完全に閉じられ、スロットの長さの一部にわたって連続的に延在することができる。少なくとも一つのスロットが部分的に閉じている場合、少なくとも一つのスロットの横幅開口部は、スロットの全長にわたって部分的に閉じられることができる。少なくとも一つのスロットが部分的に閉じている場合、少なくとも一つのスロットの横幅開口部の閉鎖部の量は、スロットの長さによって変化することができる。

【 0 0 0 8 】

上記のように、基材は少なくとも一つのチャネルを備えてもよい。チャネルは、任意の長さ、幅、サイズ、または形状にすることができる。いくつかの実施形態では、チャネルは、基材の長手方向軸に実質的に平行に延在する。いくつかの実施形態では、チャネルは、基材の長手方向軸に対してある角度をなして延在する。いくつかの実施形態では、複数のチャネルを単一のチャネルにまとめることができる。いくつかの実施形態では、単一のチャネルを複数のチャネルに分割することができる。チャネルの断面は、任意の形状またはサイズにすることができる。いくつかの実施形態では、断面は、チャネルの長さ全体にわたって実質的に一定である。いくつかの実施形態では、断面は、チャネルの長さ全体にわたって可変である。いくつかの実施形態では、断面は、チャネルの長さによって増加および／または減少することができる。

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態では、誘導機構は、少なくとも一つの溝を有する構造を備える。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝は、T i B ₂ 基材内に部分的に延在する。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝の寸法は予め決定されている。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝のサイズおよび／または形状は、予め決定されている。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝の幅 (w) は、約 1 0 μ m～約 2 0 mmの範囲である。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝の、溝の深さ (g d) は、約

1 mm～約 10 mm の範囲である。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝の長さ (l) は、約 1 cm～約 1 m の範囲である。いくつかの実施形態では、TiB₂ 基材の厚さ (t) は、約 5 mm～約 30 mm の範囲である。いくつかの実施形態では、誘導機構は TiB₂ 基材に少なくとも二つの溝を備える。いくつかの実施形態では、少なくとも二つの溝の間の縁部間距離 (d) は、約 1 mm～約 20 mm の範囲である。

【0010】

別の態様では、本開示は、(a) 少なくとも一つの誘導機構を備える TiB₂ 基材と、(b) TiB₂ 基材の表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属とを有する製品を含む。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属は、少なくとも一つの誘導機構内に少なくとも部分的に入っている。いくつかの実施形態では、TiB₂ 基材は、表面領域を有する構造を備え、表面領域の第一の部分は少なくとも一つの誘導機構を備え、表面領域の第二の部分には誘導機構が全くない。いくつかの実施形態では、表面領域の第一の部分は、固体アルミニウム金属によって少なくとも部分的に覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域の第一の部分は、固体アルミニウム金属によって少なくとも 1 % 覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域の第二の部分は、固体アルミニウム金属によって少なくとも部分的に覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域の第二の部分は、固体アルミニウム金属によって少なくとも 1 % 覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域の第二の部分を覆う固体アルミニウム金属は、膜の形態である。いくつかの実施形態では、膜は、1 μm～500 μm の厚さを備える。いくつかの実施形態では、表面領域の第二の部分には、固体アルミニウム金属がない。

【0011】

いくつかの実施形態では、少なくとも一つの誘導機構は空隙容積を含み、空隙容積の少なくとも 1 % に固体アルミニウム金属が含まれる。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの誘導機構はスロットを有する構造であり、固体アルミニウム金属がスロット内に少なくとも部分的に入っている。いくつかの実施形態では、少なくとも一つのスロットはスロット容積を含み、固体アルミニウム金属がスロット容積の少なくとも 1 % を占める。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの誘導機構は溝であり、固体アルミニウム金属が溝内に少なくとも部分的に入っている。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの溝は溝容積を含み、固体アルミニウム金属が溝容積の少なくとも 1 % を占める。一部の実施形態では、誘導機構は、基材 (例えば、TiB₂ 基材またはセラミック基材) 内またはその上にある。

【0012】

別の態様では、本開示は、(a) TiB₂ のウェブと、(b) TiB₂ のウェブの表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属と、を有する製品を含む。いくつかの実施形態では、TiB₂ のウェブは、TiB₂ のウェブの空隙を画成する。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属は空隙を備える。いくつかの実施形態では、TiB₂ のウェブの空隙は、TiB₂ の細孔容積を画成し、固体アルミニウム金属が細孔容積の少なくとも 1 % を占める。

【0013】

別の態様では、本開示は、少なくとも一つの誘導機構を有する TiB₂ 製品を製造することと、少なくとも一つの誘導機構によって所定の方に TiB₂ 濡れ性材料を誘導することと、を含む方法を含む。いくつかの実施形態では、製造工程は、複数の細孔を有する TiB₂ 製品を形成することを含む。いくつかの実施形態では、製造工程は、幾何学的形体を形成することを含む。いくつかの実施形態では、製造工程は、TiB₂ 製品または TiB₂ 製品前駆体を機械加工して、少なくとも一つの誘導機構を形成することを含む。いくつかの実施形態では、製造工程は、TiB₂ 原料を TiB₂ 製品前駆体に押出し成形することを含み、TiB₂ 製品前駆体は、少なくとも一つの誘導機構を備える。いくつかの実施形態では、TiB₂ 製品前駆体は未焼成 TiB₂ 材料である。いくつかの実施形態では、方法は、未焼成 TiB₂ 材料を高温に曝し、それにより TiB₂ 製品を形成することを含む。いくつかの実施形態では、TiB₂ 基材内の少なくとも一つの誘導機構は、溝、

スロット、チャネル、またはそれらの組み合わせを備えてもよい。

【0014】

別の態様では、本開示は、本明細書に記載のTiB₂基材のうちのいずれかを有するアルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セルを備える。いくつかの実施形態では、TiB₂基材のうちの少なくとも一つは電極である。いくつかの実施形態では、TiB₂基材のうちの少なくとも一つは、誘導装置であり、誘導装置は、電流が印加されていない場合、液体アルミニウム金属（例えば、溶融アルミニウム金属）を所定の方向に誘導するように構成される。

【0015】

本開示は、概ねTiB₂基材を指すが、誘導機構を有する他のセラミックおよび／またはサーメット基材が使用されてもよい。誘導機構を有する任意のセラミックおよび／またはサーメット基材は、任意の濡れ性金属とともに使用することができる。いくつかの実施形態では、任意の濡れ性金属は、セラミックおよび／またはサーメット基材を介した移動のための任意の好適な金属であってもよい。いくつかの実施形態では、好適な金属は、アルミニウム、例えば、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせであってもよい。いくつかの実施形態では、好適な金属は、銅、例えば、銅合金、金属銅、およびそれらの組み合わせであってもよい。いくつかの実施形態では、濡れ性材料は、アルミニウム、マグネシウム、銅、およびそれらの組み合わせから本質的になる。いくつかの実施形態では、濡れ性材料は主にアルミニウムである。一つの態様では、本開示は、誘導機構を備えるセラミック基材またはサーメット基材を有する製品に関し、誘導機構は、セラミック濡れ性材料またはサーメット濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される。いくつかの実施形態では、基材はセラミック基材である。いくつかの実施形態では、セラミック基材は、TiB₂基材、ZrB₂基材、またはHfB₂基材のうちの一つである。いくつかの実施形態では、セラミック濡れ性材料は、アルミニウム、例えばアルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせである。

【0016】

上記の開示はTiB₂およびアルミニウムに関してなされているが、本明細書に記載の装置、システム、および方法は、TiB₂以外の他のセラミックおよび／またはサーメット材料に適用可能である。例えば、本明細書の開示は、金属濡れ性能力を有する他の金属ホウ化物（例えば、金属ニホウ化物）、二つだけ例を挙げると、例えばZrB₂およびHfB₂に同様に適用可能であり、その両方がアルミニウム濡れ性材料である。

【0017】

いくつかの実施形態では、基材は炭素系（炭素質）材料とすることができる。いくつかの実施形態では、炭素系材料は無機炭素系材料とすることができる。好適な炭素系材料は、例えば、炭素の非晶質および結晶質形態を含むことができる。いくつかの実施形態では、炭素系材料は黒鉛を含む。いくつかの実施形態では、基材は、予め焼成された炭素電極材料を含む。炭素系基材は、好適な金属、例えばアルミニウムの濡れ性を促進するためのメッキ材料を含んでもよい。

【0018】

いくつかの実施形態では、基材は非炭素質材料とすることができる。非炭素質材料は、炭素系ではない任意の材料である。非炭素質材料としては、例えば、セラミック材料およびサーメット材料が挙げられる。いくつかの実施形態では、基材はセラミックまたはサーメットとすることができる。

【0019】

セラミック材料は、無機、非金属材料を含む。無機、非金属材料は、ホウ化物、酸化物、窒化物、または炭化物材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、セラミック材料はチタンを含む。いくつかの実施形態では、セラミック材料は、金属ホウ化物（例えば、金属ニホウ化物）を含む。いくつかの実施形態では、金属ニホウ化物材料は、TiB₂、ZrB₂、HfB₂、またはSrB₂を含む。

【0020】

サーメット材料は、セラミックおよび金属材料の材料である。サーメット材料は、金属結合材によって結合されたセラミックマトリックスを含む場合がある。いくつかの実施形態では、サーメット材料は、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、クロム（Cr）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、またはそれらの合金もしくは組み合わせを含む。いくつかの実施形態では、サーメット材料は、炭化ニッケル-チタンまたは二ホウ化ニッケル-チタンを含む。

【0021】

いくつかの実施形態では、基材は、記載された材料を含む、それから本質的になる、またはそれからなる。一実施形態では、基材はセラミックから本質的になる、またはそれからなる。一実施形態では、基材はサーメットから本質的になる、またはそれからなる。一実施形態では、基材は炭素系材料から本質的になる、またはそれからなる。

