

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 19 日 (19.02.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/015153 A1

(51) 国際特許分類: **C22C 23/02**, 1/02

[JP/JP]; 〒671-3231 兵庫県 宍粟郡千種町河呂 711
Hyogo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010024

(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 6 日 (06.08.2003)

(74) 代理人: 須藤 政彦 (SUDO, Masahiko); 〒103-0022 東京
都 中央区日本橋室町 1 丁目 6 番 1 号 真洋ビル 6 階
Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2002-231122 2002 年 8 月 8 日 (08.08.2002) JP

(81) 指定国 (国内): 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, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立
行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTI-
TUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND
TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都千代田区
霞が関一丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(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),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 馬淵 守
(MABUCHI, Mamoru) [JP/JP]; 〒463-8560 愛知県 名
古屋市守山区大字下志段味字穴ケ洞 2266 番地の 98
独立行政法人産業技術総合研究所中部センター内
Aichi (JP). 千野 靖正 (CHINO, Yasumasa) [JP/JP]; 〒
463-8560 愛知県 名古屋守山区大字下志段味字穴ケ
洞 2266 番地の 98 独立行政法人産業技術総合研究所中
部センター内 Aichi (JP). 岩崎 源 (IWASAKI, Hajime)
[JP/JP]; 〒678-1226 兵庫県 赤穂郡上郡町高田台 三
丁目 17-13 Hyogo (JP). 小畠 雅明 (KOBATA, Masaaki)

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: HEAT-RESISTANT MAGNESIUM ALLOY AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 耐熱性マグネシウム合金及びその製造方法

(57) Abstract: A heat-resistant magnesium alloy, and a method for producing same wherein a magnesium alloy having an aspect ratio of crystal grain not less than 5 is produced by conducting a unidirectional solidification under a condition such that the quotient of the temperature gradient (K/mm) divided by solidification rate (mm/s), (i.e. temperature gradient/ solidification rate), falls within the range from 1 (K·s) to 10,000 (K·s).

(57) 要約: 本発明は、耐熱性マグネシウム合金及びその製造方法を提供するものであり、温度勾配 (K/mm) と凝固速度 (mm/s) の商 (温度勾配/凝固速度) の値が 1 (K·s) から 10,000 (K·s) の条件で一方
向凝固させることにより、結晶粒のアスペクト比 5 以上のマグネシウム合金を作製する方法に関するものである。



WO 2004/015153 A1

明細書

耐熱性マグネシウム合金及びその製造方法

5 技術分野

本発明は、耐クリープ性や高温強度に優れた耐熱性マグネシウム合金に関するものであり、更に詳しくは、結晶粒のアスペクト比が5以上の伸長な結晶粒群から構成される組織に制御して高温強度を付与した耐熱性マグネシウム合金及びその製造方法に関するものである。本発明は、
10 自動車をはじめとする輸送機部品、宇宙・航空機部品、電気・電子機器部品等の幅広い分野で利用することが可能な耐熱性マグネシウム合金を製造し、提供するものとして有用である。

背景技術

15 一般に、マグネシウムは、実用化されている構造用金属材料の中で最も低密度（ $= 1.7 \text{ g/cm}^3$ ）であり、金属特有の優れたリサイクル性を有し、資源も豊富に存在することから、次世代の構造用軽量材料として注目されている材料である。現在のところ、日本におけるマグネシウム製品の多くは、鋳造法により製造されている。主なマグネシウム製
20 品としては、例えば、ステアリングホイール、シリンダーヘッド等の自動車部品及びパソコンや携帯電話の筐体等の家電製品の部品が挙げられる。しかし、マグネシウム合金の耐熱性は、高温になると急激に低下するため、マグネシウム製品のほとんどが 100°C 以下の環境でしか使用できない。エンジンプロックなどの高温環境下で使用する部品をマグネ
25 シウム合金で製造するためには、耐熱性の向上が不可欠である。

現在のマグネシウム製品に使用されているマグネシウム合金は、主に

Mg-Al-Zn (-Mn) 系及び Mg-Zn-Zr 系である。これらのマグネシウム合金の各元素の添加量は、一般に、Al : 15 mass % 以下、Zn : 10 mass % 以下、Mn : 3 mass % 以下、Zr : 3 mass % 以下である。これらの実用化されているマグネシウム合金
5 の強度は、150℃以上の温度になると急激に低下するため、特殊な元素等を添加することにより耐熱性の向上が図られてきた。

