

(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2008-507410

(P2008-507410A)

(43) 公表日 平成20年3月13日(2008.3.13)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B22D 19/00 (2006.01)	B22D 19/00	X
B22D 19/16 (2006.01)	B22D 19/00	V
B22D 18/04 (2006.01)	B22D 19/16	C
B22D 18/06 (2006.01)	B22D 18/04	E
B22D 27/13 (2006.01)	B22D 18/06	509F

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く

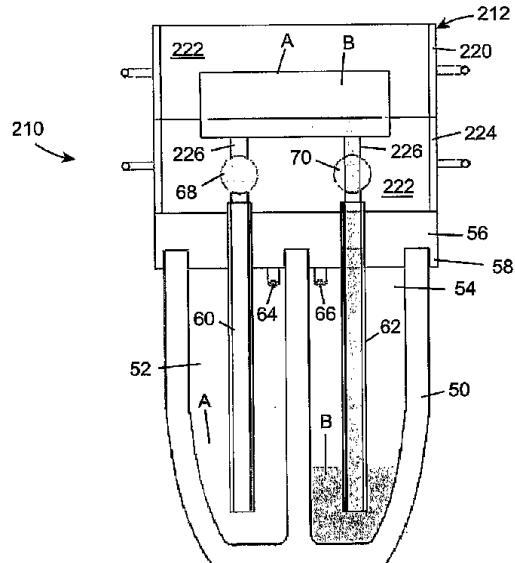
(21) 出願番号	特願2007-523009 (P2007-523009)	(71) 出願人	501339171 ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン、ナ ショナル・ユニバーシティ・オブ・アイル ランド、ダブリン アイルランド国ダブリン 4, ベルフィー ルド
(86) (22) 出願日	平成17年7月25日 (2005. 7. 25)	(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 瞳
(85) 翻訳文提出日	平成19年3月23日 (2007. 3. 23)	(74) 代理人	100068526 弁理士 田村 恒生
(86) 國際出願番号	PCT/EP2005/008137	(72) 発明者	デイビッド・ブラウン アイルランド、ダブリン4、ベルフィール ド、ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン 、デパートメント・オブ・メカニカル・エ ンジニアリング
(87) 國際公開番号	W02006/010601		
(87) 國際公開日	平成18年2月2日 (2006. 2. 2)		
(31) 優先権主張番号	S2004/0502		
(32) 優先日	平成16年7月26日 (2004. 7. 26)		
(33) 優先権主張國	アイルランド (IE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜機能部材の製造方法

(57) 【要約】

本発明は傾斜機能部材の製造方法を提供し、このような部材は、第1材料の外層と、第2材料の内側コアを有し、2つの材料間の界面を横断する微細構造の漸次的な変化があり、本方法は、アルミニウム-シリコン (Al-Si) 系をベースとする2以上のアルミニウム合金より形成される部材の製造にとりわけ適用され、本方法は、溶融した第1金属をモールドに導入する工程と、第1金属の層をモールドの壁面に接触して部分的に凝固させる工程と、第1金属の残存する溶融部分を除去する工程と、溶融した第2金属をモールドに導入する工程と、同じように凝固可能となる工程とを含んでいる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

傾斜機能部材の製造方法であって、
 モールド内に溶融状態の第1材料を導入する工程と、
 第1材料の層をモールド壁面に接触して少なくとも部分的に凝固させる工程と、
 第1材料の残存する溶融部分を除去する工程と、
 モールド内に溶融状態の第2材料を導入する工程と、
 を含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 2】

少なくとも除去する工程を、還元ガス雰囲気中で行うことを特徴とする請求項1に記載の製造方法。 10

【請求項 3】

第1材料の層が酸化されるのを実質的に防止するように、第2材料を導入する工程において、第1材料の除去後、十分に短い間隔で第2材料をモールドに導入することを含む請求1または2に記載の製造方法。

【請求項 4】

モールド壁面の1以上の箇所において第1材料の層が所望の厚さとなるように、第1材料を導入する前に該1以上の箇所の温度を異ならせる付加的な工程を含むことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 5】

第1材料を導入する工程において、第1材料を加圧下でモールドに導入することを含む請求項1～4のいずれかに記載の製造方法。 20

【請求項 6】

第2材料を導入する工程において、第2材料を加圧下でモールドに導入することを含む請求項1～5のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 7】

第1材料を導入する前に、モールドの少なくとも一部分を余熱する付加的な工程を含むことを特徴とする請求1～6のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 8】

第2材料が実質的に凝固するまで、第2材料をモールド内にて加圧下で保持する付加的な工程を含むことを特徴とする請求6または7に記載の製造方法。 30

【請求項 9】

第2材料の層を第1材料の上で少なくとも部分的に凝固させる付加的な工程と、
 第2材料の残存する溶融部分を除去する付加的な工程と、
 モールド内に溶融状態の第3材料を導入する付加的な工程と、
 を含むことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 10】

請求項1～9のいずれかに記載の製造方法により製造された傾斜機能部材。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、傾斜機能部材、とりわけ金属のような2以上の材料により形成された部材、さらにとりわけアルミニウム-シリコン(A1-Si)系をベースとする2以上のアルミニウム合金、またはCu-SnまたはFe-Cのような他の2元系もしくは多成分合金により形成された傾斜機能部材の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

エンジニアリングにおいて、軽量でさらに耐摩耗性を有し、安価な方法で製造できる部品への明らかな需要がある。概して、耐摩耗性材料は、しばしば本質的に脆く、従って、動的に負荷のかかる(例えばエンジン内)可動部品に用いられると破壊するリスクがある

10

20

30

40

50

。この問題を克服する1つの方法は、耐摩耗性の外側コーティングを高靱性および高延性的コアに塗布することであり、例えば金属のコアにセラミックコーティングを行うことである。従来のこのような耐摩耗性の表面コーティングを提供する方法は、例えば物理蒸着(PVD)、化学蒸着(CVD)等のような、プラズマをベースにしており、従って高価な装置が必要であるが、通常マイクロメータオーダーの非常に薄い層を蒸着するのみで、使用中にすぐに摩耗する。さらに、コートされた基材では、部材が加熱または冷却されると、コーティングと基材との熱膨張係数の不一致に起因し、大きな応力が生じ得る。これは、コーティングの剥離および基材・コーティング界面の層間剥離(delamination)を生じるかもしれない。

