

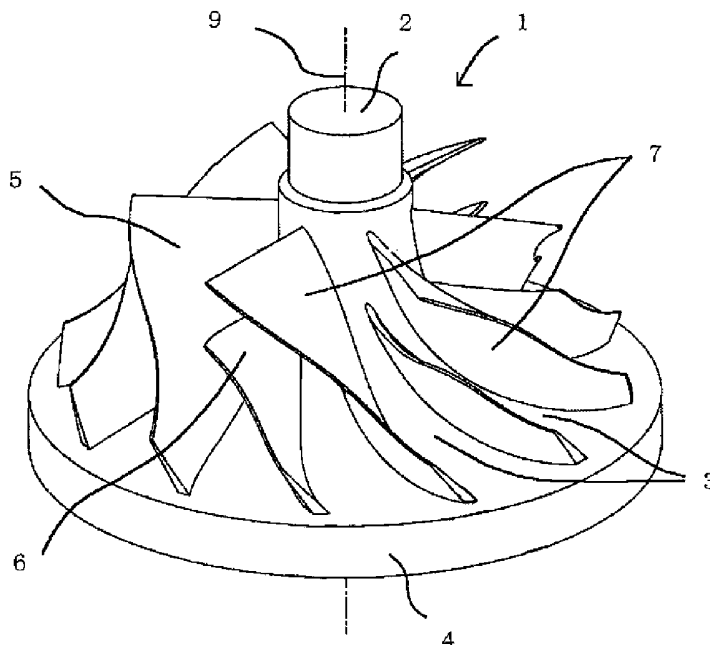


- (51) 国際特許分類:
B22D 17/00 (2006.01) *B22D 17/22* (2006.01)
B22C 9/06 (2006.01) *F04D 29/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/303066
- (22) 国際出願日: 2006 年 2 月 21 日 (21.02.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-045157 2005 年 2 月 22 日 (22.02.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立メタルプレジジョン (HITACHI METALS PRECISION, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP). 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久保田 泰弘 (KUBOTA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒6900823 島根県松江
- 市西川津町 3 1 7 4 Shimane (JP). 伊藤 博一 (ITO, Hirokazu) [JP/JP]; 〒6990103 島根県八束郡東出雲町上意東 2 0 1 3 Shimane (JP). 佐々木 幹夫 (SASAKI, Mikio) [JP/JP]; 〒3214362 栃木県真岡市熊倉 2 丁目 2 2 番 1 号 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 浅村 皓, 外 (ASAMURA, Kiyoshi et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 3 3 1 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, 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.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: COMPRESSOR IMPELLER AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: コンプレッサ羽根車およびその製造方法



(57) Abstract: A compressor impeller and a method of manufacturing the compressor impeller. The magnesium alloy compressor impeller as a die-cast part comprises a hub shaft part, a hub disk part having a hub surface extending from the hub shaft part in the radial direction, and a plurality of vane parts disposed on the hub surface. The impeller can be manufactured by a die-cast method in which a magnesium alloy heated to a liquidus temperature or higher is supplied into molds with cavities corresponding to the shape of the impeller for a filling time of 1 sec. or shorter, a pressure of 20 MPa or higher is applied to the magnesium alloy in the cavities, and the pressurized state is maintained for a time of 1 sec. or longer.

[続葉有]



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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。

(57) 要約: 本発明は、ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有する、ダイカスト品であるマグネシウム合金製コンプレッサ羽根車に係わる。本発明の羽根車は、例えば、羽根車の形状に対応するキャビティを有する金型に、液相線温度以上のマグネシウム合金を充填時間1秒以下で供給し、かつ、引き続き前記キャビティ内のマグネシウム合金に圧力20MPa以上を加え、時間1秒以上の間、その加圧状態を維持するダイカスト法で製造可能である。

明 細 書

コンプレッサ羽根車およびその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、内燃機関からの排気ガスを利用し圧縮空気を送る過給機の吸気側に使用されるコンプレッサ羽根車およびその製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 例えば自動車や船舶等の内燃機関に組み込まれる過給機は、内燃機関からの排気ガスにより排気側のタービン羽根車を回転させることにより、あるいはクランクシャフト等の回転機構により、同軸上にある吸気側のコンプレッサ羽根車を回転させ、これにより外気を吸引して圧縮し、この圧縮空気を内燃機関に供給することにより内燃機関の出力を向上させる。

- [0003] 上述の過給機に使用されるタービン羽根車は、内燃機関から排出される高温の排気ガスに曝されるため、例えば特開昭58-70961号公報(特許文献1)で提案されるNi基、Co基、Fe基等から成る耐熱合金が従来から使用される。近年は、チタン合金、アルミニウム合金も使用されるようになった。