具体的には、マグネシウム合金の耐熱性向上の手法として、(1) 高温強度に優れたセラミックス繊維や粒子で強化する複合強化マグネシウム (例えば、H. Ferkel and B. L. Mordike, "Magnesium strengthened by SiC nanoparticles", Mater. Sci. Eng. A, Vol. A298 (2001), pp. 193-199)、(2) マグネシウム中の拡散係数が小さいイットリウムや希土類金属等の添加元素をマグネシウムに固溶させることにより強化する固溶強化マグネシウム (例
15 えば、T. Mohri et al., "Microstructure and mechanical properties of a Mg-4Y-3RE alloy processed by the thermomechanical treatment", Mater. Sci. Eng. A, Vol. A257 (1998), pp. 287-294) が提案されている。
20

更に、(3) シリコンやカルシウム、希土類金属等を構成元素とする高温で安定な析出物を析出させ強化する析出強化マグネシウム (例えば、M. Mabuchi and K. Higashi, "Strengthening mechanism of Mg-Si alloy", Acta. Mater., Vol. 44 (1996), pp. 4611-4618.)、(4) 上記 (1) ~ (3) を複合したマグネシウ
25

ム（例えば、J. G. Wang et al., "Creep of a heat treated Mg-4Y-3RE alloy", Mater. Sci. Eng., Vol. A315 (2001) pp. 81-88）、が提案されている。

- 5 しかし、これまでのマグネシウム合金の耐熱性向上の手法は、マグネシウムに特殊な元素等を添加することにより耐熱性が向上することに注目したものである。そして、このような特殊元素等の添加は、マグネシウムが元来有するリサイクル性を阻害するものであり、実用上大きな問題となる。

10

発明の開示

- このような状況の中で、本発明者らは、上記従来技術に鑑みて、上記従来技術の諸問題を抜本的に解決することを可能とする新しい方法を開発することを目指して鋭意研究を重ねた結果、マグネシウムの耐熱性
15 の低下が粒界すべりに起因することに着目し、結晶粒形態制御による粒界すべりの抑制を積極的に利用することで所期の目的を達成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

- 本発明は、溶湯マグネシウムを一方向から凝固させることにより、結晶粒のアスペクト比が5以上の伸長な結晶粒組織に制御し、粒界すべりが発生しにくくすることより優れた耐熱性の実現を可能とした耐熱性マ
20 グネシウム合金の製造方法及びその材料を提供することを目的とするものである。本発明の方法では、特別な元素等を添加することなく耐熱性の向上が達成できるため、耐熱性向上のためにリサイクル性が損なわれることはない。

25

 上記課題を解決するための本発明は、以下の技術的手段から構成され

る。

(1) アスペクト比 (=結晶粒の長軸の長さ/結晶粒の短軸の長さ) が 5 以上の伸長な結晶粒群を有し、当該材料の組織の 50 % 以上がその伸長な組織により構成されることを特徴とする耐熱性マグネシウム合金。

5 (2) 温度 200℃において、引張り強度 150 MPa 以上を示すことを特徴とする、前記 (1) 記載の耐熱性マグネシウム合金。

(3) 添加元素として、アルミニウムを 0 ~ 15 mass %、亜鉛を 0 ~ 10 mass %、マンガンを 0 ~ 3 mass %、ジルコニウムを 0 ~ 3 mass % を含有するマグネシウム合金を利用することを特徴とする、
10 前記 (1) 記載の耐熱性マグネシウム合金。

(4) 溶解したマグネシウム合金を、温度勾配 (K/mm) と凝固速度 (mm/s) の商 (温度勾配/凝固速度) の値が 1.0×10^0 (K·s) から 1.0×10^4 (K·s) の条件で、一方向凝固することにより作製されたものであることを特徴とする、前記 (1) 記載の耐熱性マ
15 グネシウム合金。

(5) 前記 (1) から (4) のいずれか 1 項に記載の耐熱性マグネシア合金を製造する方法であって、溶解したマグネシウム合金を、温度勾配と凝固速度の商 (温度勾配/凝固速度) の値が 1.0×10^0 (K·s) から 1.0×10^4 (K·s) の条件で、一方向凝固することを特徴
20 とする耐熱性マグネシウム合金の製造方法。

(6) 添加元素として、アルミニウムを 0 ~ 15 mass %、亜鉛を 0 ~ 10 mass %、マンガンを 0 ~ 3 mass %、ジルコニウムを 0 ~ 3 mass % を含有するマグネシウム合金を用いることを特徴とする、前記 (5) 記載の方法。