【0003】

他の軽量耐摩耗性材料は金属マトリクス複合材料(MMC)である。これは、金属マトリクスが、例えば炭化ケイ素(SiC)のような補強用のセラミック粒子を含む材料である。しかしながら、このようなセラミック粒子と、通常はアルミニウムの金属マトリクスとの間の密着性(濡れ)を確保することに問題がある。さらに、これらの材料が鋳造のために溶融される際に、セラミックの粒子は部材の底部に凝集または堆積する傾向がある。従って多孔性がこの方法による材料の要点であり、避けることは極めて困難である。原材料もまた比較的高価である。

【0004】

スプレーキャスティングは、更なる方法であり、これにより過共晶Al-Si合金に細かい微細構造を形成し得る。この方法は、不活性ガスを伴う溶融金属の流体のアトマイズおよび、この方法を相対的に高価にする動く基材への堆積を含み、部材をニアネットシェイプに形成することができない。つまり有用な部材を形成するために更なる加工が必要な予備的な形状しか形成できない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、本発明の目的は、所定の物理特性を有する第1材料の少なくとも1つの外層と、異なる物理特性を有する第2材料の内部コアとを含み、第1材料と第2材料との間で微細組織が漸次的に変化する傾斜機能部材の新しい製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、従って、傾斜機能部材の製造方法を提供し、該方法はモールド内に溶融状態の第1材料を導入する工程と、第1材料の層をモールド壁面に接触して少なくとも部分的に凝固させる工程と、第1材料の残存する溶融部分を除去する(またはデカントする、decanting)工程と、モールド内に溶融状態の第2材料を導入する工程とを含む。

【0007】

好ましくは、本方法は少なくとも除去する(decanting)工程が還元ガス雰囲気中で行われることを含む。

【0008】

好ましくは、本方法は、第1材料の層が酸化されるのを実質的に防止するように、第1材料の除去後、充分に短い間隔で第2材料をモールドに導入する工程を含む。

【0009】

好ましくは、本方法は、モールド壁面の1以上の箇所において第1材料の層が所望の厚さとなるように、第1材料を導入する前に該1以上の箇所の温度を異ならせる(または変える)工程を含む。

【0010】

好ましくは、本方法は、第1材料を加圧下でモールドに導入する工程を含む。

【0011】

好ましくは、本方法は、第2材料を加圧下でモールドに導入する工程を含む。

【0012】

10

20

30

40

50

好ましくは、本方法は、第1材料を導入する前に、モールドを予熱する工程を含む。

【0013】

好ましくは、本発明は、第2材料が実質的に凝固するまで、第2材料をモールド内にて加圧下で保持する工程を含む。

【0014】

好ましくは、本発明は、第2材料を、第1材料の層の上で少なくとも部分的に凝固させる工程と、第2材料の残存する溶融部分を除去する工程と、モールド内に溶融状態の第3材料を導入する工程とを含む。

【0015】

本明細書において、用語「傾斜機能部材」は、第1材料の外層と、第2材料のコアとを有し、2つの材料の間の界面を横切って微細構造が徐々に変化する部材を意味する。 10

【0016】

本明細書において、用語「溶融状態」は、通常、材料を所定の温度または所定の温度範囲まで加熱することにより、材料が、重力の影響または付加的な助力により、例えばモールド等に流入またはモールド等から流出可能となり、モールドの形状に対応するようになる、例えば金属のような材料の状態を意味する。

【0017】

本明細書において、用語「部材」は、最終製品または特定の用途で使用できると考えられるまでに1以上の更なる処理（または加工）が必要となる場合がある製品に加え、最終製品または所望の用途で使用できる状態の実質的な最終製品を意味する。 20

【発明を実施するための形態】

【0018】

図面を参照して本発明を説明する。

【0019】

図1を参照し、本発明にかかる傾斜機能部材の製造方法を実施するための、全体が10で表される、本発明にかかる装置の第1の実施形態を示す。以下の説明全体に亘り、本発明の方法は、主として、アルミニウム-シリコン(Al-Si)系をベースとする合金、とりわけ過共晶および亜共晶Al-Si合金の使用を基本として説明する。しかしながら、本発明の方法は、これらの合金および他の金属合金に限定される理由はなく、例えば熱可塑性樹脂のような鋳造のために溶融状態に変化することができるほとんどの材料に使用してもよい。過共晶Al-Si合金および亜共晶Al-Si合金の選択は、自動車、航空およびロボット産業のような多くの産業界において、軽量および耐摩耗性部材の生産で過共晶Al-Si合金および亜共晶Al-Si合金の使用が支配的である状況を単に反映している。 30

【0020】

共晶合金は、共晶マトリクス中に針状シリコンの微細組織を有し、硬いが、单一(monolithic)であれば脆い。亜共晶合金は共晶マトリクスの2つの相に取り囲まれた純アルミニウム相の微細組織を有する。このような合金は、概して高靱性および高延性であり、構造材料として有用である。本発明の方法は、以下に詳細を示すように、共晶組成と共晶微細組織とを有する表面を有するが、中心コアに亜共晶組成の中心コアを有し、この2つの間で微細組織の漸次的な変化を伴う。これにより表面が耐摩耗性であるが、コアが高靱性となり、これは機械工学に用いられる多くの部材の理想的な特性である。 40

【0021】

従って、図1に示される第1の実施形態にかかる装置10は、モールド12が図示するように直立して(upright)保持されるように、またはモールド12から材料を除去するように反転できるように、回転可能なフレームFに固定された実質的に既知のモールド12を含む。従って、当然のことながら、フレームFは、モールド12が反転するよう操作不可能ないかなる適切な形状および/または構成（または配置）であってもよい。