一方、コンプレッサ羽根車は、外気を吸引する箇所に配設され、100～150℃程度の温度環境下で使用される。このため、上述のタービン羽根車に用いる耐熱合金ほどの高い耐熱性を有する合金ではなく、従来からアルミニウム合金が多用されている。

- [0004] 近年、内燃機関の燃焼効率をさらに向上させる目的で、タービン羽根車およびコンプレッサ羽根車を、さらに高速回転させるための種々の検討がなされている。羽根車を高速回転させるにあたり、特にコンプレッサ羽根車には、単位密度当たりの強度(以下、比強度という)が高いこと、つまり、軽量かつ高強度であることが望まれる。また、高速回転時の温度環境は、180℃～200℃を超える温度にまで上昇すると予測され、このため、良好な靱性を有するとともに、より高強度であること、および使用される温度環境が200℃を超えても高強度を維持可能であることが望まれる。

- [0005] このような背景から、コンプレッサ羽根車は、上述のNi基等の耐熱合金によるよりも

軽量化でき、従来のアルミニウム合金によるよりも高強度化できる、例えば特開2003－94148号公報(特許文献2)で提案されるチタン合金製コンプレッサ羽根車が実用化されつつある。

[0006] 一般に、コンプレッサ羽根車は、回転中心軸であるハブ軸から半径方向に延在するハブ・ディスク部のハブ面に、空力学的曲面を有する複数の羽根部がハブ軸の周囲に放射状に配設された複雑な形状を有している。また、羽根部が長羽根と短羽根とで構成された羽根車や、羽根部に囲まれた空間が、ハブ軸から半径方向外方に向かってアンダーカットとなる複雑な形状の羽根車もある。

[0007] このように複雑な形状を有するコンプレッサ羽根車は、羽根車素材から羽根部を削り出す等の機械加工や、例えば特開昭57－171004号公報(特許文献3)が提案する鑄造可能な形状の羽根車素材を一旦形成した後に羽根部を変形矯正する等の手段で形成される。また、プラスターモールド法やロストワックス鑄造法により、羽根車の羽根部とハブ部とを一体にした消失性模型を金型で成形し、これを用いて鑄型を作製し、この鑄型に溶湯を鑄造して羽根車を形成するという方法もある。この場合、消失性模型を成形した金型から羽根部を離型させるための金型構造が、例えば前記特許文献2や特開2002－113749号公報(特許文献4)で提案されている。

[0008] 特許文献1:特開昭58－70961号公報

特許文献2:特開2003－94148号公報

特許文献3:特開昭57－171004号公報

特許文献4:特開2002－113749号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] コンプレッサ羽根車を従来よりも高速回転させるためには、従来のアルミニウム合金による羽根車では、比強度等の機械強度の点で十分ではない。また、チタン合金製羽根車は、200℃を超える温度域であっても十分な強度および比強度を有するので、確かにコンプレッサ羽根車には好適である。しかし、価格の点では、アルミニウム合金に比べて極めて高価であり、普及を阻害する要因である。

[0010] また、コンプレッサ羽根車の製造手段においては、羽根車素材から削り出す等の機

械加工手段では、加工時間や材料歩留の点で製造コストが高く不利である。また、鑄造されたコンプレッサ羽根車の羽根部を形状調整する手法では、良好な形状精度を得難く、回転バランスを確保することが困難である。そして、プラスターモールド法やロストワックス鑄造法では、比較的良好的な形状精度が得られるものの、やはり消失性模型を介して羽根車を形成し、鑄造毎に消失性模型や鑄型を製作する等、生産効率や製造コストの点で不満である。

- [0011] 本発明の目的は、上述の問題を解決し、従来のアルミニウム合金による羽根車よりも比強度が大きく、チタン合金による羽根車よりも廉価な、更なる高速回転に対応可能なコンプレッサ羽根車およびその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

- [0012] 本発明者は、コンプレッサ羽根車として、ダイカスト法によりマグネシウム合金製羽根車を製造できることを見出し本発明に到達した。

かくして、本発明の第一の観点によれば、ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有する、ダイカスト品であるマグネシウム合金製コンプレッサ羽根車が提供される。

前記複数の羽根部は、交互に隣接する長羽根と短羽根から成るコンプレッサ羽根車であってよい。また、隣接する一対の長羽根の間に形成される各ブレード空間に、前記ハブ軸部から半径方向外方に向かってアンダーカットを有するコンプレッサ羽根車であってよい。

- [0013] また、本発明の第二の観点によれば、ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有するコンプレッサ羽根車の形状に対応するキャビティを有する金型に、液相線温度以上のマグネシウム合金を充填時間1秒以下で供給し、かつ、引き続き前記キャビティ内のマグネシウム合金に圧力20MPa以上を加え、時間1秒以上の間、その加圧状態を維持することを含む、ダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法が提供される。