25 (7) 前記 (1) から (4) のいずれか 1 項に記載の耐熱性マグネシウム合金を構成要素として含むことを特徴とするマグネシウム合金製構造

用部材。

次に、本発明について更に詳細に説明する。

本発明者らは、粒界すべりの抑制によるマグネシウム合金の耐熱性向上を目的に、結晶粒がある方向に伸長した結晶粒の形態制御に着目した。
5 本発明では、具体的には、適度な冷却速度で溶湯マグネシウム合金を一方向から冷却し、結晶粒のアスペクト比が5以上の伸長な結晶粒群から構成される組織を有するマグネシウム合金を作製することを試みた。
本発明では、マグネシウム合金材料を、温度勾配と凝固速度の商（温度勾配／凝固速度）の値が 1.0×10^0 （K・s）から 1.0×10^4
10 （K・s）の条件で、一方向凝固することにより、一方向に伸長した結晶粒群を有する結晶粒組織を作製し、それにより、粒界すべりを発生しにくくすることにより、優れた耐熱性を有する耐熱性マグネシウム合金を製造した。

15 本発明の方法では、マグネシウム合金材料として、好適には、アルミニウムを0～15mass%、亜鉛を0～10mass%、マンガンを0～3mass%、ジルコニウムを0～3mass%を含有するマグネシウム合金材料が用いられる。しかし、これらに制限されない。本発明の方法は、各種マグネシウム合金に適応できる。本発明の方法は、例え
20 ば、実用マグネシウム合金として需要の多いAZ91（Mg－9mass%Al－1mass%Zn－0.3mass%Mn）やAM60（Mg－6mass%Al－0.3mass%Mn）合金等に適応可能である。

本発明の方法においては、マグネシウム合金を溶解後、所定の条件で
25 、一方向に凝固させるが、具体的な例で説明すると、側面が断熱壁であり、底面に冷やし金が設置されたるつぼ内部でマグネシウム合金を溶解

し、冷やし金を冷媒に曝すことによりマグネシウム合金を凝固させる。
冷やし金部より一方向凝固が始まり、形成された結晶粒の形態は、冷やし金から溶湯方向に伸長した形態となる。以上のプロセスにより伸長した結晶粒が得られる状態を図1に模式的に示す。本プロセスによれば、
5 冷やし金として利用する金属の材質、及び冷やし金を冷却する冷媒を選択することにより、比較的自由に、溶湯の冷却条件を制御することが可能である。

金属材料の結晶を一方向に凝固させる際に制御しなければならない因子としては、当該金属の凝固界面（液相と固相の界面）付近における温度勾配（ K/mm ）、及び凝固界面の進行速度（凝固速度（ mm/s ））が挙げられる。温度勾配と凝固速度の商（温度勾配／凝固速度）は、デンドライト組織の形状を制御するパラメータとして広く知られている（例えば：W. Kurz and D. J. Fisher, Fundamentals of Solidification, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 1989, pp. 63-92.）。

例えば、温度勾配と凝固速度の商（温度勾配／凝固速度）の値が約1より小さい場合、金属組織は等軸晶を有する組織となり、約1より大きく約10,000より小さい値の場合では、金属組織は指行的なデンドライト成長を呈することが知られている。なお、約10,000以上の値では見かけ上凝固界面は進行しない。

本発明において、上記マグネシウム合金の一方向凝固を実施するための一方向凝固装置としては、所定の冷却速度で溶湯マグネシウム合金を一方向から冷却し、伸長な結晶粒群から構成される組織を作製できるものであれ適宜の装置を用いることができ、これらの装置の具体的構成は、その使用目的、製品の種類等に応じて適宜設計することができる。

本発明の方法により、アスペクト比（＝結晶粒の長軸の長さ／結晶粒の短軸の長さ）が5以上の伸長な結晶粒群を有し、当該材料の組織の50%以上がその伸長な組織により構成されること、温度200℃において、引張り強度150MPa以上を示すこと、を特徴とする耐熱性マグネシウム合金が得られる。上記一方向凝固により高アスペクト比の結晶粒組織とすることにより、粒界すべりが抑制され、それにより、高い高温強度を有する耐熱性アルミニウム合金が得られる。結晶粒のアスペクト比が5以上の結晶粒群により、当該材料の組織の50%以上が構成される場合に、高温強度の急激な低下を防ぐことが可能となる。また、本発明では、従来、マグネシウム合金の耐熱性を向上させるために添加されていた希土類金属等の特殊な元素やセラミックスを使用することなく、耐熱性マグネシウム合金を作製することができるので、易リサイクル性の製品を作製し、提供することが可能となる。本発明に係る耐熱性アルミニウム合金は、マグネシウム合金を構成要素として含むあらゆる種類の構造用の部材として使用することができる。