【0022】

モールド12は、製造される部材の形状と反対の凹凸形状(negative)のキャビティ14

を規定する。キャビティ 14 は説明のため単に直方体ブロックとなっている。過共晶組成の Al - Si 合金（以下、「材料 A」という。）を溶融し、キャビティ 14 に注ぐ。材料 A からの熱は、モールド 12 を介し、抜け出し、従ってモールド 12 に隣接する材料は冷却され最初に凝固する。凝固層の厚さは、適正厚さと見なされるまで時間とともに厚くなり、そしてモールド 12 はフレーム F を用いて反転され、従って残存する液体状の材料 A は除去される。これによりモールド 12 の壁面に沿って凝固した材料 A の層をもたらす。材料 A の層の厚さは、製造される傾斜機能部材（図示せず）の用途および上記部材が用いられる条件に応じて変わる。部材を製造するコストのような他の因子も、当然に材料 A の層の厚さに影響を与える。モールド 12 から除去された材料 A は、好ましくは、後の部材をモールド内で製造する際に使用されるように、適切な貯蔵部（図示せず）の中で溶融した状態で保持される。

10

【0023】

モールド 12 を、そして直立位置に戻し、亜共晶 Al - Si 合金（以下、「材料 B」という）をキャビティ 14 の残りのスペースを埋めるように注ぐ。材料 A を除去した後、充分に短い間隔で材料 B をキャビティ 14 に注いだ場合、材料 A の層は酸化される時間がなく、この結果、材料 A の外層と材料 B のコアとの間に、最終的に視認可能な界面が存在しない。本方法が還元ガス雰囲気中で実施された場合、長時間露出しても、このよう酸化は起こらない。

20

【0024】

材料 A と材料 B との間の明確な界面の欠如は、また、溶融した材料 B の付加により材料 A の露出した表面が再溶融することにも起因する。液体領域での対流および混合は、材料 A と材料 B との間の急な組成勾配を取り除く。このようにして、例えば外側の過共晶の層から内側の亜共晶のコアのように、材料 A から材料 B に向かって、組成および微細組織の漸次的な変化がある。この結果、傾斜機能材料（FGM、functionally gradient material）または傾斜機能部材が得られ、外層は、硬いおよび耐摩耗性のような所定の機械的特性を有し、コアは、例えば、より柔らかいが、より高韌性およびより高延性のような異なる機械的特性を有する。このような傾斜機能部材は、また、部材が加熱または冷却される際に生じ得る応力に対する感受性が低い。傾斜機能部材を形成する 2 つの材料の熱膨張係数の違いがあり得るにもかかわらず、詳細を以下に示すように、一方から他方への漸次的な微細組織の変化が上述の応力の影響を最小限に抑えるからである。

30

【0025】

特に過共晶 Al - Si 合金および亜共晶 Al - Si 合金について言及すると、過共晶の外層は、相対的に速い凝固を可能にし、細かい耐摩耗性の表面微細組織をもたらす。内部の液状の共晶合金は除去されることから、形成される部材の中央部に深刻な応力は発生せず、また大きくそして問題となる針状シリコンの形成は避けられ、さらに中央またはコアの合金は亜共晶となることから、最終の部材には大きくそして問題となる針状シリコンは存在しない。もし部材全体が過共晶合金より鋳造されると、硬く耐摩耗性の表面を得るために、部材の表面が最初にかつ相対的に速く凝固するが、内部はより遅く凝固し、これにより本質的に脆い大きな針状シリコンを形成する。凝固および収縮により生じる応力に起因し、鋳造物は完全に凝固する前に部分的に破損し得る。鋳造物は、例え破損しなくとも内部の大きな針状シリコンの結晶は、材料を脆くするクラック伝播の進路を与える。本発明の方法により回避されるいくつかの問題がある。

40

【0026】

さらに、本発明の方法により製造された部材は、高いシリコン濃度を有する過共晶の表面に起因し、優れた表面熱特性、すなわち高温での高い強度と、より高い断熱特性を有する。摩耗状況において、摩擦は熱を生じることから、これらは有益な特性であり、高温で材料 A が軟化しないという結果は重要である。さらに、材料 A から材料 B への組成の傾斜は、温度の変化により応力が上下または変化する状態である熱疲労に対し、材料により優れた耐久性を与える。

【0027】

50

図2を参照し、本発明にかかる傾斜機能部材の製造方法を実施するための例示的手段である、全体が110で表される、本発明にかかる装置の第2の実施形態を示す。装置110は、また、内部に傾斜機能部材(図示せず)を鋳造するためのキャビティ114を規定するモールド112を含む。モールド112は、既知の形態の第1砂箱(sand box)20より形成され、砂箱20内部は、キャビティ114を規定するように、従来の鋳造の慣例に従い緻密にした砂22により満たされている。当然のことながら、第1砂箱20と、関連する砂22とは、キャビティ114内部で鋳造される材料より高い融点を有する金属またはセラミック材料のような、他の適正な材料により形成されたモールド(図示せず)に置き換えることができる。

【0028】

第1砂箱20は、またキャビティ114の底から下方に延在する1組のチャンネル26を規定するように、緻密にされた砂22により満たされた、同様な第2砂箱24の上に設置されている。1組のチャンネル26は、貯蔵部28内に延在しており、貯蔵部28は、貯蔵部28を規定するように、緻密にされた砂22により満たされた第3砂箱30内部に規定される。

【0029】

砂箱20、24、30それぞれは、持ち上げおよび位置合わせを容易にするように、対向して配置された1組のハンドル32を備えている。さらに砂箱20、24、30それぞれは、それぞれのコーナ部に、突起(lug)34を備えており、それぞれの突起34は、その内部を貫通するボア36を規定する。従って、砂箱20、24、30を順に積み重ねると、突起34に隣接するボア36が整列し、従って、砂箱20、24、30を互いに固定するように、位置決めピン(図示せず)をその内部に通してもよい。

【0030】

好ましくは炭素または適正な高い融点を有する他の材料より形成される、1組のロッド38は、使用時に、キャビティ114を通り、下方に挿入され、そしてチャンネル26を塞ぐようにチャンネル26内に挿入され、その結果、溶融した材料を、キャビティ114内へ導入でき、下方に流れてチャンネル26を通り貯蔵部28に入らない。