10

【0022】

いくつかの実施形態では、基材は、濡れ性を促進するメッキ材料である。いくつかの実施形態では、メッキ材料は、セラミックおよび／またはサーメット、例えば、本明細書に記載のセラミックまたはサーメット材料のいずれかである。いくつかの実施形態では、基材は、セラミック、例えばTiB₂でメッキされた炭素系材料である。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1A】図1Aは、TiB₂濡れ性材料を、誘導機構を使用して所定の方向に誘導するための方法の一実施形態を例示する。

20

【0024】

【図1B】図1Bは、TiB₂濡れ性材料を、誘導機構を使用して所定の方向に誘導するための方法の別の実施形態を例示する。

【0025】

【図2A】図2Aは、製品の一実施形態の斜視図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットを有する。

【0026】

【図2B】図2Bは、図2Aに示される実施形態の第一の側面図である。

【0027】

【図2C】図2Cは、図2Aにおいて破線の円で示される、図2Aに示される実施形態の拡大部分断面図である。

30

【0028】

【図3A】図3Aは、製品の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材が誘導機構としてスロットを有する。

【0029】

【図3B】図3Bは、図3Aに示す破線3Bに沿って切り取られた断面の断面図である。

【0030】

【図3C】図3Cは、図3Aに示される実施形態の第一の側面図である。

【0031】

【図4A】図4Aは、製品の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数の溝を有する。

40

【0032】

【図4B】図4Bは、図4Aに示される実施形態の第一の側面図である。

【0033】

【図4C】図4Cは、図4Aにおいて破線の円で示される、図4Aに示される実施形態の拡大部分断面図である。

【0034】

【図4D】図4Dは、図4Cに示される実施形態の複数の溝の別の構成である。

【0035】

【図5A】図5Aは、製品の別の実施形態の側面図であり、TiB₂基材が誘導機構とし

50

て複数の細孔を有する。

【0036】

【図5B】図5Bは、図5Aにおいて破線で示される、図5Aに示される実施形態の一部の拡大図である。

【0037】

【図6A】図6Aは、製品の一実施形態の斜視図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットを有し、固体アルミニウム金属がTiB₂基材を覆っている。

【0038】

【図6B】図6Bは、図6Aに示す矢印6Bに沿って切り取られた断面の第一の側面図である。

10

【0039】

【図6C】図6Cは、図6Aにおいて破線の円で示される、図6Aに示される実施形態の拡大部分断面図である。

【0040】

【図6D】図6Dは、製品の一実施形態の断面側面図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットを有し、固体アルミニウム金属がTiB₂基材の上部を覆っている。

【0041】

【図6E】図6Eは、図6Dに示す破線6Eに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロットのうちの一つのスロットのみが示されている。断面は、固体アルミニウム金属が存在する、TiB₂基材の上部に沿ったものである。

20

【0042】

【図6F】図6Fは、図6Dに示す破線6Fに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロットのうちの一つのスロットのみが示されている。断面は、固体アルミニウム金属が存在しない、TiB₂基材の下部に沿ったものである。

【0043】

【図6G】図6Gは、一実施形態の断面側面図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットを有し、固体アルミニウム金属がTiB₂基材の半分、前部を覆っている。

【0044】

【図6H】図6Hは、図6Gに示す破線6Hに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロットのうちの一つのスロットのみが示されている。

30

【0045】

【図6I】図6Iは、一実施形態の側面図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットおよび複数のスロット内に固体アルミニウム金属を有する。

【0046】

【図6J】図6Jは、図6Iに示す破線6Jに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロットのうちの一つのスロットのみが示されている。

【0047】

【図6K】図6Kは、一実施形態の正面図であり、TiB₂基材が誘導機構として複数のスロットを有し、固体アルミニウム金属がスロットの一部を覆っている、または全く覆っていない。

40

【0048】

【図6L】図6Lは、図6Kに示される実施形態の第一の側面図である。

【0049】

【図6M】図6Mは、TiB₂基材の一実施形態の正面図であり、表面領域が、誘導機構として複数のスロットを有する表面領域の第一の部分と、誘導機構が全くない表面領域の第二の部分と、を有する。

【0050】

【図6N】図6Nは、図6Mに示される実施形態の第一の側面図であり、表面領域の第二の部分には誘導機構が全くない。

【0051】

50

【図 7 A】図 7 A は、製品の一実施形態の正面図であり、T i B₂ 基材が誘導機構としてスロットを有し、固体アルミニウム金属が T i B₂ 基材を覆っている。

【0 0 5 2】

【図 7 B】図 7 B は、図 7 A に示す破線 7 B に沿って切り取られた断面である。

【0 0 5 3】

【図 7 C】図 7 C は、図 7 A に示す線 7 C に沿って切り取られた断面の第一の側面図である。

【0 0 5 4】

【図 7 D】図 7 D は、製品の一実施形態の正面図であり、T i B₂ 基材が誘導機構としてスロットを有し、固体アルミニウム金属がスロットの一部を覆っている。

【0 0 5 5】

【図 7 E】図 7 E は、図 7 D に示す破線 7 E に沿って切り取られた断面である。

【0 0 5 6】

【図 7 F】図 7 F は、図 7 F に示される実施形態の第一の側面図である。

【0 0 5 7】

【図 8 A】図 8 A は、製品の一実施形態の正面図であり、T i B₂ 基材が誘導機構として複数の溝を有し、固体アルミニウム金属が T i B₂ 基材を覆っている。

【0 0 5 8】

【図 8 B】図 8 B は、図 8 A に示す線 8 B に沿って切り取られた断面の第一の側面図である。

【0 0 5 9】

【図 8 C】図 8 C は、図 8 A において破線の円で示される、図 8 A に示される実施形態の拡大部分断面図である。

【0 0 6 0】

【図 8 D】図 8 D は、製品の一実施形態の背面図であり、T i B₂ 基材が誘導機構として複数の溝を有し、固体アルミニウム金属が T i B₂ 基材の前半分を覆っている。

【0 0 6 1】

【図 8 E】図 8 E は、図 8 D に示す線 8 E に沿って切り取られた断面の第一の側面図である。

【0 0 6 2】

【図 8 F】図 8 F は、図 8 F において破線の円で示される、図 8 D に示される実施形態の拡大部分断面図である。

【0 0 6 3】

【図 9】図 9 は、いくつかの実施形態による、細孔および固体アルミニウム金属を有する実施形態の一部の拡大図である。

【0 0 6 4】

【図 1 0】図 1 0 は、実験室規模の試験に使用した T i B₂ 発泡体焼結最終製品の正面図である。

【0 0 6 5】

【図 1 1】図 1 1 は、実験室規模の試験に使用した四つの T i B₂ 発泡体試料の正面図であり、試料は約 1 0、2 0、3 0、および 4 5 細孔／インチ（「P P I」）の空隙率を持つ。

【0 0 6 6】

【図 1 2】図 1 2 は、それぞれが溶融アルミニウムに（部分的または完全に）4 8 時間浸漬された四つの T i B₂ 発泡体試料を含む、実験室規模の試験で使用された三つのるつぼの概略切り取り側面図である。

【0 0 6 7】

【図 1 3 A】図 1 3 A は、溶融アルミニウム中に約 4 8 時間完全に浸漬された後の、実験室規模の試験で使用されたるつぼからの T i B₂ 発泡体試料の正面図である。

【0 0 6 8】

10

20

30

40

50

【図 1 3 B】図 1 3 B は、溶融アルミニウム中に約 4 8 時間部分的に浸漬された後の、実験室規模の試験で使用されたるつばからの TiB_2 発泡体試料の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0069】

本開示は、添付の図面を参照してさらに説明され、同様の構造は、いくつかの図全体を通して同様の参照符号で参照される。図面は、本明細書の一部を構成し、本開示の例示的な実施形態を含み、様々な目的およびその特徴を例示する。さらに、図は必ずしも縮尺どおりではなく、一部の特徵は、特定の構成要素の詳細を示すために誇張される場合がある。さらに、図に示される任意の寸法、仕様等は、例示であることを目的とするものであり、限定するものではない。したがって、本明細書に開示される特定の構造および機能の詳細は、限定として解釈されるべきではなく、本開示を様々な使用することを当業者に教示するための代表的な基礎としてのみ解釈されるべきである。

10

【0070】

開示されたこれらの利点および改良点のうち、本開示の他の目的および利点は、添付の図面と併せて以下の説明から明らかになるであろう。本開示の詳細な実施形態が本明細書に開示される。しかし、開示された実施形態は、様々な形態で具体化されることができる本開示を単に例示するものであることを理解されたい。さらに、本発明の様々な実施形態に関連して挙げた例のそれぞれは、例示を目的とするものであり、限定するものではない。

【0071】

20

本明細書および特許請求の範囲全体を通して、以下の用語は、文脈から判断して明らかに他の意味に解釈すべき場合を除いて、本明細書に明示的に関連付けられた意味を有する。本明細書で使用される語句「一実施形態では」および「いくつかの実施形態では」は、同じ実施形態を指す場合があるが、必ずしも同じ実施形態を指すわけではない。さらに、本明細書で使用される語句「別の実施形態では」および「いくつかの他の実施形態では」は、別の実施形態を指す場合があるが、必ずしも別の実施形態を指すわけではない。したがって、以下に説明するように、本発明の範囲または趣旨から逸脱することなく、本発明のさまざまな実施形態を容易に組み合わせることができる。