本発明製造方法の一実施形態によれば、前記複数の羽根部が、交互に隣接する

長羽根と短羽根から成るコンプレッサ羽根車であってよい。また、隣接する一对の長羽根の間に形成される各ブレード空間に、前記ハブ軸部から半径方向外方に向かってアンダーカットを有するコンプレッサ羽根車であってよい。

- [0014] 本発明の製造方法の別の一実施形態では、好適には、前記加圧維持時間の経過後、前記キャビティ内の圧力が0.5MPa以下に減圧される。

本発明製造方法の更に別の一実施形態では、前記キャビティは、隣接する羽根間の空間に対応する形状を有する複数のスライド金型を、前記ハブ軸部に対して放射状に配置して画成される。

本発明の製造方法の更に別の一実施形態では、好適には、前記キャビティは、前記短羽根の形状に対応する有底溝部と、該短羽根に隣接する一对の前記長羽根で画成される空間に対応する形状体とを有する複数のスライド金型を前記ハブ軸部に対して放射状に配置して画成される。

発明の効果

- [0015] 本発明のコンプレッサ羽根車は、ダイカスト形成されたマグネシウム合金から成るコンプレッサ羽根車であるので、従来のアルミニウム合金から成る羽根車よりも高い比強度を有するコンプレッサ羽根車を得ることができる。また、チタン合金よりも廉価なマグネシウム合金から成り、かつ、金型のキャビティに溶湯を直接注入する高生産性のダイカスト法を適用した羽根車であるので、廉価なコンプレッサ羽根車を得ることができる。そして、本発明は、従来よりも更なる高速回転に対応可能なコンプレッサ羽根車およびその製造方法を提供でき、工業上極めて有効な技術となる。

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 上述した通り、本発明の重要な特徴は、ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有する、ダイカスト品であるマグネシウム合金製コンプレッサ羽根車を、ダイカスト形成されたマグネシウム合金から成るコンプレッサ羽根車としたことである。
- [0017] 本発明で用いるマグネシウム合金は、一般に、密度が $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 程度であり、密度 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 程度のアルミニウム合金と比べても、また、他の実用材料と比べても小さい。このため、マグネシウム合金から成るコンプレッサ羽根車は、アルミニウム合

金から成る羽根車よりも軽量化され、回転時の慣性荷重を低減できる。また、マグネシウム合金は、200℃の温度環境下でも、アルミニウム合金の1.3倍以上の比強度が期待できる。従い、マグネシウム合金から成る本発明のコンプレッサ羽根車は、更なる高速回転に対応可能となる。さらに、マグネシウム合金は、鉱物資源として豊富に存在するので安定供給が見込め、チタン合金から成る羽根車よりも廉価に供給可能となる。

[0018] また、マグネシウム合金は、鉄に対する親和性がアルミニウム合金よりも格段に小さいため、例えば、鋳型として鉄系合金から成る金型を使用しても、成形された羽根車が金型に焼き付くことなく円滑に離型できる利点がある。

[0019] 本発明におけるコンプレッサ羽根車は、ダイカスト形成されたコンプレッサ羽根車とする。ダイカスト形成された羽根車は、その表面層や薄肉部が急冷されるため、緻密で均一な凝固組織を形成することができる。具体的には、薄肉で熱容量の小さい羽根部には、例えば平均粒径15 μ m以下の微細で緻密な急冷組織が形成される。また、塊状で熱容量の大きいハブ・ディスク部やハブ軸部には、例えば、表面層には平均粒径15 μ m以下の微細で緻密な凝固組織が形成され、中心部近傍には平均粒径50 μ m以下の表面層よりも大きい凝固組織が形成される。そして、羽根車の表面側から中心部に向かって凝固速度が次第に低下し、ハブ・ディスク部やハブ軸部の中心部近傍では、急冷された凝固組織よりも平均粒径の大きい凝固組織となる。

これは、ダイカスト形成においては、鋳型として金型を使用するため、ロストワックス鋳造法等で使用する耐火物等よりも冷却能が格段に高く、薄肉の羽根部や、ディスク部やハブ軸部の表面層では、金型に接触した溶湯が急冷されるからである。また、ダイカスト形成においては、溶湯を高圧力で金型のキャビティに注入するため、金型表面に対する溶湯の密着性が向上することにより、溶湯の冷却速度が上がる利点もある。