【0031】

また、装置110を用い実施される本発明の方法の説明において、好ましくは過共晶A1-Si合金である材料A、および好ましくは亜共晶A1-Si合金である材料B、について言及する。最初に、材料Aと材料Bとが、誘導炉等のような例えれば適切な炉により溶融される。材料Aは、キャビティ114を満たすようにキャビティ114に注がれる。キャビティ114は形態が環状であり、中心コア40を有し、例えステンレス鋼等から形成されていることに注意すべきである。従って、装置110は、例えブッシュ(bushin g)(図示せず)等の内面が材料Aよりなる環状部材を製造するように構成されている。材料Aを、キャビティ114の周辺付近で凝固させている間、1組のロッド38は、図示された位置に保持されている。材料Aの凝固層が所望の厚さに達すると1組のロッド38は、チャンネル26から上方向に引き抜かれ、この結果、残存する溶融した材料Aが下方向に向けて流れて貯蔵部28に入る事が可能になる。1組のロッド38をチャンネル26内に固定する場合、凝固した材料Aの層が形成できるように、1組のロッド38は、キャビティ114の壁面から充分に離れて配置する。

【0032】

一旦、ロッド38を取り除くと、溶融した材料Aは、貯蔵部28に流れ込み、そして溶融した材料Bをキャビティ114、材料Aの半凝固層の周囲に導入する。貯蔵部28とチャンネル26との両方を満たすのに充分な量の材料Aが存在する場合、材料Bは、チャンネル26内部を流れない。ロッド38上の金属凝固を避けるように、ロッド38は、加熱され、または断熱材料より作られてもよい。

【0033】

材料Bの導入は、材料Aと材料Bとの界面の再溶融をもたらし、従って材料Aと材料Bとの間にステップ状の変化の代わりに、微細組織および特性の勾配をもたらす。また、本

方法は還元ガス雰囲気中で実施される、または少なくとも材料Aを除去する工程および材料Bを鋳造する工程が還元ガス中であることが好ましい。

【0034】

このように装置110は本発明にかかる方法を実施可能にし、その結果、傾斜機能部材を製造する。

【0035】

図3～図6を参照し、本発明にかかる方法を実施するための、全体が210で表される、装置の第3の実施形態を示す。また、この第3の実施形態の説明において、所定の機械的特性を有する材料Aおよび異なる機械的特性を有する材料Bについて言及する。材料Aは好ましくは過共晶Al-Si合金であり、材料Bは好ましくは、亜共晶Al-Si合金である。

10

【0036】

装置210は、製造される部材の形状(図示せず)と反対の凹凸形状のキャビティ214を規定するモールド212を含む。キャビティ214は、キャビティ214を規定するように、従来の鋳造の慣例通り、緻密にした砂222により満たされている第1砂箱220内部で主として規定される。第1砂箱220は、第2砂箱224の上に設置されており、第2砂箱も、緻密にされた砂222で満たされ、キャビティ214の下側部分を規定している。当然のことながら、キャビティ214全体は、第1砂箱220内部に含まれてもよい。また当然ことながら、砂箱220と224は、他の適切な材料より形成された他の適正なモールド(図示せず)に置き換えられてもよい。キャビティ214より延在しているのは、詳細を以下に示すように、キャビティ214に材料Aおよび材料Bを挿入および除去するための1組のチャンネル226である。砂箱220と224とは、また好ましくは、持ち上げおよび位置合わせのための1組のハンドル232をそれぞれ備えている。

20

【0037】

装置210は、第2砂箱224に着脱可能に係合した坩堝50を更に含み、坩堝50は標準的な耐火物タイプであり、材料Aと材料Bとをそれぞれ受け入れるように、第1チャンバー52と第2チャンバー54とに分かれている。坩堝50は図4に分離して示されている。

【0038】

装置210は、図5に分離して示される、坩堝50用の蓋56を更に含んでいる。蓋56は、坩堝50と蓋56との間に堅固な圧力シールを提供するような、形状および大きさを有する。このために、蓋56は、坩堝の上端を受け入れるための周縁(rim)58を備え、周辺58はシーリング材を備えてもよい。

30

【0039】

別の態様では、ガスケット(図示せず)を蓋56と坩堝50上部との間に用いてよい。堅固な圧力シールが生ずるように、ガスケットを締め付けるように圧力が坩堝50と蓋56との間に付与される。

【0040】

別の態様では、蓋56は、セラミックファイバ材料により作られ、坩堝50上に押し付けられてもよい。これにより堅固な圧力シールを形成する

40

【0041】

蓋56を貫通して延在しているのは、使用に際し第1チャンバー52内に位置する第1フィードチューブ60と、使用に際し第2チャンバー54内に位置する第2フィードチューブ62である。第1および第2フィードチューブ60、62は、好ましくは、グラファイトもしくはセラミック材料、または溶融した材料Aおよび材料Bの熱に耐えることができる他の材料より形成される。第1および第2フィードチューブ60、62は坩堝50の底部に隣接する位置まで延在するサイズを有する。