リサイクル性を損なうことなくマグネシウム合金の耐熱性を向上させることは、マグネシウム製品の需要を伸ばす上できわめて重要である。本発明は、結晶粒の形態制御により耐熱性の向上をはかったマグネシウム合金及びその製造方法に関するものである。具体的には、本発明は、結晶粒のアスペクト比を5以上にすることにより、温度200℃において、引張り強度150MPa以上を示すマグネシウム合金を得ることを特徴とする。本発明により、特殊な元素等を添加することなく、易リサイクル性を保持したまま、優れた耐熱性マグネシウム合金を得ることが可能である。

図 1 は、冷やし金により一方向から凝固が始まり、冷やし金から溶湯方向に伸長した結晶粒が得られるプロセスを模式的に示した図である。

図 2 は、A Z 9 1 マグネシウム合金の組織写真を示す。

図 3 は、引張り強度と温度の関係を示す図である。

- 5 図 4 は、200℃で引張り試験を行った後のA Z 9 1 マグネシウム合金試験片の側面を観察した図である。

図 5 は、結晶粒が伸長な形状をしているため粒界すべりが生じにくくなることを模式的に示した図である。

10 発明を実施するための最良の形態

次に、実施例に基づいて本発明を具体的に説明するが、本発明は、以下の実施例によって何ら限定されるものではない。

実施例 1

- 直径40mm、高さ100mmであり、側面が断熱壁（マグネシア壁）であり、底面が銅製冷やし金で構成される一方向凝固装置中で、A Z 9 1 マグネシウム合金を溶解後、冷やし金を水冷することにより当該マグネシウム合金の一方向凝固を実施した。なお、るつぼ内部に熱電対を複数設置し、高さ方向の温度分布を測定した結果、凝固時の温度勾配と凝固速度の商は、約100（K・s）であった。得られたマグネシウム合金の微視組織写真を図2に示す。（a）は、断熱壁及び冷やし金が設置されたるるつぼ内部で一方向凝固させた後の微視組織写真である。凝固後の結晶粒のアスペクト比は約5であり、画像解析の結果、アスペクト比5以上の結晶粒は、材料内に60%以上（面積比）存在することが確認された。一方、（b）は、底に冷やし金を持たない、直径40mm、高さ100mmのアルミナ坩堝内で空冷したA Z 9 1 マグネシウム合金の代表的な組織を示す。凝固後の結晶粒のアスペクト比は約1であった

。

実施例 2

実施例 1 にて作製された材料を平行部長さ 10 mm、平行部直径 4 mm の丸棒試験片に加工し、室温から 400℃ の温度範囲で引張り試験を行った。結晶粒のアスペクト比が 5 の AZ91 マグネシウム合金（発明材）と結晶粒のアスペクト比が 1 の AZ91 マグネシウム合金（比較材）の引張り強度と温度の関係を図 3 に示す。図 3 の発明材とは、本発明を利用して作製されたアスペクト比 5 以上の結晶群を有する AZ91 マグネシウム合金を指す。アスペクト比 5 以上の結晶群の占める割合は約 60% であった。図 3 の比較材とは、実施例 1 にて通常のアルミナ坩堝内で当該合金を空冷することにより作製されたアスペクト比 1 の試料を指す。発明材の引張り強度はいずれの温度においても比較材よりも大きな値を取った。また、発明材の強度は 200℃ においても 200 MPa 以上の高強度を示した。図 3 に示される引張り強度の向上は、アスペクト比が 5 以上の結晶群を材料内に 50%（面積比）以上有する時に顕著に表れた。

実施例 3

200℃ で引張り試験した後の試験片の側面を観察した写真を図 4 に示す。（a）は、図 3 における発明材の試験片の側面を、（b）は、比較材の試験片の側面を示す。発明材では粒界すべりの痕跡は全く見られないのに対し、比較材には粒界すべりの痕跡（結晶粒とほぼ同じ形の試料表面のゆがみ）が確認された。以上の結果から、高アスペクト比の結晶粒組織により粒界すべりが抑制され、高い高温強度が得られたことがわかる。