[0020] 羽根車の鋳造組織を、上述の微細で緻密な急冷組織に形成することにより、羽根車の表面硬度や疲労強度を向上させ、羽根車としての強度や靱性を改善することができる。また、上述の凝固組織を有する羽根車に対し、さらにT6処理(JIS-H0001)等の熱処理を施すことにより、緻密な結晶組織の母相が維持されつつ溶体化や時

効硬化による効果が付加され、より一層の高強度化が可能となる。

また、ダイカスト形成では、鑄型として金型を用いるため、羽根車の鑄肌は、耐火物を用いる場合よりも表面粗さの小さい鑄肌となる。これにより、羽根車表面の空力抵抗が低減し、羽根車の空力学的特性向上に寄与できる。

[0021] また、例えば、羽根車のハブ軸部外周に対して切削等の機械加工を施す場合や、羽根車自体に対して化成処理や陽極酸化処理、メッキや塗装等の表面処理を施す場合もある。ダイカスト形成されたマグネシウム合金成形体は、その結晶粒径がより微細化かつ均一化されるため、常温での機械加工性や、表面の被膜形成性が改善される。

従い、ダイカスト形成された本発明のコンプレッサ羽根車は、羽根部が高強度となり、ハブ・ディスク部やハブ軸部が高強度かつ適度な靱性をあわせ持つこととなり、さらに常温での機械加工性をも有する、優れたコンプレッサ羽根車となる。

[0022] 次に、本発明のコンプレッサ羽根車の形状について具体例を挙げ、図面に基づいて説明する。

図1は、自動車用ターボチャージャの吸気側に使用されるコンプレッサ羽根車1(以下、羽根車1という)の模式図である。羽根車1は、ハブ軸部2と、このハブ軸部2から半径方向に延在するハブ面3を有するハブ・ディスク部4と、ハブ面3に配設された長羽根5と短羽根6がそれぞれ交互に複数枚放射状に突設された羽根部を有している。図2は、羽根車1の羽根部簡略図であり、明確化のため2枚の長羽根5と1枚の短羽根6のみを記載している。また、図2の斜線部は、ハブ面3と、ひとつの短羽根6を含む隣接する2枚の長羽根5のブレード面7とで囲まれたブレード空間8に対応する。長羽根5と短羽根6のブレード面7は、いずれも複雑な空力学的曲面形状を表裏に有している。

[0023] 本発明のコンプレッサ羽根車は、上述の羽根車1において、短羽根6に替え、すべて長羽根5とした羽根車とすることができる。また、羽根車の羽根枚数を8～14枚とすることができる。そしてまた、羽根車の各部の寸法を、例えば、ハブ軸部は外径7～30mm、ハブ・ディスク部は外径30～120mmで最外周部肉厚2～5mm、羽根の肉厚は、羽根先端付近0.2～2mm、羽根中央付近1～5mm、ハブ面近傍の羽根付

け根1.5～8mmといった寸法形状に形成することができる。このような羽根車の場合、薄肉である羽根部に対しハブ軸部およびハブ・ディスク部は塊状となり、羽根車に対する羽根部全体の容積が10～30%に形成される。また、羽根車のブレード空間に、ハブ軸部から半径方向外方に向ってアンダーカットを有するコンプレッサ羽根車であってもよい。

- [0024] 上述した本発明のコンプレッサ羽根車は、例えば、以下の本発明の製造方法により製造できる。具体的には、ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有するコンプレッサ羽根車の形状に対応する金型のキャビティに、液相線温度以上のマグネシウム合金を充填時間1秒以下で供給し、かつ、引き続き前記キャビティ内のマグネシウム合金に圧力20MPa以上を加え、時間1秒以上の間、その加圧状態を維持するダイカスト法によってコンプレッサ羽根車が製造される。

本発明の製造方法における重要な特徴は、金型のキャビティに、上述のダイカスト形成条件でマグネシウム合金を鑄造することである。

- [0025] 以下、本発明におけるマグネシウム合金を用いたダイカスト形成条件につき、詳細に説明する。

金型のキャビティに注入するマグネシウム合金は、その溶湯温度を、用いるマグネシウム合金の液相線温度以上とする。これは、キャビティに到達する前に、溶湯が凝固してしまうことを防止するためである。また、溶湯温度は、マグネシウム合金成分を確保でき、そして、鑄造時の溶湯飛散やガスの巻き込み等に起因する不具合を生じない限り、幾ら高温であっても構わない。

- [0026] また、キャビティに対し、マグネシウム合金溶湯を充填時間1秒以下で供給し、羽根車の羽根部を健全に鑄造成形させる。コンプレッサ羽根車の羽根部は、優れた空力学的特性を得るため、ハブ面を有するハブ・ディスク部に比べ、通常は極めて薄肉に設計される。このため、羽根部に対応して画成された金型の羽根部キャビティは、極めて狭隘な深い溝状の空間となる。そこで、上述した充填時間で溶湯を供給することにより、金型の羽根部キャビティに対し、速やかに、かつ十分に溶湯を供給することにより、羽根部キャビティにおける溶湯の不廻りやガスの巻き込み等の鑄造欠陥を