【0042】

また蓋56を貫通し延在しているのは、従って使用に際し第1チャンバー52内部に位置する第1ポンプチューブ64と、使用に際し第2チャンバー54内に位置する第2ポン

50

プチューブ 6 6 とである。第 1 および第 2 ポンプチューブ 6 4、6 6 は坩堝 5 0 の上部内で終点となるサイズを有している。第 1 および第 2 ポンプチューブ 6 4、6 6 は、また、砂箱 2 2 4 が蓋 5 6 上部に設置された際にアクセス可能となるように蓋 5 6 の周囲付近より外部に出るように配置されている。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、第 2 砂箱 2 2 4 が蓋 5 6 に取り付けられた場合、それぞれのチャンネル 2 2 6 は、第 1 フィードチューブ 6 0 および第 2 フィードチューブ 6 2 の一方のそれぞれと流体連通 (fluid communication) している。従って、第 1 貯蔵部 5 2 からキャビティ 2 1 4 の内部までと、第 2 チャンバー 5 4 からキャビティ 2 1 4 の内部までとの流路が存在する。第 1 フィードチューブ 6 0 上部でチャンネル 2 2 6 の内部に、第 1 バルブ 6 8 が配置されており、第 1 バルブ 6 8 は、第 1 チャンバー 5 2 とキャビティ 2 1 4 との間の材料 A の流れを可能にする、または止める操作を可能にする。一方、第 2 バルブ 7 0 が、第 2 フィードチューブ 6 2 の上部でチャンネル 2 2 6 内部に配置され、第 2 バルブ 7 0 は第 2 チャンバー 5 4 とキャビティ 2 1 4 との間の材料 B の流れを可能にする、または止める操作を可能にする。第 1 および第 2 バルブ 6 8、7 0 は、使用中に装置 2 1 0 内部が到達する温度に耐える適切な、いかなる形態でもよい。

10

【 0 0 4 4 】

特に図 6 を参照する。従って、使用中、材料 A は第 1 チャンバー 5 2 内にあり、材料 B は第 2 チャンバー 5 4 内にある。そして、蓋 5 6 を、坩堝 5 0 の上にシールし、砂箱 2 2 0、2 2 4 は図示するように蓋 5 6 に取り付ける。1 組のバルブ 6 8、7 0 は最初閉じられている。もしまだであれば、それから材料 A と材料 B とは溶融される。溶融は好ましくは坩堝 5 0 にて炉内で行い、より好ましくは誘導加熱により行う。別の態様では、材料 A と B とは別の炉（図示せず）で溶融し、それぞれのフィードチューブ 6 0、6 2 を通り坩堝 5 0 に注ぐことが可能である。

20

【 0 0 4 5 】

そして、第 1 バルブ 6 8 を開放し、また加圧下で第 1 ポンプチューブ 6 4 を通じチャンバー 5 2 にガスを供給する。従って、ガス圧は溶融した材料 A を、第 1 フィードチューブ 6 0 内に押し上げ、内部を満たすようにキャビティ 2 1 4 に入れる。材料 A がキャビティ 2 1 4 の表面に沿って凝固できるように、所定の間隔の時間、圧力は維持される。凝固層の厚さは、第 1 チャンバー 5 2 内で圧力を維持する時間により制御する。材料 A の凝固層が所望の厚さに達すると圧力を解放し、従って残存する液状の材料 A は第 1 フィードチューブ 6 0 を通り、第 1 チャンバー 5 2 内に流れ戻る。

30

【 0 0 4 6 】

そして第 1 バルブ 6 8 を閉じ、第 2 バルブ 7 0 を開放する。必要であれば、第 2 フィードチューブ 6 2 を塞ぐ凝固金属を通る穴を開けるよう装置（図示せず）を用いることが可能である。第 2 ポンプチューブ 6 2 を通り第 2 チャンバー 5 4 に圧力を付与し、この結果、溶融した材料 B は上方向に押され、第 2 フィードチューブ 6 2 を通り、キャビティ 2 1 4 の内部に入る。溶融した材料 B はキャビティ 2 1 4 の内部の材料 A の層の表面を再溶融し、この結果、材料 A と材料 B との 2 つの材料の間に傾斜界面を形成する。キャビティ 2 1 4 の内部で材料 B が凝固するまで第 2 チャンバー 5 4 の内部で圧力を維持し、これにより収縮の問題を回避するのを助ける。そして、溶融した材料 B が第 2 フィードチューブ 6 2 の内部に入り、第 2 チャンバー 5 4 の内部に流れ戻るよう圧力を解放する。そして、完成した傾斜機能部材を露出するように、第 1 砂箱 2 2 0 は、第 2 砂箱 2 2 4 より取り除いてもよい。

40

【 0 0 4 7 】

当然のことながら、坩堝 5 0 、とりわけ第 1 チャンバー 5 2 と第 2 チャンバー 5 4 とは 2 つの分離した坩堝（図示せず）に置き換えることが可能であり、2 つの分離した坩堝は、気密性のチャンバー（図示せず）の中に収納してもよく、好ましくは気密性のチャンバーは誘導炉（図示せず）を含む。材料 A および材料 B をモールド内に搬送するように、材料 A と材料 B とが同時にモールド内に挿入されるのを避ける適切なバルブ（図示せず）を

50

用いてチャンバーを加圧してもよい。別の態様では、材料Aと材料Bとで異なる保持温度が必要な場合、2つの分離したチャンバー（図示せず）を2つの坩堝（図示せず）を収容するのに用いることができる。

【0048】

図7を参照する。第1および第2バルブ68、70は、内部に第1貫通孔84と第2貫通孔86とを有する本体82を含むバルブブロック80に置き換えることが可能である。貫通孔84、86それぞれは、関連して操作できるバルブ（図示せず）を有し、バルブ（図示せず）はそれぞれ第1ハンドル88と第2ハンドル90により操作可能である。さらに、バルブブロック80は、好ましくは、本体82の内側方向に延在する1以上の加熱チャンバー92を備え、バルブブロック80の内部での材料Aまたは材料Bの凝固を防止するように、加熱チャンバー92の内部に加熱要素（図示せず）を挿入してもよい。そして、バルブブロック80は、好ましくは第2砂箱224全体とバルブ68、70とを置換し、第1砂箱220は、バルブブロック80の上に直接取り付けられる。このような構成において、キャビティ214全体は、第1砂箱220または他の適切なモールド（図示せず）の内部に位置する必要がある。バルブブロック80の使用により、時間を要し、困難な作業である、第2砂箱224の緻密にされた砂222内部にバルブ68、70を慎重かつ正確に配置する必要性を避けられる。