【0072】

30

さらに、本明細書で使用される用語「または」は、包括的な「または」作用素であり、文脈から判断して明らかに他の意味に解釈すべき場合を除いて、用語「および／または」と同等である。用語「に基づいて」は排他的なものではなく、文脈から判断して明らかに他の意味に解釈すべき場合を除いて、記載されていない別の要素に基づくことも認められる。さらに、本明細書全体を通して、「a」、「an」、および「the」の意味には複数の指示対象が含まれる。「in」には、「in」および「on」が含まれる。

【0073】

本明細書で使用する場合、「アルミニウム濡れ性」は、溶融アルミニウムとの接触角が 90 度以下であることを意味する。

【0074】

40

本明細書で使用する場合、「 TiB_2 濡れ性材料」は、 TiB_2 との接触角が 90 度以下であることを意味する。

【0075】

本明細書で使用する場合、「スロット」とは、 TiB_2 基材の厚さを貫通する幾何学的形体を意味する。

【0076】

本明細書で使用する場合、「溝」とは、 TiB_2 基材の厚さに部分的に延在するが、完全には貫通しない幾何学的形体を意味する。

【0077】

本明細書で使用する場合、「幾何学的形体」とは、 TiB_2 基材内に形成される所定の形状を意味する。例としては、任意の形状またはサイズのスロットおよび溝が挙げられる

50

。

【0078】

本明細書で使用する場合、「TiB₂基材」とは、少なくとも一つの誘導機構を備えることができるTiB₂で作製される基材を意味する。TiB₂基材の例としては、TiB₂で作製されるブロック、板、ロッド、ワイヤ、ウール等が挙げられる。一実施形態では、TiB₂基材は、TiB₂から本質的になる。

【0079】

本明細書で使用する場合、「アルミニウム被覆TiB₂基材」は、アルミニウム金属によって少なくとも部分的に被覆されたTiB₂基材を意味し、アルミニウム金属は金属アルミニウムおよび／またはアルミニウム合金である。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の少なくとも一つの誘導機構内に少なくとも部分的に含まれる。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の外表面を少なくとも部分的に覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも5%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも10%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも15%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも20%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも25%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも30%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも35%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも40%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも45%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも50%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも55%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも60%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも65%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも70%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも75%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも80%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも85%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも90%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも91%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも92%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも93%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも94%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも95%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも96%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも97%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも98%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも99%を覆う。一実施形態では、アルミニウム金属は、TiB₂基材の表面領域の少なくとも100%を覆う。

【0080】

本明細書で使用する場合、「メッキ材料」等は、基材の外表面の少なくとも一部と接触する、膜、コーティング、またはその他の薄い被膜を意味し、メッキ材料がどのように基材上に製造されたかには関係がなく、すなわち、メッキには、基材に膜、コーティング、または薄い被膜をつけるすべての方法が含まれる。

【0081】

図1Aは、誘導機構を使用してTiB₂濡れ性材料を所定の方向に誘導するための方法100の一実施形態を例示する。工程102は、図1Aに破線のボックスで示される任意

10

20

30

40

50

の工程である。工程 102 は、 TiB_2 基材を固体アルミニウム金属で覆うことを含む。様々な量の TiB_2 基材を、固体アルミニウム金属で覆うことができる。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材の全てを覆うことができる。 TiB_2 基材の一部は固体アルミニウム金属で覆われることができるが、 TiB_2 基材の他の部分には固体アルミニウムがない。固体アルミニウム金属の被覆率は、 TiB_2 基材の用途に応じて異なる。工程 104 は、 TiB_2 基材を TiB_2 濡れ性材料と接触させることを含む。工程 106 は、 TiB_2 濡れ性材料を所望の方向に誘導することを含む。

【0082】

図 1B は、 TiB_2 濡れ性材料を、誘導機構を使用して所定の方向に誘導するための方法 110 の別の実施形態を例示する。製造工程 112 は、少なくとも一つの誘導機構を有する TiB_2 製品を製造することを含む。製造工程 112 は、複数の細孔を有する TiB_2 製品構造を形成することを含むことができる。製造工程 112 は、幾何学的形体を形成することを含むことができる。製造工程 112 は、 TiB_2 製品または TiB_2 製品前駆体構造を機械加工して、少なくとも一つの誘導機構を形成することを含むことができる。製品または製品前駆体構造内またはその上にある誘導機構は、スロット、溝、細孔、およびそれらの組み合わせであることができる。誘導機構は、空隙容積を含むことができる。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも 1% は、固体アルミニウム金属を含む。誘導機構は、毛管作用によって TiB_2 濡れ性材料を誘導することができる。

【0083】

製造工程 112 は、 TiB_2 原料を TiB_2 製品前駆体に押出し成形することを含み、 TiB_2 製品前駆体は、少なくとも一つの誘導機構を備える。いくつかの実施形態では、 TiB_2 製品前駆体は未焼成 TiB_2 材料である。製造工程 112 は、未焼成 TiB_2 材料を高温に曝し、それにより TiB_2 製品を形成することを含むことができる。誘導工程 114 は、 TiB_2 濡れ性材料を少なくとも一つの誘導機構によって所定の方向に誘導することを含む。

【0084】

図 2A は、製品 200 の一実施形態の斜視図であり、 TiB_2 基材 202 が誘導機構として複数のスロット 206 を有する。スロット 206 は、突起 204 の間に画成されている。 TiB_2 基材 202 はまた、基部 208 および先端部 210 を備える。スロット 206 は、 TiB_2 濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される。 TiB_2 濡れ性材料は、アルミニウム、例えば、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせを含むことができる。

【0085】

図 2B は、図 2A に示される実施形態の第一の側面図である。図 2B は、突起 204 を示す製品 200 の側面図を示す。突起 204 は、基部 208 のトップ部から先端部 210 の端部に延在する長さ (L) を備える。先端部 210 は、尖った形状、丸みのある湾曲部、またはギザギザの縁部等を含む、様々な形状のいずれかを有することができる。

【0086】

図 2C は、図 2A において破線の円で示される、図 2A に示される実施形態の拡大断面図である。部分上面図は、突起 204 のうちの二つのみを示す。すなわち、図 2C は、第一のスロット 206A を画成する第一の突起 204A、および第二の突起 204B を示す。第一のスロット 206A は、第一の突起 204A の内面および第二の突起 204B の内面によって画成される。

【0087】

図 3A は、製品 300 の一実施形態の正面図であり、 TiB_2 基材 302 が誘導機構としてスロット 306 を有する。スロット 306 は、第一の突起 304A および第二の突起 304B (まとめて、突起 304) によって画成される。 TiB_2 基材 302 はまた、基部 308 および先端部 310 を備える。スロット 306 は、 TiB_2 濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される。突起のうちの一つの幅 (w) も示されている。

【0088】

図 3 B は、図 3 A に示す破線 3 B に沿って切り取られた断面の断面図である。図 3 B は、突起 3 0 4 の厚さ (t)、およびスロット 3 0 6 が第一の突起 3 0 4 A の内面と第二の突起 3 0 4 B の内面との間に延在する距離 (d) を示す。図 3 C は、図 3 A に示される実施形態 (例えば、製品 3 0 0) の第一の側面図である。図 3 C は、突起 3 0 4 の長さ (l) を示す。

【0089】

図 2 A ~ 2 C および図 3 A ~ 3 C は類似しているため、一緒に説明される。図 2 A ~ 2 C の実施形態は、図 3 A ~ 3 C の実施形態と、突起 2 0 4 / 3 0 4 の数、スロット 2 0 6 / 3 0 6 の数、および突起 2 0 4 / 3 0 4 の厚さ (t) が異なる。

【0090】

スロット 2 0 6 / 3 0 6 の寸法は予め決められている。いくつかの実施形態では、スロット 2 0 6 A / 3 0 6 は、第一の突起 2 0 6 A / 3 0 6 A の全長 (l) および第二の突起 2 0 6 B / 3 0 6 B の全長 (l) に延在する。第一の突起 2 0 6 A / 3 0 6 A の全長 (l) および第二の突起 2 0 4 B / 3 0 4 B の全長 (l) は、約 0.01 メートル ~ 約 1 メートルの範囲とすることができる。第一の突起 2 0 4 A / 3 0 4 A の厚さ (t) および第二の突起 2 0 4 B / 3 0 4 B の厚さ (t) は、約 1 mm ~ 約 20 mm の範囲とすることができる。スロット 2 0 6 A / 3 0 6 は、第一の突起 2 0 4 A / 3 0 4 A の内面と第二の突起 2 0 4 B / 3 0 4 B の内面との間の距離 (d) で延在する。いくつかの実施形態では、距離 (d) は、約 20 μ m ~ 約 20 mm の範囲である。突起 2 0 4 / 3 0 4 (例えば、第一の突起 2 0 4 A / 3 0 4 A および第二の突起 2 0 4 B / 3 0 4 B) の幅 (w) は、約 1 mm ~ 約 20 mm の範囲とすることができる。

【0091】

突起 2 0 4 / 3 0 4 は、互いに寸法が異なることができる。突起 2 0 4 / 3 0 4 は、互いに長さ (l)、厚さ (t)、および幅 (w) が異なることができる。同様に、スロット 2 0 6 / 3 0 6 の距離 (d) は、互いに異なることができる。いくつかの実施形態では、第二の突起 2 0 4 B / 3 0 4 B と比較して、第一の突起 2 0 4 A / 3 0 4 A は、より長い長さ (l) およびより広い幅 (w) およびより薄い厚さ (t) を有することができる。

【0092】

スロット 2 0 6 / 3 0 6 は、TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 の厚さを貫通して延在する。スロットの数は異なってもよい。いくつかの実施形態では、図 3 A、図 3 B、および図 3 C の例に示すように、スロットは一つであってもよい。また、スロットは二つ以上であってもよい。スロットの数は、TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 の意図する用途により異なる可能性がある。図 2 A、図 2 B、および図 2 C に示す例では、六つのスロットがある。