防止する。溶湯の充填時間は、キャビティに十分にかつ円滑に溶湯が供給でき、そして、鑄造時の溶湯飛散やガスの巻き込み等に起因する不具合を生じない限り、幾ら短時間でも構わない。

[0027] 次いで、マグネシウム合金を金型のキャビティに注入後、圧力20MPa以上を加え、時間1秒以上の間、その加圧状態を維持する。この操作は、溶湯の注入後、可能な限り速やかに行うことが好ましい。この後、キャビティ内で溶湯を凝固させて羽根車を成形する。羽根車は、まず薄肉で熱容量の小さい羽根部が成形され、金型と直接に接触するハブ・ディスク部の最外径部やハブ面、ハブ軸部の端部等が成形される。そして、次第にハブ・ディスク部の内部に向かって凝固が進行し、中心部が最終凝固して成形される。このため、最終凝固部となるハブ・ディスク部の中央辺りには、引け巣等の鑄造欠陥が生じやすい。そこで、溶湯を注入後、20MPa以上で加圧し、その加圧状態を1秒以上の間維持し、これにより、羽根車を健全に成形させる。加圧状態を1秒以上継続させた後には圧力を下げてもよいが、好ましくは、溶湯が完全に凝固して羽根車が確実に成形されるまで、その加圧状態を維持することである。

[0028] 次に、図1に示す羽根車1を製造可能な本発明の製造方法における金型のキャビティについて、一例を挙げて図面に基いて説明する。

図3に金型装置の一例を示す。金型は、羽根車の軸線方向9に開閉自在な可動金型21と固定金型22、および羽根車の軸線方向9に対して半径方向に移動可能なスライド金型23とスライド支持具24とから構成されている。図4は、固定金型22の要部矢視図であり、明確化のためスライド金型23とスライド支持具24とをそれぞれ1個のみ記載している。図5は、スライド金型23の模式図である。

[0029] スライド金型23は、短羽根形状の有底溝部と、短羽根に隣接する2枚の長羽根で画成される空間に対応する形状体とを有している。すなわち、図2の斜線部で示するブレード空間8に相当する形状を形成するように、羽根車1のハブ面3に相当するハブキャビティ31と、長羽根5に相当するブレードキャビティ32、および短羽根6に相当する有底溝部33(点線で記載)を有している。また、図4に示すように、固定金型22において、軸線方向9に対するスライド金型23の半径方向への可動範囲内の底面にリング状の支持板25を設置し、スライド金型23を支持する。この支持板25は、成形

体の軸線方向9への移動が可能になっており、可動金型21と固定金型22の型開き後にスライド金型23と離間する側に移動させ、型締めの際には元の位置に戻す構造になっている。すなわち、可動金型21と固定金型22の型開き後に、スライド金型23はスライド支持具24のみで支持される。

[0030] 上述したスライド金型23を、羽根車1のブレード空間8の個数分だけ図3に示すように固定金型22に環状に配設し、それぞれのスライド金型23と可動金型21および固定金型22を型締めして密接させる。これにより、実質的に羽根車1と同一の形状の金型によるキャビティを形成することができる。そして、このキャビティに、マグネシウム合金溶湯を注入して成形体10を成形する。

[0031] 次に、スライド金型23を軸線方向9の半径方向外方に移動させ、鑄造成形した成形体10から離型させる。具体的には、成形体10を鑄造成形後、まず可動金型21を固定金型22と離間する側に移動させて型開きし、次いで支持板25をスライド金型23と離間する側に移動させ、スライド金型23をスライド支持具24のみで支持させる。そして、図4に示すように、スライド支持具24を固定金型22に設けた溝26に沿って軸線方向9の半径方向外方に引き出す。このとき、スライド金型23を、スライド支持具24に設けた回転軸27に連結させておくことにより、スライド金型23は回転軸27を中心に自然に回転し、成形体10の長羽根5および短羽根6の表面形状に沿って少ない抵抗で離型される。

[0032] 離型後、成形体10から不要な湯道や湯口、バリなどを除去し、さらには化成処理や陽極酸化処理、セラミックコーティング、あるいはメッキや塗装等の表面処理を行ってもよい。また、熱間静水圧プレス(HIP)処理、サンドブラストやケミカルピーリング等を行ってもよい。上述した製造方法により、本発明のコンプレッサ羽根車を得ることができる。