10

【0049】

図8および図9を参照し、本発明にかかる傾斜機能部材の製造方法のための、全体が410で示される、本発明の第4の実施形態を示す。装置410は、詳細を以下に示すように、傾斜機能部材（図示せず）の真空鋳造を実施するように構成されている。装置410は、好ましくは緻密にされた砂から形成されるモールド412を含む。モールド412は、傾斜機能部材（図示せず）を鋳造するためのキャビティ414を、内部に規定する。モールド412は、真空カップ95の内部に挟持または保持され、モールド412と真空カップ95との間は、流体密封シールされている。図示する実施形態では、真空カップ95は断面が実質的に円形であるが、当然のことながら他のいかなる適切な形状も使用可能である。

20

【0050】

真空カップ95より吸引部(suction)96が延在し、真空カップ95を介して負圧または真空をモールド412に作用することが可能なように、吸引部96は、使用中、真空ポンプ（図示せず）等に接続されている。モールド412は、多孔性の砂により形成されていることから、キャビティ414の内部に真空が形成される。モールドは底面にゲートまたはチャンネル426を備え、キャビティ414に外部アクセスを提供する。モールド414の内部の凝固、従って、冷却部(chill)97付近の材料の厚さを制御するように、モールドは、またモールド414の周囲の様々な位置に配置される冷却部97を備えてよい。

30

【0051】

従って、モールド412は使用に際して、真空カップ95の内部に保持され、溶融した材料Aを含み、好ましくは誘導炉である炉450の上に配置される。そして、モールド414は、図9に示すように、材料Aの中に降ろされ、真空カップ95、従ってキャビティ414を、吸引部96を介して矢印Vの方向に空気を抜くことにより真空にする。従って、材料Aはキャビティ414の内部に引き上げられ、キャビティ414の壁面に接触し凝固を開始する。材料Aが所望の厚さに達した後、真空カップ95より真空が解放され、キャビティ414の内部の溶融部分は、重力により炉450の中に流し込まれて戻る。

40

【0052】

モールド412と真空カップ95とを迅速に、溶融した材料B（図示せず）を含み、好ましくは、第1炉450と同じタイプである第2炉（図示せず）に移動する。モールド412が材料Bの中に降ろされ、材料Aの皮膜の中にコアを形成するように溶融した材料Bをキャビティ414の内部に引き上げるように、キャビティ414を真空にし、従って上述の方法を繰り返す。材料Bが完全に凝固するまで、真空は維持する。

50

【0053】

当然のことながら、材料Bは、部分的に凝固した後、第2炉(図示せず)に解放し戻し、第3の材料(図示せず)をキャビティ414に導入する等が可能である。

【0054】

この種の真空鋳造は、減圧吸引鋳造法(Countergravity low pressure air melt)(CL A)として既知である。よく知られた变形は真空吸引鋳造法(Countergravity low pressure vacuum melt)(CLV)である。2つの方法の違いは、CL Aでは金属を通常、大気に対し開放して溶融し、一方、CL Vでは金属を真空中で溶融する。それゆえ、CL Vは通常、大気中で溶融できない活性金属に用いられる。

【0055】

上述の実施形態は、本発明の効果を示す比較的シンプルな方法であり、これらの方間に様々な変更または改良が可能なことに注意すべきである。例えば、通常フィーダー(図示せず)として知られている、高温の材料の適切な貯蔵部を備えることが可能である。材料Aおよび材料Bの凝固速度を制御するためであり、生産工程において第2モールド(図示せず)を使う際に収縮の問題および困難性を引き起こす可能性があることから、特に材料Aおよび/または材料Bがキャビティ214に入る前の流路(または湯道)の凝固を避けるためである。さらに、凝固速度を制御し、製造しようとする部材の特定の領域を材料Aのターゲットとするように、適切な冷却部(図示せず)をモールド212の周辺に備えることができる。別の態様では、凝固を制御するように、加熱または冷却するセクションを有する、金属のモールド(図示せず)または他の適切な材料のモールドを用いることが可能である。

10

20

【0056】

当然のことながら、他のいかなる適切な鋳造方法も本発明にかかる方法に使用することができる。例えば、ロストワックス法(Hitchiner process)は、インベストメント鋳造法であり、モールドの周囲の気密性チャンバーに不完全真空を付与することにより溶融した金属をモールド(図示せず)の中に引き上げる。チューブ(図示せず)がモールドから溶融金属の槽または坩堝の中に向け下方向に延在しており、これにより溶融金属をモールド内に吸い上げるのを容易にする。このような方式で溶融した金属をモールドの内部に引き上げることは、よく制御された充填速度と鋳造製品(図示せず)中の非常に低い不純物レベルを可能にする。従って、1つは材料Aを含み、1つは材料Bを含む溶融金属の2つの槽を備えることで、本発明の方法は、ロストワックス法を用いることが可能である。モールド(図示せず)は、ロストワックス法の標準的な方法により用意してもよいが、材料Aの凝固量を増やした箇所を作るように所望の位置に冷却部(図示せず)を有してもよい。そしてモールドが、材料Aの槽の上部に設置され、ゲートチューブが溶融した材料Aの表面下となる。そしてモールドを真空にすることにより材料Aはモールド内に引き上げられ、充分な量の材料Aがモールド(図示せず)の壁面に凝固するまたは、冷却部(図示せず)のみに凝固する所定の時間後、真空は開放され、残存する材料Aの溶融部分は槽または坩堝(図示せず)に戻される。そして、モールドが溶融した材料Bを含む第2槽または坩堝(図示せず)の上になるように、モールドまたは坩堝を移動し、再びモールドのチューブを材料Bの表面下に延在する。モールドの残りの部分を充填するように、材料Bを上方に引き上げるのに真空が再び用いられる。材料Bは柔らかい露出した材料Aの層表面と結合し傾斜微細組織を形成する。材料Bがモールド内で完全に凝固すると、真空を開放する。必要であれば、製造工程を支援するように、個々の部材が凝固した後で、しかし流路(図示せず)が凝固する前に真空は開放できる。

30

40

【0057】

本発明の方法とともに用いてもよい更なる鋳造方法は、コスワース鋳造法であり、コスワース鋳造法は低圧鋳造法の1つのバリエーションである。コスワース鋳造法の鍵となる違いは、溶融金属をモールド(図示せず)の中に移動するのに、シールドした坩堝(図示せず)にガスの圧力差を付与するのではなく、金属ポンプを用いることである。