【0093】

TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、固体アルミニウム金属で少なくとも部分的に覆われてもよい。スロット 2 0 6 / 3 0 6 は、TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 の誘導機構である。他の誘導機構、例えば、溝、細孔、およびそれらの組み合わせを、TiB₂ 基材 2 0 2 に備えることができる。

【0094】

TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、用途に応じて任意の好適な構造、サイズ、または形状を有することができる。TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、立体的な幾何学的形状を有することができる。幾何学的形状表面は、長方形形状、正方形形状、三角形形状、楕円形形状、または長楕円形形状表面等のうちの少なくとも一つ含むことができる。TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 はまた、非対称形状であってもよい。TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 はまた、板状であってもよい。TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、誘導機構であるスロット 2 0 6 / 3 0 6 を使用して、毛管作用によって TiB₂ 濡れ性材料を誘導することができる。

【0095】

TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、様々な用途で使用されることができる。いくつかの実施形態では、TiB₂ 基材 2 0 2 / 3 0 2 は、アルミニウム精製セルで使用するよう、またはアルミニウム電解セルで使用するよう構成されることができる。アルミニウム精

10

20

30

40

50

製セルでは、カソードはセルのトップ部にあり、アノードはセルの底部にあり、精製されたアルミニウムはセルのトップ部に移動する。アルミニウム精製セルの一例は、「Systems and Methods for Purifying Aluminum」と題する、2016年2月11日出願された共同所有の米国特許第10,407,786号に記載されている。アルミニウム電解セルでは、カソードはセルの底部にあり、アノードはセルのトップ部にあり、生成されるアルミニウムはセルの底部に移動する。アルミニウム電解セルの一例は、「Apparatuses and Systems for Vertical Electrolysis Cells」と題する2017年3月30日出願された、共同所有の米国特許公開第2017/0283968号に記載されている。

10

【0096】

図4Aは、製品400の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材402が誘導機構として複数の溝406を有する。図4Bは、図4Aに示される実施形態の第一の側面図である。図4Cは、図4Aにおいて破線の円で示される、図4Aに示される実施形態の拡大部分断面図である。図4Dは、図4Cに示される実施形態の複数の溝の別の構成である。

【0097】

製品400は製品200/300と類似している。ここで、相違点について説明する。いくつかの実施形態では、製品200/300の誘導機構はスロット206/306であり、対照的に、製品400の誘導機構は少なくとも一つの溝406である。

【0098】

溝406は、TiB₂基材402内に部分的に延在する。溝406の寸法は予め決められている。いくつかの実施形態では、溝406のサイズおよび/または形状は予め決められている。溝406の幅(w)は、約10μm~約20mmの範囲である。溝406の溝の深さ(gd)は、約1mm~約10mmの範囲である。溝406の長さ(l)は、約1cm~約1mの範囲である。TiB₂基材402の厚さ(t)は、約5mm~約30mmの範囲である。溝406の間の縁部間距離(d)は、約1mm~約20mmの範囲である。

20

【0099】

図4Cに示すように、誘導機構はTiB₂基材402に少なくとも二つの溝406を備える。具体的には、誘導機構は、三つの溝406を備える。図4Cは、第一の溝406A、第二の溝406B、第三の溝406C（まとめて、溝406）を示す。

30

【0100】

溝406は、任意のパターンで配置されることができる。溝406はまた、互いに同じ寸法を有するか、または互いに異なる寸法を有することができる。溝406はまた、図4Cに示すように前面および背面にだけでなく、TiB₂基材402の側面にも配置されることができる。図4Dは、第一の溝406A'、第二の溝406B'、第三の溝406C'（まとめて、溝406'）を示す。図4Dは、図4Cの溝406と比較した、別の寸法および配置の溝406'を示す。図4Cは、互いに同じ寸法を有し、溝406がTiB₂基材402の前面と背面との間に交互のパターンで配置されるパターンで配置された溝を示す。図4Dは、溝406'が異なる寸法を有することができることを示す。いくつかの実施形態では、第二の溝406B'は、溝の深さがTiB₂基材402の半分を超えて延在する最大の溝である。第三の溝406C'は最小の溝であり、TiB₂基材402'の半分未満まで延在する。

40

【0101】

図5Aは、製品500の別の実施形態の側面図であり、TiB₂基材502が誘導機構として複数の細孔を有する。図5Bは、図5Aにおいて破線で示される、図5Aに示される実施形態の一部の拡大図である。図5Aに示すように、TiB₂基材は、TiB₂のウェブ、例えばスポンジ状構造である。細孔504は、TiB₂基材502、TiB₂のウェブによって画成される。製品500の誘導機構は、TiB₂基材502の空隙とすることができる。TiB₂基材502の空隙率は、約1細孔~約200細孔/平方インチ(P

50

P I) の範囲とすることができる。いくつかの実施形態では、空隙率は、少なくとも約 5 細孔／インチ (P P I)、または少なくとも約 10 細孔／インチ (P P I)、または少なくとも約 15 細孔／インチ (P P I)、または少なくとも約 20 細孔／インチ (P P I) である。いくつかの実施形態では、空隙率は、約 175 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 150 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 125 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 100 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 80 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 60 細孔／インチ (P P I) 以下、または約 50 細孔／インチ (P P I) 以下である。

【0102】

T i B₂ 基材 502 の空隙により、任意の好適な多孔質構造を得ることができる。T i B₂ 基材 502 の空隙は、相互連結された多孔質構造であってもよく、細孔の少なくとも一部は互いに流体連通し、第一の位置から第二の位置 (例えば、第一の所定の位置から第二の所定の位置) への濡れ性材料の移動を容易にする。したがって、相互連結された多孔質構造は、開放細孔構造とみなされることができる。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の空隙により、ランダムな多孔質構造が得られる。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の空隙により、配向した多孔質構造である場合がある。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の配向した多孔質構造の空隙により、空隙率勾配を有する場合がある。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、三次元勾配に沿って変化することができる (すなわち、空隙率勾配は、T i B₂ 基材 502 の X 軸、Y 軸、および Z 軸に沿って変化することができる)。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、T i B₂ 基材 502 の中心に向かって増加または減少する。いくつかの実施形態では、T i B₂ 基材 502 の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、T i B₂ 基材 502 全体にわたって増加および／または減少することができる。例えば、T i B₂ 基材 502 の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、T i B₂ 基材 502 の一方の端部から T i B₂ 基材 502 の他方の端部まで増加、減少し、その後増加することができる。

【0103】

図 6 A は、製品 600 の一実施形態の斜視図であり、T i B₂ 基材 602 が誘導機構として複数のスロット 606 を有し、固体アルミニウム金属 612 が T i B₂ 基材 602 を覆っている。図 6 A では、固体アルミニウム金属 612 の一部が、周囲にまたは透明に示され、基材 602 の表面構造を明らかにしている。製品 600 は、突起 604、基部 608、および先端部 610 を備える。図 6 B は、図 6 A に示す矢印 6 B に沿って切り取られた断面の第一の側面図である。図 6 C は、図 6 A において破線の円で示される、図 6 A に示される実施形態の拡大部分断面図である。図 2 A、2 B、および 2 C に示される実施形態は、本明細書で説明する相違点を除き、図 6 A、6 B、および 6 C の実施形態と同じかまたは類似している。いくつかの実施形態では、図 6 A、6 B、および 6 C に示す構造は、図 2 A、2 B、および 2 C に示す T i B₂ 基材構造 (例えば、T i B₂ 基材 202) を覆う固体アルミニウム金属 612 を備える。図 2 A、2 B、および 2 C と同様な特徴の図 6 A、6 B、および 6 C については、繰り返さない。図 6 A および図 6 B は、T i B₂ 基材 602 を完全に覆う固体アルミニウム金属 612 を示す。図 6 C は、第一の突起 604 A と第二の突起 604 B との間のスロット 606 A を完全に占める固体アルミニウム金属 612 を示す。

【0104】

いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 612 は、T i B₂ 基材 602 の表面を少なくとも部分的に覆い、および／または固体アルミニウム金属 612 は、スロット 606 内に少なくとも部分的に入っている。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 612 は、T i B₂ 基材 602 の表面の少なくとも 1 % を覆う。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 612 は、T i B₂ 基材 602 の表面の少なくとも 5 % を覆う。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 612 は、T i B₂ 基材 602 の表面の少なくとも 10 % を覆う。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 612 は、

20

30

40

ト容積の少なくとも100%を占める。

【0106】

図6A～6Nに示す実施形態において、様々な量の固体アルミニウム金属612が、スロット606およびTiB₂基材602を占めている。

【0107】

図6Dは、製品600の一実施形態の断面側面図であり、TiB₂基材602'が誘導機構として複数のスロット606A'を有し、固体アルミニウム金属612'がTiB₂基材602'の上部を覆っている。図6Eは、図6Dに示す破線6Eに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロット606A'のうちの一つのスロット606A'のみが示されている。断面は、固体アルミニウム金属612'が存在する、TiB₂基材602'の上部に沿ったものである。図6Fは、図6Dに示す破線6Fに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロット606A'のうちの一つのスロット606A'のみが示されている。断面は、固体アルミニウム金属612'が存在しない、TiB₂基材602'の下部に沿ったものである。

【0108】

図6Gは、誘導機構として複数のスロット606A'を有するTiB₂基材602'、と、TiB₂基材602'の半分、つまり前部を覆う固体アルミニウム金属612'、との実施形態の断面側面図である。固体アルミニウム金属612'は、基部608'および先端部610'の前半分を覆う。図6Hは、図6Gに示す破線6Hに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロット606A'のうちの一つのスロット606A'のみが示されている。固体アルミニウム金属612'は、スロット606A'の前半分を覆う。