[0033] 上述した本発明の製造方法において、鑄造後に金型のキャビティを加圧状態で維持するとき、例えばハブ軸部の軸線方向等の凝固収縮しやすい個所に対して局所加圧することも好ましく、これにより溶湯が部分的に補給され、引け等の鑄造欠陥の発生を防止できる。

また、マグネシウム合金溶湯を注入する金型のキャビティは、0.5MPa以下に減圧

しておくことが好ましい。ダイカスト形成においては、キャビティに溶湯を高速で注入するため、キャビティ内の湯廻り状態によっては空気やガス等の気体を巻き込みやすく、予めキャビティ内を減圧し、これを低減させる。より好ましくは0.05MPa以下、さらに0.005MPa以下に減圧しておくことである。さらに、酸化しやすいマグネシウム合金を使用する場合等、予めキャビティ内に例えばアルゴン等の不活性ガス、アルゴンと水素との混合ガス、窒素等を充満させて酸素を遮断し、成形体への酸化物の巻き込みを防止することも好ましい。

[0034] 本発明において使用する好ましいマグネシウム合金として具体例を挙げると、例えば、米国材料試験協会規格(以下、ASTMという)AZ91A～AZ91Eは铸造性がよく機械的特性もよい。また、AS41A、AS41B、AM50Aはさらに耐力、伸び等が高く、AE42は高温クリープ強度がある。また、WE43Aは上記いずれの合金よりも耐熱性を有し、WE41AやWE54Aはこれよりもさらに優れた耐熱性を有するのでコンプレッサ羽根車には好適である。これらマグネシウム合金の液相線温度は、アルミニウム合金よりもやや高温域ではあるもののチタン合金よりも十分に低温域であって、ダイカスト形成する場合、溶湯温度を液相線温度以上に調整することは容易である。好ましくは、液相線温度よりも10～80℃高温側に調整し、金型装置や成形装置の溶湯流路等の途中での溶湯凝固を確実に防止することである。

[0035] また、マグネシウム合金溶湯の製造は、使用するマグネシウム合金に好適であればどのような方法でもよいが、例えば、ガス式などの直接加熱炉や電気式などの間接加熱炉、ダイカスト成形機に設けられた溶解坩堝や溶解筒等を用いて溶解すればよい。また、マグネシウム合金溶湯は、大気中で取り扱うこともできるが、例えば希土類元素等を含むため酸化しやすいマグネシウム合金の場合には、アルゴン等の不活性ガス、 N_2 ガス、COガス、 CO_2 ガス等を使用し、酸素を遮断した雰囲気中で取り扱うことが好ましい。

[0036] 以上、一例として上述した本発明の製造方法によれば、たとえ、複数の羽根部が交互に隣接する長羽根と短羽根からなる複雑な形状を有するコンプレッサ羽根車であっても、羽根車の形状に対応する金型のキャビティが画成可能であって、鑄造成形後に羽根車を金型から離型可能であれば、形状精度が良好で緻密な鑄造組織を有

し、比強度の優れた更なる高速回転に対応可能な本発明のコンプレッサ羽根車を得ることができる。そして、格別の機械加工や鋳造後の形状調整を施すこともなく、羽根車を模した消失性模型を形成することもないため、生産効率や製造コストの点でも格段に改善され、従来よりも廉価なコンプレッサ羽根車の提供が可能となる。

実施例

- [0037] 本発明のコンプレッサ羽根車の一例として図1に示す形状を有する羽根車を、上述した本発明の製造方法により製造した。具体的には、マグネシウム合金は、液相線温度595℃のASTM規格AZ91Dを選定し、これを溶解して溶湯を準備した。そして、この溶湯を、図3に示す金型装置を配設したダイカスト成形機に供給し、図5に示す複数のスライド金型23等により画成した金型のキャビティ内に注入後、加圧維持して成形体を得た。このとき、溶湯注入前のキャビティ内は大気雰囲気とした。また、キャビティへの溶湯注入は、溶湯温度640℃、充填時間0.02秒に調整した。溶湯充填後は、圧力40MPa、時間2秒で加圧維持した後、溶湯が凝固するまで十分に冷却した。
- [0038] 次いで、図3に示す可動金型21を固定金型22と離間させた後、図7に示す構造としたスライド金型23を、図8に示す手順により成形体10から離型させ、ダイカスト形成された羽根車の成形体10を得た。図7は、スライド金型23とスライド支持具24との接合構造を示す側面図であり、スライド金型23は、その回転軸27にベアリング28を介して固定ピン29を差込んでスライド支持具24と連結させた。また、スライド支持具24の底部にガイドピン30を設け、スライド支持具24を図4に示す固定金型22に設けた溝26に沿って軸線方向9の半径方向外方に引き出す案内とした。図7は、成形体10からスライド金型23を軸線方向9に対する半径方向外方に移動させつつ回転させて離型させる具体的な動作手順を示す模式図であり、図7(a)～(d)は、スライド金型23が成形体10から離型していく状態を示している。なお、図7においては、離型動作を説明する便宜上、スライド金型23のキャビティ部分にハッチングを施している。成形体10を離型するためにスライド支持具24を移動させると、スライド金型23は、成形体10の長羽根5および短羽根6の表面形状に沿って移動しながら回転軸27を中心に自然に回転し、最終的に図7(d)のように成形体10から離型した。