なお、粒界すべりとは、金属結晶自体の形状は基本的に変化せず、結晶同士が界面間で滑ることにより変形が達成される現象を指す。伸長な結晶粒組織のため粒界すべりが抑制されるメカニズムを、図5に模式的に示す。実施例2及び実施例3の結果より、高温強度の急激な低下を防ぐためには、結晶粒のアスペクト比が5以上でなければならないことが確認できる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明は、耐熱性マグネシウム合金及びその製造方法に係るものであり、本発明によれば、1) マグネシウム合金の高温強度を実用合金の組成でも得ることができる、2) 本発明の耐熱性マグネシウム合金は、軽量であるとともに、リサイクル性に優れた材料であり、環境負荷の低い材料として有用である、3) 本発明は、希土類金属等の特殊な元素やセラミックスを添加することなく、易リサイクル性を保持したまま優れた耐熱性を示すマグネシウム合金を提供することを可能とする、4) それにより、本発明の耐熱性マグネシウム合金の工業的意義はきわめて大きいと言える、という格別の効果が奏される。

請求の範囲

1. アスペクト比（＝結晶粒の長軸の長さ／結晶粒の短軸の長さ）が5以上の伸長な結晶粒群を有し、当該材料の組織の50%以上が
5 その伸長な組織により構成されることを特徴とする耐熱性マグネシウム合金。

2. 温度200℃において、引張り強度150MPa以上を示すことを特徴とする、請求項1記載の耐熱性マグネシウム合金。

10

3. 添加元素として、アルミニウムを0～15mass%、亜鉛を0～10mass%、マンガンを0～3mass%、ジルコニウムを0～3mass%を含有するマグネシウム合金を利用することを特徴とする、請求項1記載の耐熱性マグネシウム合金。

15

4. 溶解したマグネシウム合金を、温度勾配（K/mm）と凝固速度（mm/s）の商（温度勾配／凝固速度）の値が 1.0×10^0 （K・s）から 1.0×10^4 （K・s）の条件で、一方向凝固することにより作製されたものであることを特徴とする、請求項1記載の耐熱性マグネシウム合金。

20

5. 請求項1から4のいずれか1項に記載の耐熱性マグネシア合金を製造する方法であって、溶解したマグネシウム合金を、温度勾配と凝固速度の商（温度勾配／凝固速度）の値が 1.0×10^0 （K・s）から 1.0×10^4 （K・s）の条件で、一方向凝固することを特徴とする耐熱性マグネシウム合金の製造方法。

25

6. 添加元素として、アルミニウムを0～15mass%、亜鉛を0～10mass%、マンガンを0～3mass%、ジルコニウムを0～3mass%を含有するマグネシウム合金を用いることを特徴とする、請求項5記載の方法。

7. 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の耐熱性マグネシウム合金を構成要素として含むことを特徴とするマグネシウム合金製構造用部材。