【0109】

図6Iは、誘導機構として複数のスロット606A'を有する基部608'および先端部610'、と、複数のスロット606A'に固体アルミニウム金属612'、と、を備えるTiB₂基材602'の実施形態の側面図である。図6Jは、図6Iに示す破線6Jに沿って切り取られた部分断面図であり、複数のスロット606A'のうちの一つのスロット606A'のみが示されている。図6Iおよび6Jの実施形態では、TiB₂基材602'の外面上に固体アルミニウム金属612'はない。固体アルミニウム金属612'は、スロット606A'のスロット容積を完全に充填する。

【0110】

図6Kは、一実施形態の正面図であり、TiB₂基材602'が誘導機構として複数のスロット606A、606B、606B（まとめて、スロット606'）を有し、固体アルミニウム金属612'が、スロット606の一部を覆っているか、または全く覆わない。図6Lは、図6Kに示される実施形態の第一の側面図である。図6Kは、基部608'および先端部610'を有するTiB₂基材602'を示す。スロット606'は、様々な長さ、厚さ、および量の固体アルミニウム金属612'を有する。

【0111】

スロット606Aについては、スロット長さは、TiB₂基材602'の先端部610'まで延在しない。スロット606Aのトップ部は、固体アルミニウム金属612'を含まない。スロット606Aの底部は、固体アルミニウム金属612'を含む。スロット606Bについては、スロット長さは、基部608'のトップ部から先端部610'まで延在する。スロット606Bは、固体アルミニウム金属612'を含まない。スロット606Cは、スロット606Aおよび606Bと同じ場所から始まらない。スロット606Cの始まりは、TiB₂基材602'のさらに上で始まる。スロット606Cは、底部および上部に固体アルミニウム金属612'を有するが、スロット606Cの中央には存在しない。

【0112】

図6Mは、TiB₂基材602'の実施形態の正面図であり、表面領域620'、誘導機構として複数のスロット606'を有する表面領域620'の第一の部分22'、と、誘導機構が全くない表面領域620'の第二の部分624'、と

【 0 1 1 3 】

【 0 1 1 4 】

【 0 1 1 5 】

いくつかの実施形態では、表面領域 620' , ' , ' , ' の第二の部分 624' , ' , ' , ' , ' は、固体アルミニウム金属によって少なくとも部分的に覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域 620' , ' , ' , ' , ' の第二の部分 624' , ' , ' , ' , ' は、固体アルミニウム金属によって少なくとも 1 % 覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域 620' , ' , ' , ' , ' の第二の部分 624' , ' , ' , ' , ' は、固体アルミニウム金属によって少なくとも 5 % 覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域 620' , ' , ' , ' , ' の第二の部分 624' , ' , ' , ' , ' は、固体アルミニウム金属によって少なくとも 10 % 覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域 620' , ' , ' , ' , ' の第二の部分 624' , ' , ' , ' , ' は、固

アルミニウム金属によって少なくとも15%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも2%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は固体アルミニウム金属によって少なくとも25%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも30%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも35%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも40%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも45%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも50%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも55%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも60%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも65%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも70%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも75%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも80%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも85%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも90%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも95%覆われる。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第二の部分624' , , , , は、固体アルミニウム金属によって少なくとも100%覆われる。

【0116】

いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第一の部分622' , , , , および／または第二の部分624' , , , , を覆う固体アルミニウム金属は、膜の形態である。いくつかの実施形態では、膜は、1 μm ~ 500 μm の厚さを備える。いくつかの実施形態では、表面領域620' , , , , の第一の部分622' , , , , および／または第二の部分624' , , , , にはアルミニウム金属がない。

【0117】

図7Aは、製品700の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材702が誘導機構としてスロット706を有し、固体アルミニウム金属712がTiB₂基材702を覆っている。図7Aでは、固体アルミニウム金属712の一部が、周囲にまたは透明に示され、基材702の表面構造を明らかにしている。第一の突起704Aおよび第二の突起704Bは、基部708から上方向に延在するスロット706を画成する。図7Bは、図7Aに示す破線7Bに沿って切り取られた断面である。図7Cは、図7Aに示す7Cに沿って切り取られた断面の第一の側面図である。

40

【0118】

図7Dは、製品700'の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材702'が誘導機構としてスロット706'を有し、固体アルミニウム金属712'がスロット706'の一部を覆っている。第一の突起704A'および第二の突起704B'は、基部708'から上方向に延在し、それによりスロット706'を画成する。図7Eは、図7Dに示す破線7Eに沿って切り取られた断面である。図7Eに示すように、スロット706'の中間部714'には、固体アルミニウム金属712'がない。スロット706'の前部および背部は、固体アルミニウム金属712'を有するものとして示されている。図7Fは、図7Dに示される実施形態の第一の側面図である。

50

【0119】

図7D、7E、および7Fに示す実施形態と、図7A、7B、および7Cに示す実施形態は、本明細書で説明する相違点を除いて、同じかまたは類似している。例えば、TiB₂基材702／702'を覆う固体アルミニウム金属712／712'の量は、実施形態によって異なる。図7A、7B、および7Cの実施形態では、固体アルミニウム金属712は、TiB₂基材702のほぼ全体を覆う。基部708の一部のみが、固体アルミニウム金属712で覆われる。スロット706には、固体アルミニウム金属712が完全に入っている。これに対して、図7D、7E、および7Fは、TiB₂基材702'の外側に固体アルミニウム金属712'がない。スロット706'の一部のみが、固体アルミニウム金属712'で充填されている。

10

【0120】

図7A、7B、7C、7D、7E、および7Fは、図3A、3B、および3Cの実施形態と同じかまたは類似している。一つの相違点は、図3A、3B、および3Cには、TiB₂基材表面上の固体アルミニウム金属も、それらの少なくとも一部を覆う固体アルミニウム金属も示されていないことである。図6A～6Nの実施形態の固体アルミニウム金属の説明はまた、図7A～7Fの固体アルミニウム金属にあてはまる。

【0121】

図8Aは、製品800の一実施形態の正面図であり、TiB₂基材802が誘導機構として複数の溝806を有し、固体アルミニウム金属812がTiB₂基材802を覆っている。図8Aでは、固体アルミニウム金属812の一部が、周囲にまたは透明に示され、基材802の表面構造を明らかにしている。図8Bは、図8Aに示す線8Bに沿って切り取られた断面の第一の側面図である。図8Cは、図8Aにおいて破線によって示される、図8Aに示される実施形態の拡大部分断面図である。図8Cは、第一の溝806A、第二の溝806B、および第三の溝806Cの図を含む。

20

【0122】

図8Dは、製品800'の一実施形態の背面図であり、TiB₂基材802'が誘導機構として複数の溝806'を有し、固体アルミニウム金属812'がTiB₂基材802'の前半分を覆っている。図8Eは、図8Dに示す線8Eに沿って切り取られた断面の第一の側面図である。図8Fは、図8Dにおいて破線の円で示される、図8Dに示される実施形態の拡大部分断面図である。

30

【0123】

図8D、8E、および8Fに示す実施形態と、図8A、8B、および8Cに示す実施形態は、本明細書で説明する相違点を除いて、同じかまたは類似している。例えば、TiB₂基材802／802'を覆う固体アルミニウム金属812／812'の量は、実施形態によって異なる。図8A、8B、および8Cの実施形態では、固体アルミニウム金属812は、TiB₂基材802を完全に覆っている。これに対して、図8D、8E、および8Fの固体アルミニウム金属812'は、TiB₂基材802'の前半分のみを覆う。

【0124】

図8A、8B、8C、8D、8E、および8Fの実施形態は、図4A、4B、4C、および4Dの実施形態と同じかまたは類似している。一つの相違点は、図4A、4B、4C、および4Dには、TiB₂基材表面上の固体アルミニウム金属が示されていないことである。図8A、8B、8C、8D、8E、および8Fには、TiB₂基材上に固体アルミニウム金属812／812'が示されている。図6A～6Nおよび図7A～7Fの実施形態の固体アルミニウム金属612／712の説明はまた、図8A～8Fの固体アルミニウム金属812／812'にあてはまる。

40

【0125】

図8A～8Fでは、少なくとも一つの誘導機構は溝806／806'であり、固体アルミニウム金属812／812'は溝806／806'内に少なくとも部分的に入っている。少なくとも一つの溝806／806'は、溝容積を備える。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属812／812'は、溝容積の少なくとも1%を占める。いくつかの

50

実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 5 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 10 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 15 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 20 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 25 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 30 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 35 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 40 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 45 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 50 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 55 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 60 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 65 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 70 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 75 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 80 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 85 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 90 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 95 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 812 / 812' は、溝容積の少なくとも 100 % を占める。

10

20

30

40

50

【0126】

図 9 は、いくつかの実施形態による、細孔 904 および固体アルミニウム金属 906 を有する TiB_2 基材 902 の製品 900 の実施形態の一部の拡大図である。いくつかの実施形態では、 TiB_2 基材 902 は、 TiB_2 のウェブ、例えばスポンジ状構造である。

【0127】

いくつかの実施形態では、製品 900 は、 TiB_2 のウェブの TiB_2 基材 902 と、 TiB_2 基材 902 のウェブの表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属 906 と、を備える。 TiB_2 基材 902 のウェブは、 TiB_2 のウェブ内に細孔 904 を画成する。

【0128】

いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は空隙を有する。固体アルミニウム金属 906 は、固体アルミニウム金属 906 が細孔 904 に充填される場合、高温であってもよい。固体アルミニウム金属 906 が冷えると、固体アルミニウム金属 906 と TiB_2 基材 902 の細孔との間に空間（例えば、細孔または空隙）が存在する場合がある。細孔 904 は、 TiB_2 基材 902 の細孔容積を画成する、 TiB_2 基材 902 ウェブの空隙を有する。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 1 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 5 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 10 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 15 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 20 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 25 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 30 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少なくとも 35 % を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属 906 は、細孔容積の少