[0039] そして、成形体10から不要な湯口や湯道および微細なバリを除去し、長羽根と短羽根を有し、ハブ軸部の外径13mm、ハブ・ディスク部は、外径69mm、最外周部肉厚2.5mm、羽根の肉厚は、羽根先端付近0.5mm、羽根中央付近1.2mm、ハブ面近傍の羽根付け根2.2mm、羽根車に対する羽根部全体の容積13%の形状を有する、本発明のコンプレッサ羽根車を得た。得られた羽根車のハブ・ディスク部から、JIS-Z2241に基き、試験片を採取して引張試験を実施した結果、比強度は、20℃で127MPa、200℃で70MPaであった。

[0040] 上述のように製造したコンプレッサ羽根車につき、図8～図10に羽根車の casting 組織の一例を示す。図8は、長羽根におけるハブ軸部の軸線方向にほぼ垂直な断面であり、羽根先端から4mm、肉厚1.15mm付近の casting 組織である。図9は、ハブ・ディスク部断面のハブ面の表面層であり、ハブ・ディスク部の最外径部から内側に10mm、深さ1mm付近の casting 組織である。図10は、ハブ・ディスク部の最外径部を形成する平面とハブ軸部の軸線方向とが交差する羽根車の中心部付近の casting 組織である。羽根部やハブ面の表面層には、結晶粒径5～10 μm の微細な結晶粒による均一で緻密な急冷された casting 組織が確認された。特に薄肉の羽根部には、結晶粒径5 μm 以下のより微細な結晶粒が多く形成されていた。また、羽根車の中心部には、表面層よりもやや大きい結晶粒径20 μm の結晶粒が主体となる casting 組織が確認された。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明のコンプレッサ羽根車は、自動車や船舶等の内燃機関に組み込まれる過給機の吸気側で使用される。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]コンプレッサ羽根車の一例を示す模式図である。

[図2]羽根部の一例における簡略図である。

[図3]金型装置の一例を示す全体図である。

[図4]固定金型の一例を示す要部矢視図である。

[図5]スライド金型の一例を示す模式図である。

[図6]スライド金型とスライド支持具との接合構造の一例を示す側面図である。

[図7]スライド金型の離型動作の一例を示す模式図である。

[図8]本発明のコンプレッサ羽根車の羽根部断面の鑄造組織の一例(写真)を示す図である。

[図9]本発明のコンプレッサ羽根車のディスク部断面のハブ面の表面層の鑄造組織の一例(写真)を示す図である。

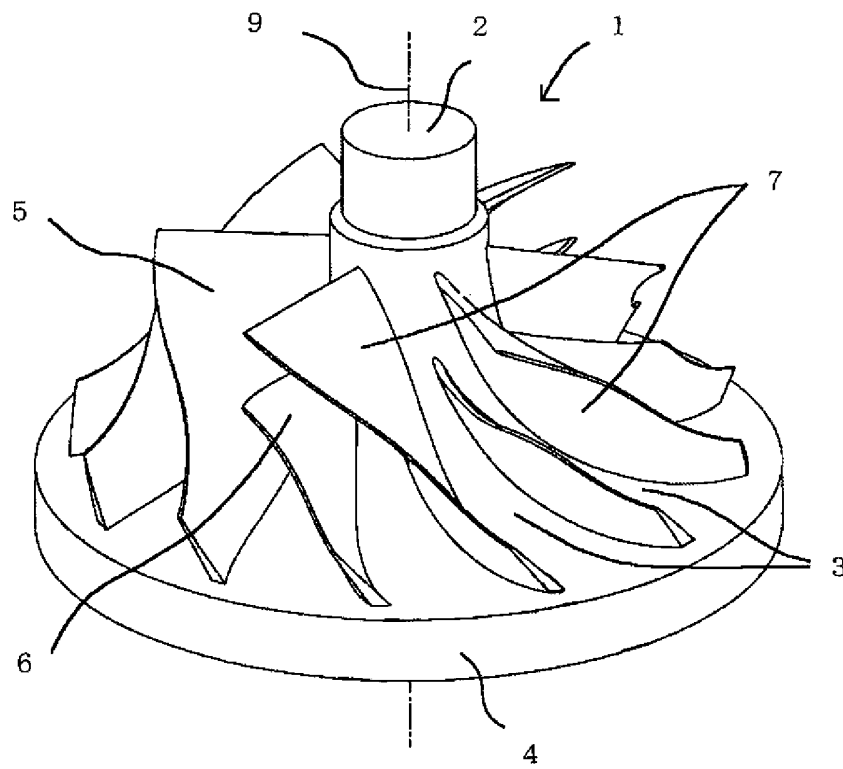
[図10]本発明のコンプレッサ羽根車の中心部断面の鑄造組織の一例(写真)を示す図である。