【0058】

50

本発明にかかる傾斜機能部材の製造方法が主として、最終製品または実質的な最終製品(図示せず)の製造を意図して用いられる間は、それほど重要ではないが、本発明の方法は、また、鍛錬用金属製品等の製造用のブルーム、スラブ、ビレット(図示せず)等を製造できる可能性がある。上述した方法のいずれか1つを用い、本発明の方法に従って例えばインゴット(図示せず)を製造することが可能であり、そして多くの押し出し法または、例えば熱間圧延、冷間圧延のような他の方法のうちの1以上を用いて傾斜機能鍛錬用金属製品を製造することが可能である。このようなインゴット(図示せず)は、また、例えばドロップ鍛造等の鍛造工程に用いることができる。

【0059】

本発明にかかる方法は、またバルク金属ガラス(BMG)部材、またはバルク金属ガラスの外層を有する部材を製造するのに用いてもよい。BMGは比較的新しい材料であり、多くの他の有益な特性に加え、飛び抜けた高強度、耐摩耗性、耐食性および弾性を有するガラス状の固体を形成するように、液体金属を過冷することにより製造される、この新しいタイプの材料は1960年にカリフォルニア工科大学で発見され、以来、特に最近の10年間、多くの研究および商業活動の対象とされている。しかしながら、BMG内の熱伝導は遅く、従って、比較的薄い铸造厚さでのみ必要な冷却速度を達成できる。連続的な铸造および除去を通じ、BMG部材が層状に積み重なることが可能となり、所定の時間で薄い層のみが凝固することにより、必要な冷却速度を達成できることから、本発明の方法はBMGの形成に用いることが可能となる。この方法は、また、部分的にガラス質の中間または遷移層を伴い、BMGを結晶材料と結合する構成を可能とする。この方法は、モールド(図示せず)の壁面の一部または壁面において、十分に速い冷却速度を用い、BMGの層を初期铸造する工程と、そして残存する液体材料を除去し、続いてBMG層の内部に結晶質のコアを铸造する工程とを含む。BMG外層と結晶質コアとの間の遷移層は従って部分的にガラス質の領域である。

【0060】

本発明は、従って、傾斜機能部材、とりわけ例えば2以上のアルミニウム合金から形成される軽量金属部材の比較的シンプルな製造方法を提供し、傾斜機能部材は、例えは耐摩耗性のような特定の特性を有する外層と、例えば耐衝撃性等のような異なる特性を有する少なくとも1つの内層またはコアとを有する。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明にかかる方法を実施するための装置の第1の実施形態を示す斜視図である。