なくとも40%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも45%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも50%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも55%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも60%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも65%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも70%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも75%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも80%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも85%を占める。いくつかの実施形態では、固体アルミニウム金属906は、細孔容積の少なくとも90%を占める。

10

【0129】

TiB₂基材902の空隙により、任意の好適な多孔質構造を有することができる。TiB₂基材902の空隙は、相互連結された多孔質構造であってもよく、細孔の少なくとも一部は互いに流体連通し、第一の位置から第二の位置（例えば、第一の所定の位置から第二の所定の位置）への濡れ性材料の移動を容易にする。したがって、相互連結された多孔質構造は、開放細孔構造とみなされることができる。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の空隙により、ランダムな多孔質構造が得られる。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の空隙により、配向した多孔質構造である場合がある。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の配向した多孔質構造の空隙は、空隙率勾配である場合がある。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、三次元勾配に沿って変化することができる（すなわち、空隙率勾配は、TiB₂基材902のX軸、Y軸、およびZ軸に沿って変化する可能性がある）。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、TiB₂基材902の中心に向かって増加または減少する。いくつかの実施形態では、TiB₂基材902の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、TiB₂基材902全体にわたって増加および／または減少することができる。例えば、TiB₂基材902の配向した多孔質構造の空隙率勾配は、TiB₂基材902の一方の端部からTiB₂基材902の他方の端部まで増加、減少し、その後増加することができる。

20

30

【0130】

アルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セルは、本明細書に記載されるTiB₂基材のいずれかを備えることができる。いくつかの実施形態では、TiB₂基材のうちの少なくとも一つはアルミニウム精製セルまたはアルミニウム電解セルの電極である。いくつかの実施形態では、TiB₂基材のうちの少なくとも一つは、誘導装置であり、誘導装置は、電流が印加されていない場合、液体アルミニウム金属を所定の方向に誘導するように構成される。

【0131】

製品は、少なくとも一つの誘導機構およびTiB₂基材の表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属を有する、本明細書に記載のTiB₂基材を備えることができる。固体アルミニウム金属は、少なくとも一つの誘導機構内に少なくとも部分的に入ることができる。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの誘導機構は空隙容積を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも1%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも5%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも10%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも15%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも20%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも25%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも30%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも35%は、固体アルミニウム金属

40

50

を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも40%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも45%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも50%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも55%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも60%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも65%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも70%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも75%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも80%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも85%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも90%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも95%は、固体アルミニウム金属を含む。いくつかの実施形態では、空隙容積の少なくとも100%は、固体アルミニウム金属を含む。

10

【実施例】

【0132】

実施例1－実験室規模の試験

<多孔質TiB₂基材(TiB₂発泡体)の製造>

【0133】

それぞれ約3インチ(H)×2インチ(W)×0.5インチ(D)の寸法の、四つの様々なTiB₂発泡体試料を、それぞれ約10、20、30および45 PPIの空隙率を持つように製造した。TiB₂発泡体試料は、様々な細孔径のポリウレタン発泡体を、中にTiB₂粒子を有する水性スラリーに浸漬することによって製造された。その後、TiB₂被覆された発泡体を、画成されたギャップ厚さを有する一組の平行なローラーの間で圧延し、これにより浸透した発泡体は圧縮され、不要なスラリーは排出された。そして、圧延したTiB₂発泡体を乾燥オーブンに吊した。場合によっては、プロセスを繰り返し、被覆された発泡体を水性スラリー中に再浸漬し、その後、空気乾燥させた。そして、最終乾燥TiB₂発泡体を、約1850℃の温度で加熱することによって焼結した。図10は、焼結された最終製品の実施例を示す。焼結された最終製品は、それぞれのポリウレタン発泡体の細孔径に対応する約10、20、30、および45 PPIの細孔径を有する連続的に相互連結する細孔を有した。図10に示すように、細孔構造は、流体が一つの所定の位置から別の所定の位置に移動することを可能にする開放細孔構造である。

20

30

【0134】

<水の濡れ試験>

図11に示すように、(約10、20、30、および45 PPIの)四つのTiB₂発泡体試料のそれぞれを、二枚のティッシュペーパーで、一枚のティッシュペーパーで試料のトップ部に、一枚のティッシュペーパーで試料の中央に巻いた。そして、TiB₂試料の底部を、試料の中央部よりかなり下の0.25インチの水中に配置し、毛管作用によって水の物質移動を促進する試料の能力を試験した。約12時間後、試料を評価した。約10 PPI試料中のティッシュはいずれも湿っても濡れてもおらず、毛管作用が発生していなかったことを示していた。約20 PPI試料では、中央部のティッシュが湿って、トップ部のティッシュは乾燥していた。これは、何らかの毛管作用が発生したことを示していた。約30および45 PPIの試料の両方で、中央部およびトップ部のティッシュが濡れており、かなり大きな毛管作用が発生したことを示していた。

40

【0135】

<TiB₂発泡体へのアルミニウム金属の浸透>

焼結TiB₂発泡体を溶融アルミニウムに1分間浸漬し、その後、空冷した。完全に冷却した後、四つのTiB₂発泡体試料のそれぞれを、三つの別々の別のるつぼ(以下でさらに説明するるつぼ#1、るつぼ#2、るつぼ#3)のグラファイト台の深さ約0.5インチのスロット中に配置した。三つのるつぼのそれぞれを炉内に設置し、アルゴン中で9

50

00℃に加熱した。精製された溶融アルミニウム組成物（純アルミニウムペレット）および溶融浴組成物を、各るつぼに入れた。溶融浴の組成は氷晶石系であり、NaF、AlF₃、およびCaF₂成分を含んでいた。

【0136】

四つのTiB₂発泡体試料、溶融アルミニウム、および氷晶石を有するるつぼを、900℃で約48時間保持した。図12に示すように、るつぼ#1では、四つのTiB₂発泡体試料を溶融アルミニウムに48時間完全に浸漬した。るつぼ#2および#3では、四つのTiB₂発泡体試料を、それぞれ約1および2インチの溶融アルミニウムに部分的に浸漬し、残りの発泡体を溶融浴に48時間さらした。

【0137】

図13Aおよび図13Bに示すように、900℃で48時間の試験後、どのるつぼでも四つのTiB₂発泡体試料では腐食は観察されず、発泡体の細孔によって促進される毛管作用によって試料が溶融アルミニウムによって濡らされたことを示していた。溶融アルミニウムは、TiB₂を氷晶石による腐食から保護する。

【0138】

実施例2—より大きな実験室規模の試験

<TiB₂発泡体試料の製造>

【0139】

寸法のそれぞれが約16インチ(H)×2インチ(W)×0.5インチ(D)の二つの別々のTiB₂発泡体試料を、実施例1の発泡体試料のプロセスによって製造した。二つのTiB₂発泡体試料の焼結最終製品は、それぞれのポリウレタン発泡体の細孔径に対応する約20および30PPIの細孔径を有する連続的に相互連結する細孔を有していた。

【0140】

<TiB₂発泡体へのアルミニウム金属の浸透>

二つの未処理のTiB₂発泡体試料を、るつぼのグラファイト台の深さ約2インチのスロット中に配置した。グラファイト台に配置される前に、精製された溶融アルミニウム組成物（純アルミニウムペレット）および（氷晶石系であり、NaF、AlF₃、およびCaF₂成分を含む）溶融浴組成物を各るつぼに入れ、そして各るつぼを炉内に設置して、アルゴン中で900℃に加熱した。そして加熱後、二つのTiB₂発泡体試料のそれぞれをるつぼに入れた。その後、TiB₂発泡体試料、溶融アルミニウム、および氷晶石を有する各るつぼを900℃に保持した。そして、約10分間の試験後、二つのTiB₂発泡体試料を、るつぼから取り出し、溶融アルミニウムを試料のトップ部で検出した。実施例1と同様に、二つのTiB₂発泡体試料のいずれにも腐食は観察されず、発泡体の細孔によって促進される毛管作用によって試料が溶融アルミニウムで約1.4インチ濡れていたことを示していた。溶融アルミニウムは、TiB₂を氷晶石による腐食から保護する。

【0141】

本開示の多くの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例示にすぎず、限定するものではなく、多くの変更が当業者に明らかになることが理解される。様々な工程は、任意の所望の順序で実施されてもよい（また、任意の所望の工程を追加してもよく、および／または任意の所望の工程を除去してもよい）。例えば、誘導機構（例えば、スロット、細孔、または溝）の形体および特性は、製品および／またはTiB₂基材のいずれかと一緒に、または単独で使用されることができる。実施形態のいずれかで説明した固体アルミニウム金属の形体および特性は、本明細書で説明する任意の他の実施形態で使用されることができる。誘導機構および固体アルミニウム金属被覆の例示的な実施形態は、網羅的であることを意図するものではない。本開示の形体および特性は、任意の方法で組み合わせることができる。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1 A】