1 / 5

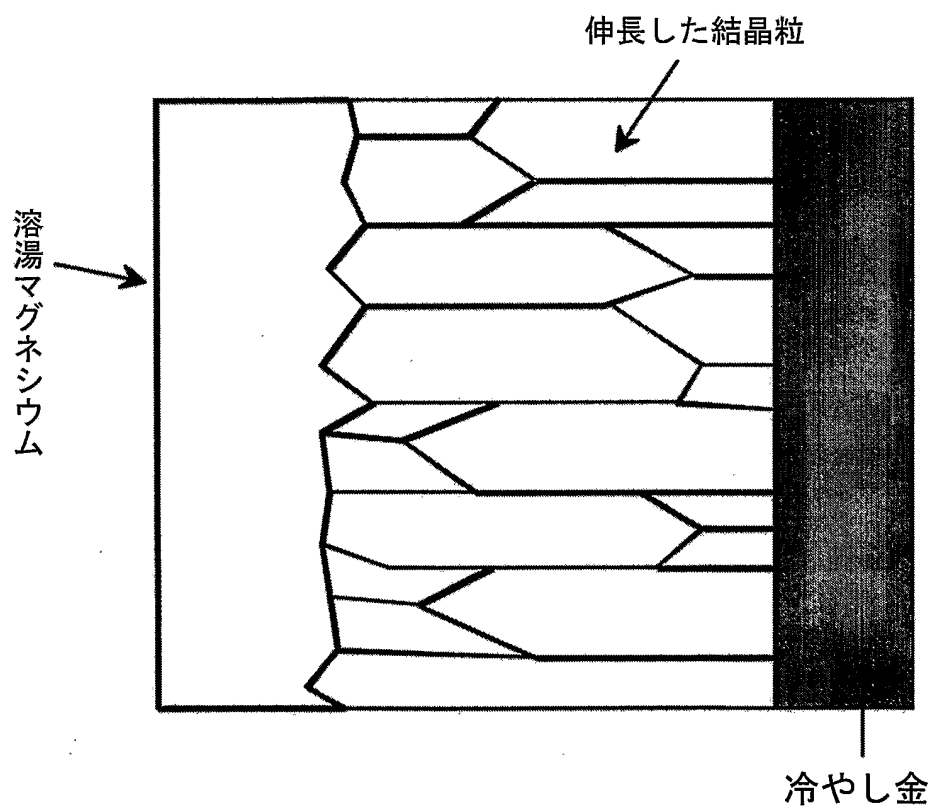


図 1

2 / 5

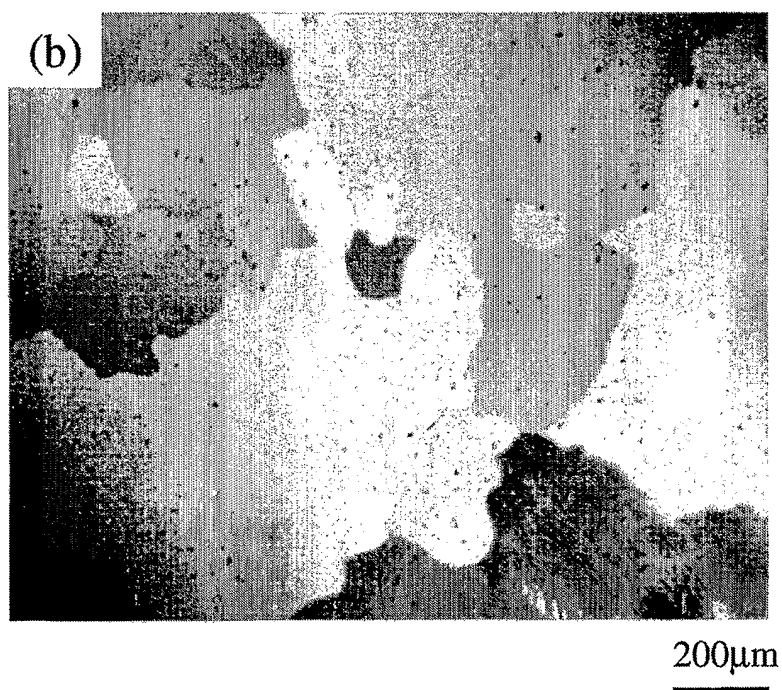
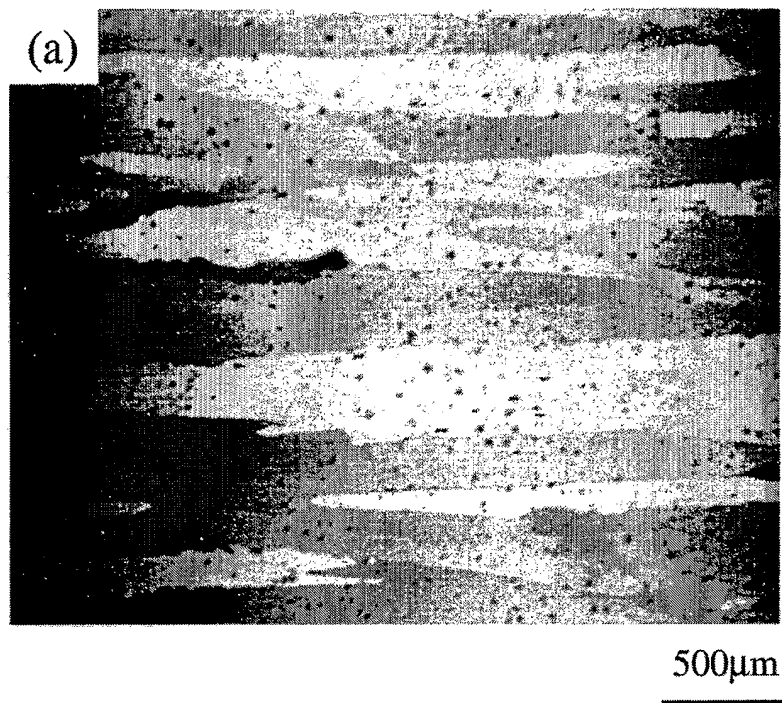