【図2】本発明にかかる方法を実施するための装置の第2の実施形態を示す側断面図である。

【図3】本発明にかかる方法を実施するための装置の第3の実施形態を示す側断面図である。

【図4】図3に示す装置の坩堝を形成する部分を示す側断面図である。

【図5】図4に示す坩堝の蓋を示す斜視図である。

【図6】内部に金属Aと金属Bを有する、図3に示す装置を示す側断面図である。

【図7】図3に示す装置で用いることができるバルブプロックを示す斜視図である。

【図8】本発明にかかる方法を実施するための装置の第4の実施形態を示す断面斜視図であり、モールドが上昇位置にある。

【図9】図9に示す装置の側断面図であり、モールドが下降位置にある。

10

20

30

40

【図1】

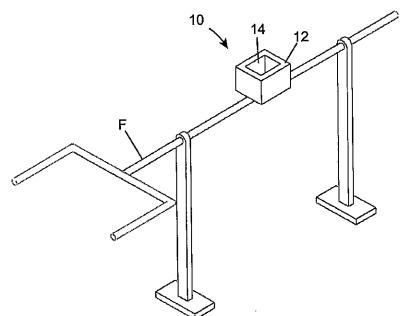


Fig. 1

【図2】

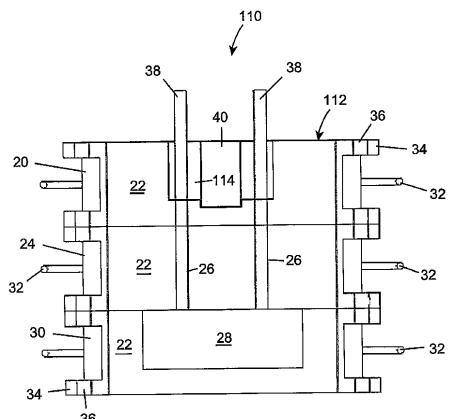


Fig. 2

【図3】

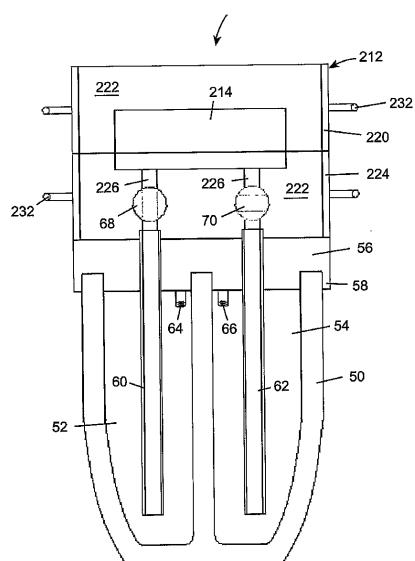


Fig. 3

【図4】

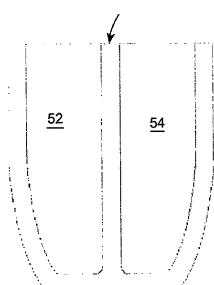


Fig. 4

【図5】

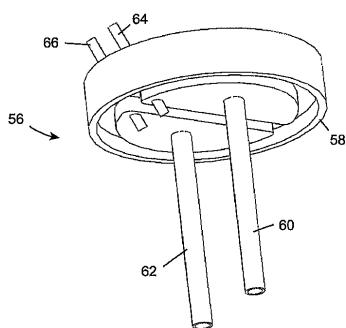


Fig. 5

【図 6】

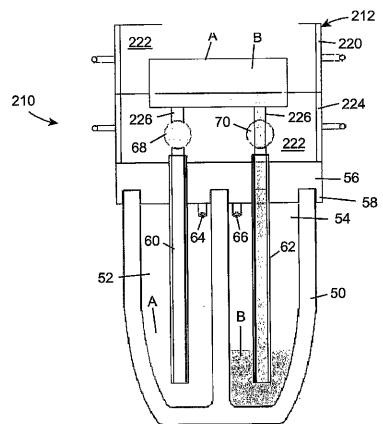


Fig. 6

【図 8】

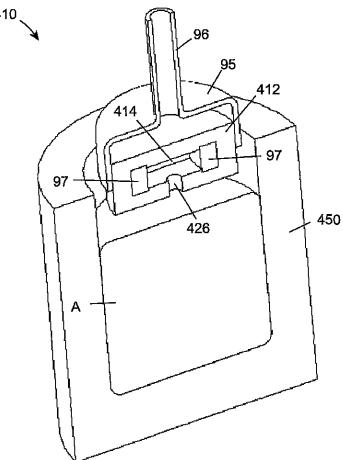


Fig. 8

【図 7】

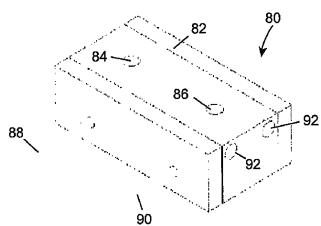


Fig. 7

【図 9】

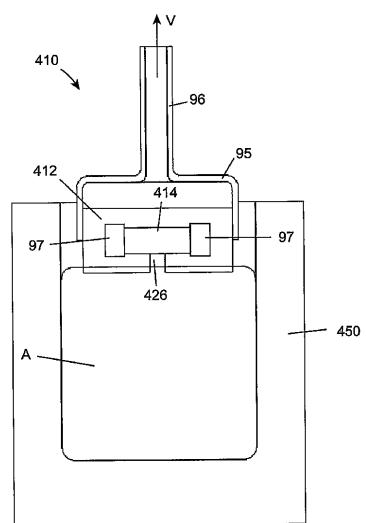


Fig. 9

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT																			
				International application No PCT/EP2005/008137															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B22D19/16 B22D19/02 B22D18/04 B22D18/06 B22D15/00																			
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) B22D																			
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																			
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data																			
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 3 192 581 A (SYLVESTER EDMUND Q) 6 July 1965 (1965-07-06) claims 1,7; figures</td> <td style="padding: 2px;">1-10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2 841 846 A (OTANI KOKICHI) 8 July 1958 (1958-07-08) claims</td> <td style="padding: 2px;">1-8,10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 053 (M-063), 14 April 1981 (1981-04-14) -& JP 56 009044 A (KAWASAKI STEEL CORP), 29 January 1981 (1981-01-29) abstract; figure 4</td> <td style="padding: 2px;">1-3,5-8, 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 3 192 581 A (SYLVESTER EDMUND Q) 6 July 1965 (1965-07-06) claims 1,7; figures	1-10	X	US 2 841 846 A (OTANI KOKICHI) 8 July 1958 (1958-07-08) claims	1-8,10	X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 053 (M-063), 14 April 1981 (1981-04-14) -& JP 56 009044 A (KAWASAKI STEEL CORP), 29 January 1981 (1981-01-29) abstract; figure 4	1-3,5-8, 10		-/-	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																	
X	US 3 192 581 A (SYLVESTER EDMUND Q) 6 July 1965 (1965-07-06) claims 1,7; figures	1-10																	
X	US 2 841 846 A (OTANI KOKICHI) 8 July 1958 (1958-07-08) claims	1-8,10																	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 053 (M-063), 14 April 1981 (1981-04-14) -& JP 56 009044 A (KAWASAKI STEEL CORP), 29 January 1981 (1981-01-29) abstract; figure 4	1-3,5-8, 10																	
	-/-																		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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 "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 *&* document member of the same patent family																			
Date of the actual completion of the international search 23 March 2006	Date of mailing of the international search report 04/04/2006																		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hodiamont, S																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/008137

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>-& DATABASE WPI Section Ch, Week 198112 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M22, AN 1981-20417D XP002373180 & JP 56 009044 A (KAWASAKI STEEL CORP) 29 January 1981 (1981-01-29) abstract</p> <p>-----</p> <p>DE 23 55 745 A1 (UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE USINOR) 22 May 1974 (1974-05-22) claims; figure</p> <p>-----</p>	1,4
A	<p>DATABASE WPI Section Ch, Week 198350 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M22, AN 1983-843705 XP002373181 -& SU 997 970 A (POTAPOV S M) 23 February 1983 (1983-02-23) abstract</p> <p>-----</p>	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2005/008137

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 3192581	A	06-07-1965	NONE			
US 2841846	A	08-07-1958	NONE			
JP 56009044	A	29-01-1981	NONE			
DE 2355745	A1	22-05-1974	AT AT BE ES FR GB IT LU NL SE	330384 B 937673 A 806442 A1 420431 A1 2206146 A1 1425906 A 996339 B 68755 A1 7315149 A 393308 B	25-06-1976 15-09-1975 15-02-1974 01-04-1976 07-06-1974 25-02-1976 10-12-1975 18-01-1974 14-05-1974 09-05-1977	
SU 997970	A	23-02-1983	NONE			

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 D 27/13

テーマコード(参考)

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

(72) 発明者 スティーブン・ケリー

アイルランド、ダブリン6、テンブルオーグ、ウッドブルック・パーク32番

(72) 発明者 ピーター・ティアナン

アイルランド、ダブリン4、ベルフィールド、ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン、デパートメント・オブ・メカニカル・エンジニアリング内

(72) 発明者 アンドリュー・ジェイ・ベイツ

アイルランド、ダブリン8、ポータベロ、ロングウッド・アベニュー12番

(72) 発明者 ミシェル・スキャンラン

アイルランド、カウンティ・ウエストミース、ムリンガー・ラスコネル