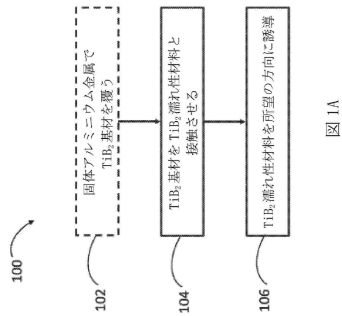


図 1A

【図 1 B】

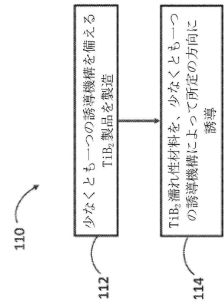


図 1B

【図 2 A】

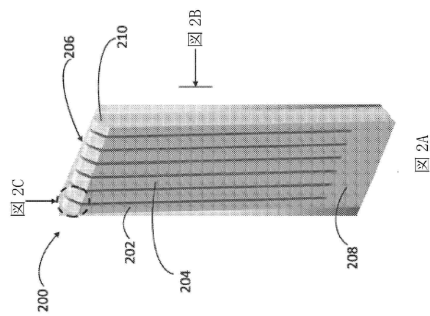


図 2A

【図 2 B】

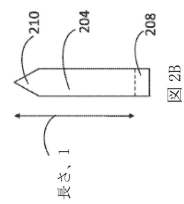


図 2B

10

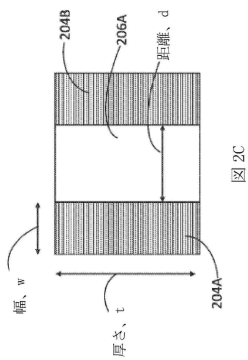
20

30

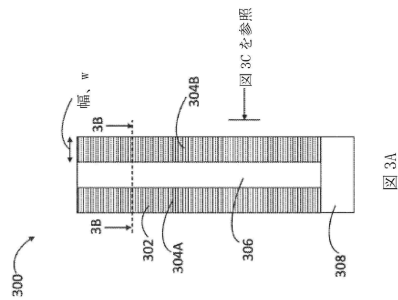
40

50

【図 2 C】

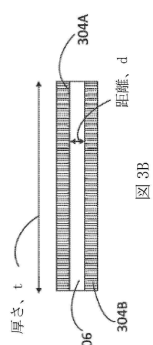


【図 3 A】

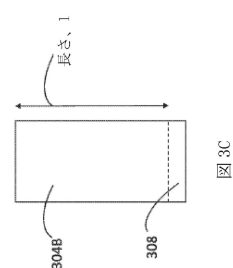


10

【図 3 B】

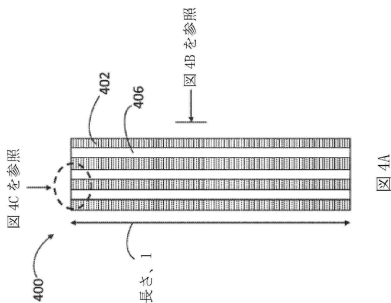


【図 3 C】

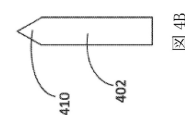


20

【図 4 A】



【図 4 B】

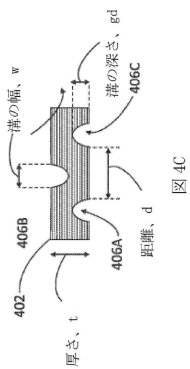


30

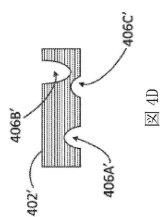
40

50

【図 4 C】

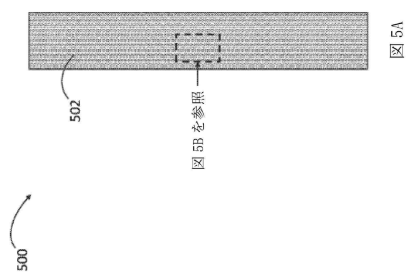


【図 4 D】

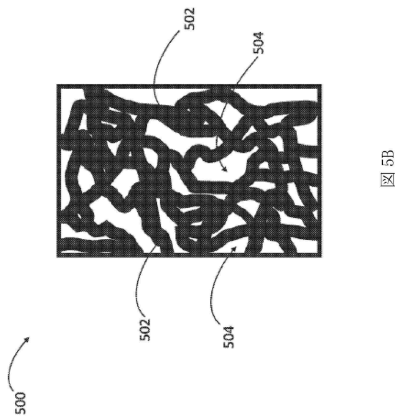


10

【図 5 A】



【図 5 B】



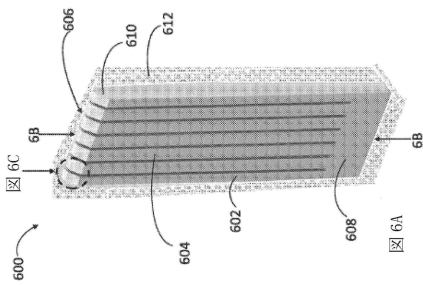
20

30

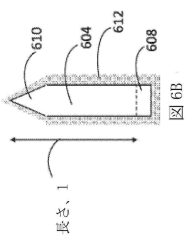
40

50

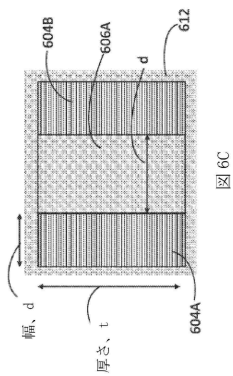
【図 6 A】



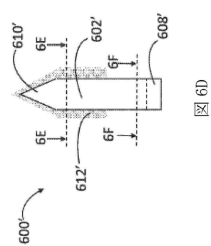
【図 6 B】



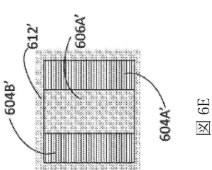
【図 6 C】



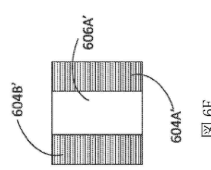
【図 6 D】



【図 6 E】



【図 6 F】



10

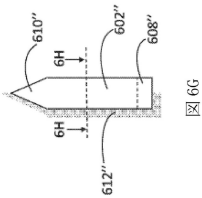
20

30

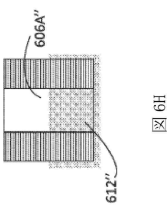
40

50

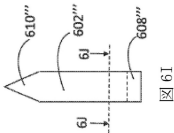
【図 6 G】



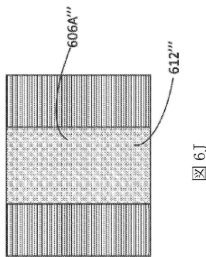
【図 6 H】



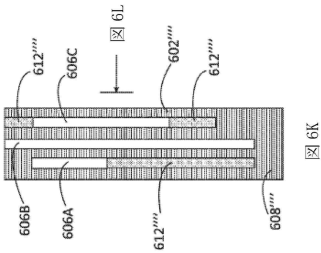
【図 6 I】



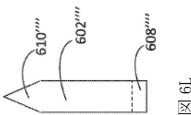
【図 6 J】



【図 6 K】



【図 6 L】



10

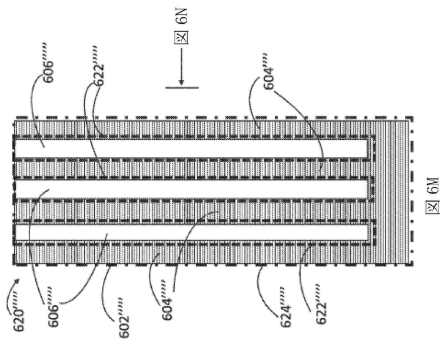
20

30

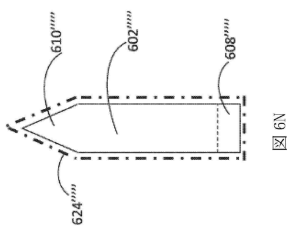
40

50

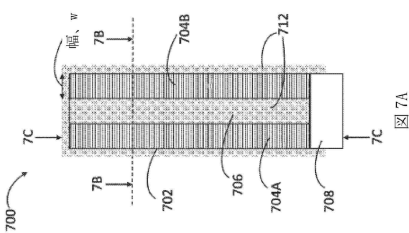
【図 6 M】



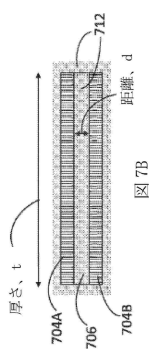
【図 6 N】



【図 7 A】



【図 7 B】



10

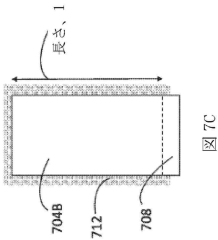
20

30

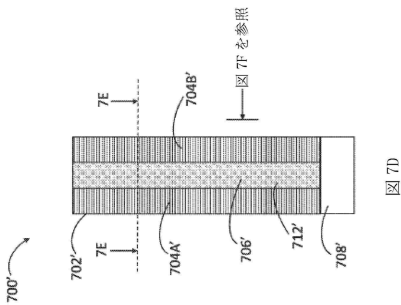
40

50

【図 7 C】

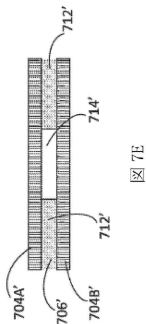


【図 7 D】

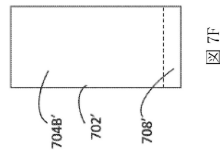


10

【図 7 E】

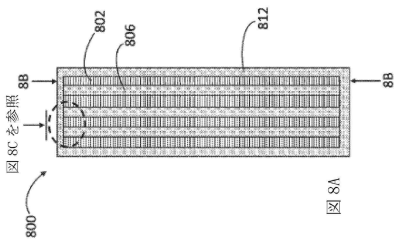


【図 7 F】

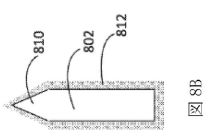


20

【図 8 A】



【図 8 B】

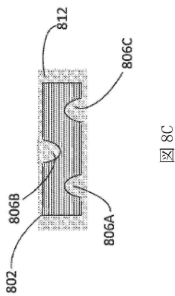


30

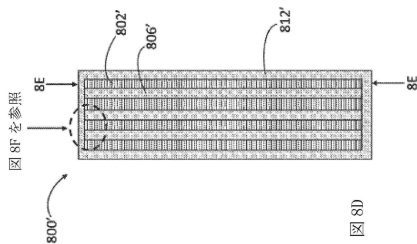
40

50

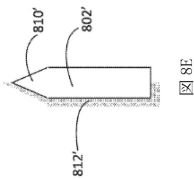
【図 8 C】



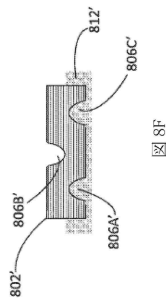
【図 8 D】



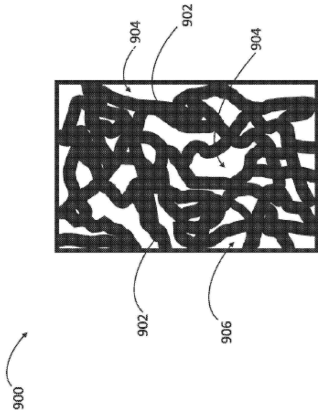
【図 8 E】



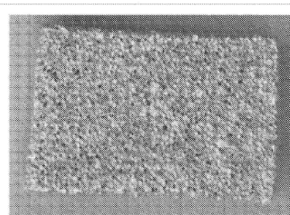
【図 8 F】



【図 9】



【図 1 0】



10

20

30

40

50

【図 1 1】

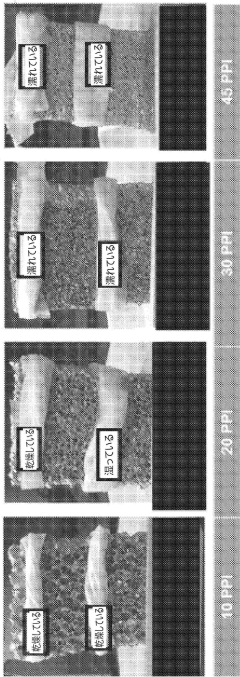


図 11

【図 1 2】

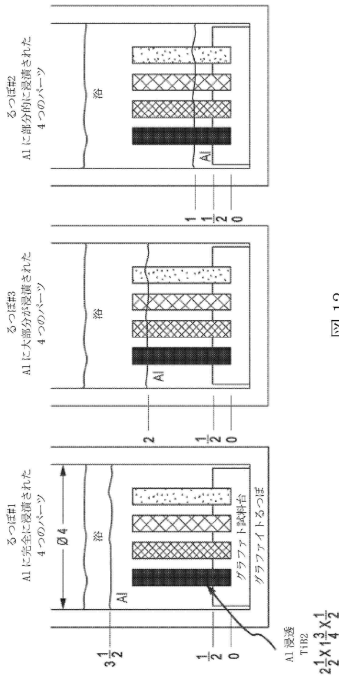
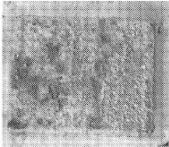


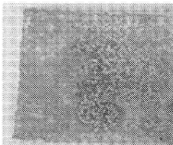
図 12

【図 1 3 A】



Al に完全に浸漬
-腐食なし
図 13A

【図 1 3 B】



Al に部分的に浸漬
-腐食なし
図 13B

【手続補正書】

【提出日】令和6年7月11日(2024.7.11)

【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】

製品であって、
誘導機構を備えるセラミック基材を備え、
前記誘導機構が、セラミックの濡れ性材料を所定の方向に誘導するように構成される、
製品。

10

【請求項2】

前記セラミックの濡れ性材料がアルミニウムを含む、請求項1に記載の製品。

【請求項3】

前記アルミニウムが、アルミニウム合金、金属アルミニウム、およびそれらの組み合わせからなる群から選択される、請求項2に記載の製品。

【請求項4】

前記誘導機構が、スロット、溝、細孔、チャネルおよびそれらの組み合わせからなる群から選択される、請求項1に記載の製品。

20

【請求項5】

前記誘導機構が細孔を備える、請求項4に記載の製品。

【請求項6】

前記細孔が、前記セラミック基材の空隙率を有する、請求項5に記載の製品。

【請求項7】

前記空隙率が約1～約200細孔／インチ（PPI）の範囲である、請求項6に記載の製品。

【請求項8】

前記誘導機構が、少なくとも一つのスロットを備え、前記少なくとも一つのスロットが前記セラミック基材の厚さを貫通して延在する、請求項4に記載の製品。

30

【請求項9】

前記セラミック基材が、第一の突起および第二の突起を備え、前記誘導機構が、前記第一の突起の内面および前記第二の突起の内面によって画成されるスロットを備える、請求項4に記載の製品。

【請求項10】

前記誘導機構が少なくとも一つの溝を備え、前記少なくとも一つの溝が、前記セラミック基材内に部分的に延在する、請求項4に記載の製品。

【請求項11】

前記セラミック基材が立体的な幾何学的形状であって、前記立体的な幾何学的形状が長方形形状、正方形形状、三角形形状、楕円形形状、または長楕円形形状の少なくとも一つである、請求項1に記載の製品。

40

【請求項12】

前記誘導機構が、毛管作用によって前記セラミックの濡れ性材料を誘導するように構成される、請求項1～11のいずれか一項に記載の製品。

【請求項13】

製品であって、
(a) 少なくとも一つの誘導機構を備えるセラミック基材と、
(b) 前記セラミック基材の表面を少なくとも部分的に覆う固体アルミニウム金属と、
を備える、製品。

50

【請求項 14】

前記固体アルミニウム金属が、前記少なくとも一つの誘導機構内に少なくとも部分的に入っている、請求項 13 に記載の製品。

【請求項 15】

方法であって、

セラミック前駆体製品を調整することであって、前記セラミック前駆体製品が誘導機構を備えることと、

前記セラミック前駆体製品を高温に曝し、それにより前記誘導機構を有する最終的なセラミック製品を製造し、前記誘導機構が所定の方法にセラミックの濡れ材料を誘導するように構成される、方法。