図 2

3 / 5

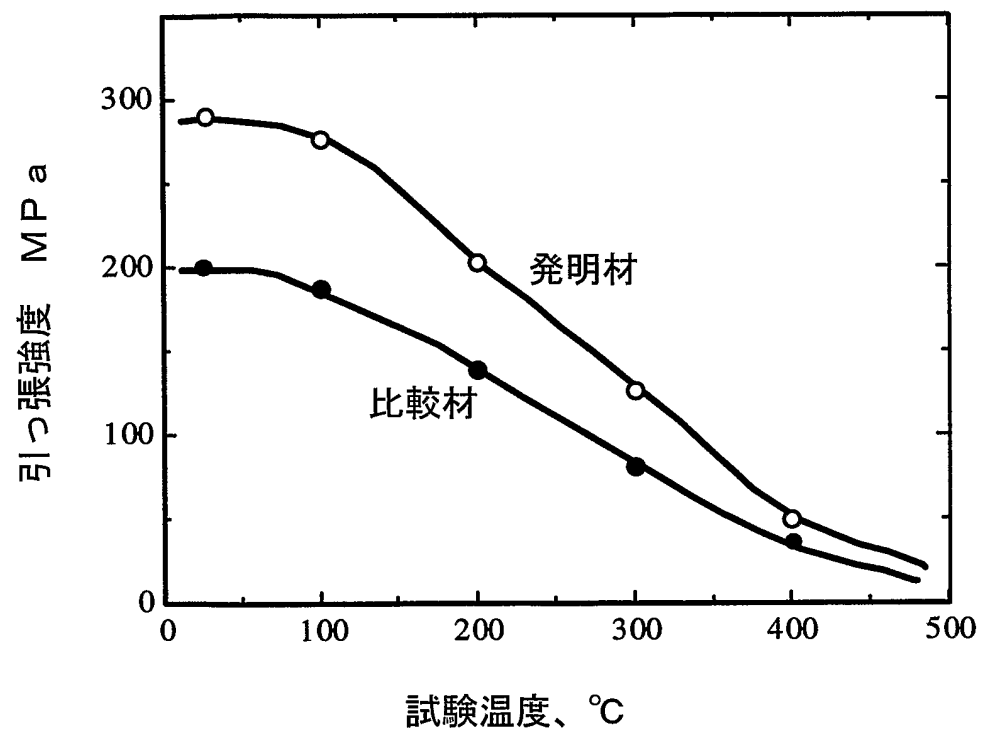


図 3

4 / 5

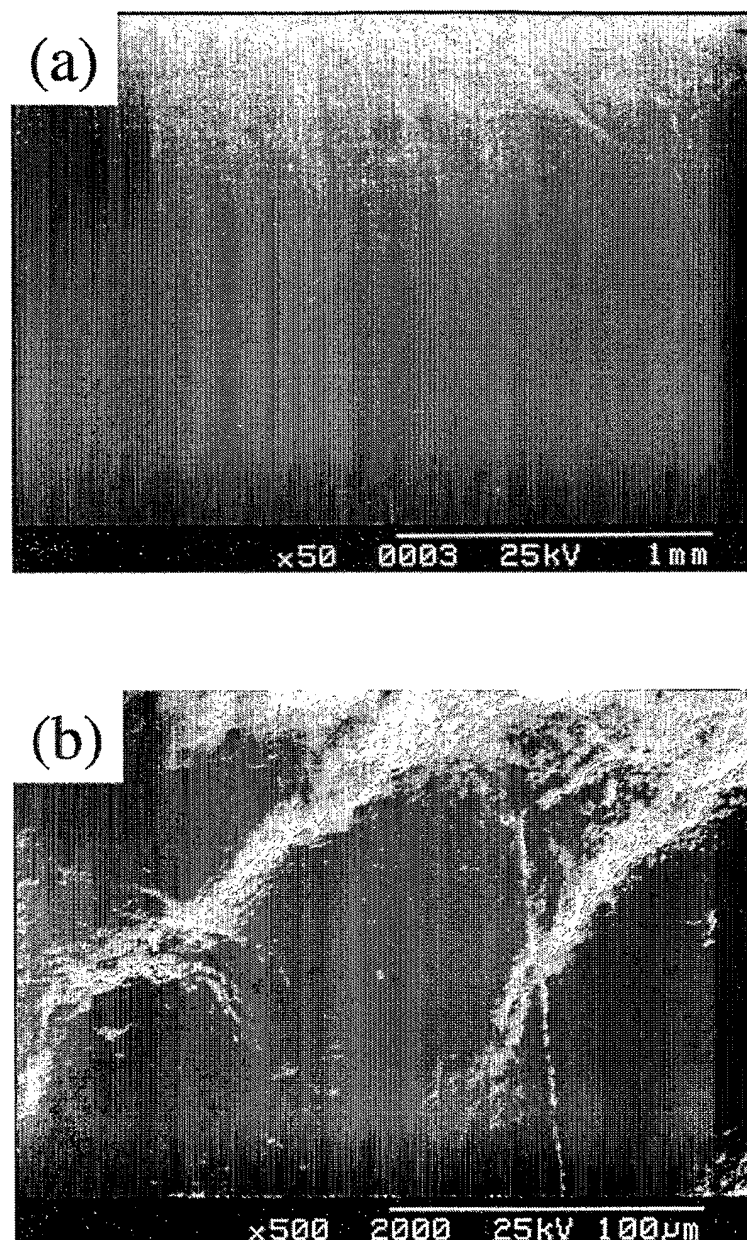


図 4

5 / 5

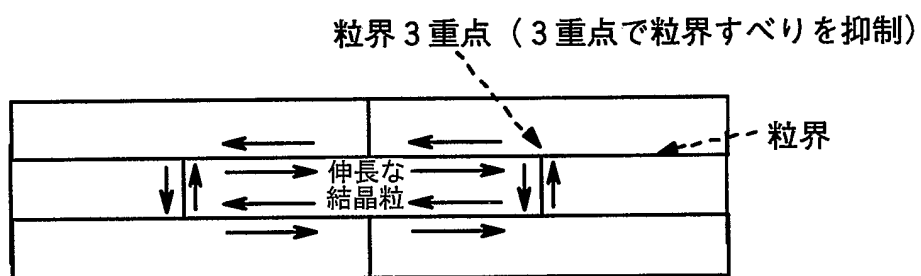


図 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10024

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C22C23/02, C22C1/02

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)
Int.Cl⁷ C22C23/00-23/06, C22C1/02, B22D27/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	MABUCHI et al., Tensile Properties of Directionally Solidified AZ91 Mg Alloy., Mater.Trans., April, 2003, Vol.44, No.4, pages 436 to 439	1-7
X Y	JP 6-192799 A (Kobe Steel, Ltd.), 12 July, 1994 (12.07.94), Claims; Fig. 3 (Family: none)	1-3, 6, 7 4, 5
Y	JP 4-280938 A (Daido Steel Co., Ltd.), 06 October, 1992 (06.10.92), Claims; column 5, line 45 to column 6, line 32 (Family: none)	4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
03 October, 2003 (03.10.03)

Date of mailing of the international search report
21 October, 2003 (21.10.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10024