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2022/049159
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C25C 3/08(2006.01)i; C25C 3/24(2006.01)i 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) C25C 3/08(2006.01); C25B 11/03(2006.01); C25B 11/12(2006.01); C25C 3/06(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: wettable material, cathode, anode, substrate, TIB2, feature, slot, groove		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002-0125125 A1 (RAPP, ROBERT A.) 12 September 2002 (2002-09-12) paragraphs [0017]-[0018], [0026] and claim 8	1-3,5-14,56-63,67-72,91-96
Y		4,15-36,73-90
Y	US 2009-0166215 A1 (BECK, THEODORE R.) 02 July 2009 (2009-07-02) paragraph [0058] and claim 7	4,15-17
Y	US 4595475 A (PAWLEK et al.) 17 June 1986 (1986-06-17) column 4, lines 44-63 and claims 3-5, 7, and figure 2	18-36,73-90
A	US 7462271 B2 (DIONNE et al.) 09 December 2008 (2008-12-09) column 1, lines 25-31, column 2, lines 20-27, column 4, lines 22-32	1-36,56-63,67-96
A	US 6645568 B1 (SEITZ et al.) 11 November 2003 (2003-11-11) column 5, lines 3-51	1-36,56-63,67-96
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 May 2023		Date of mailing of the international search report 02 May 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer PARK, Tae Wook Telephone No. +82-42-481-3405

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2022/049159

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Group I, claim 1-36, 56-63, 67-96 drawn to a product comprising a TiB₂ substrate comprising a directing feature and a method for producing the product.

10

Group II, claims 37-55, drawn to a product comprising a TiB₂ substrate comprising a directing feature, and a solid aluminum metal at least partially covering surfaces of the TiB₂ substrate.

Group III, claims 64-66, drawn to an aluminum purification cell or an aluminum electrolysis cell comprising a TiB₂ substrate comprising a directing feature.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-36, 56-63, 67-96**

20

- Remark on Protest**
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
 - ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
 - ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

30

40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2022/049159

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2002-0125125	A1	12 September 2002	None			
US	2009-0166215	A1	02 July 2009	US	8480876	B2	09 July 2013
				WO	2009-082642	A1	02 July 2009
US	4595475	A	17 June 1986	None			
US	7462271	B2	09 December 2008	AU	2004-293503	A1	09 June 2005
				AU	2004-293503	B2	11 March 2010
				CA	2546635	A1	09 June 2005
				CA	2546635	C	21 July 2009
				CN	1906331	A	31 January 2007
				EP	1694884	A1	30 August 2006
				IS	8512	A	16 June 2006
				NO	20062951	A	23 June 2006
				NZ	547441	A	31 January 2009
				RU	2006120459	A	10 January 2008
				RU	2360042	C2	27 June 2009
				US	2005-0109615	A1	26 May 2005
				WO	2005-052218	A1	09 June 2005
US	6645568	B1	11 November 2003	AU	1998-72097	B2	15 February 2001
				AU	7209798	A	30 October 1998
				AU	729953	B2	15 February 2001
				CA	2285982	A1	15 October 1998
				CA	2285982	C	05 December 2006
				DE	19714433	A1	15 October 1998
				DE	19714433	C2	01 August 2002
				EP	0973955	A1	26 January 2000
				EP	0973955	B1	12 February 2003
				ES	2184662	T1	16 April 2003
				ES	2184662	T3	01 November 2003
				JP	2001-518977	A	16 October 2001
				NO	317964	B1	17 January 2005
				NO	994881	A	15 November 1999
				PL	185784	B1	31 July 2003
				PL	336074	A1	05 June 2000
				WO	98-45497	A1	15 October 1998

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CV,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,I
T,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,
MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,
SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

Fターム (参考) 4G019 FA11
4K020 AC01 BB22