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-298227 A (Daido Steel Co., Ltd.), 10 December, 1990 (10.12.90), Claims; Fig. 2 (Family: none)	4, 5
A	JP 6-235041 A (Nippon Steel Corp.), 23 August, 1994 (23.08.94), Column 1, lines 29 to 34 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C23/02, C22C1/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C23/00-23/06, C22C1/02, B22D27/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	MABUCHI et al. Tensile Properties of Directionally Solidified AZ91 Mg Alloy. Mater. Trans. April 2003 VOL. 44 NO. 4 P. 436-439	1-7
X	JP 6-192799 A (株式会社神戸製鋼所) 1994. 07. 12 特許請求の範囲、図3 (ファミリーなし)	1-3, 6, 7
Y	JP 4-280938 A (大同特殊鋼株式会社) 1992. 10. 06 特許請求の範囲、第5欄第45行~第6欄第32行 (ファミリーなし)	4, 5
Y	JP 2-298227 A (大同特殊鋼株式会社) 1990. 12. 10 特許請求の範囲第2図 (ファミリーなし)	4, 5
A	JP 6-235041 A (新日本製鐵株式会社) 1994. 08. 23 第1欄第29-34行	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 10. 03

国際調査報告の発送日

21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 武

4 K

9270

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	(ファミリーなし)	