請求の範囲

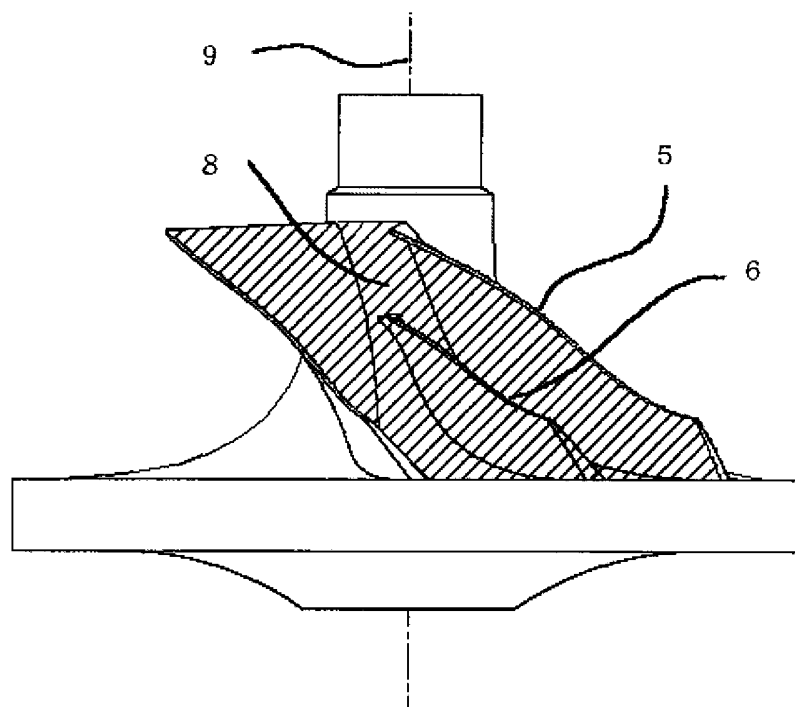
- [1] ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有する、ダイカスト品であるマグネシウム合金製コンプレッサ羽根車。
- [2] 前記複数の羽根部が、交互に隣接する長羽根と短羽根から成る請求項1に記載のコンプレッサ羽根車。
- [3] 隣接する一対の長羽根の間に形成される各ブレード空間に、前記ハブ軸部から半径方向外方に向かってアンダーカットを有する請求項2に記載のコンプレッサ羽根車。
- [4] ハブ軸部と、該ハブ軸部から半径方向に延在するハブ面を有するハブ・ディスク部と、前記ハブ面に配設された複数の羽根部とを有するコンプレッサ羽根車の形状に対応するキャビティを有する金型に、液相線温度以上のマグネシウム合金を充填時間1秒以下で供給し、かつ、引き続き前記キャビティ内のマグネシウム合金に圧力20 MPa以上を加え、時間1秒以上の間、その加圧状態を維持することを含む、ダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。
- [5] 前記加圧維持時間の経過後、前記キャビティ内の圧力を0.5MPa以下に減圧することを含む請求項3に記載のダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。
- [6] 前記複数の羽根部が、交互に隣接する長羽根と短羽根から成る請求項4または請求項5に記載のダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。
- [7] 隣接する一対の長羽根の間に形成される各ブレード空間に、前記ハブ軸部から半径方向外方に向かってアンダーカットを有する請求項6に記載のダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。
- [8] 前記キャビティは、隣接する羽根間の空間に対応する形状を有する複数のスライド金型を、前記ハブ軸部に対して放射状に配置して画成される請求項4または請求項5に記載のダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。
- [9] 前記キャビティは、前記短羽根の形状に対応する有底溝部と、該短羽根に隣接する一対の前記長羽根で画成される空間に対応する形状体とを有する複数のスライド金型を前記ハブ軸部に対して放射状に配置して画成される請求項6または請求項

7に記載のダイカスト法によるコンプレッサ羽根車の製造方法。

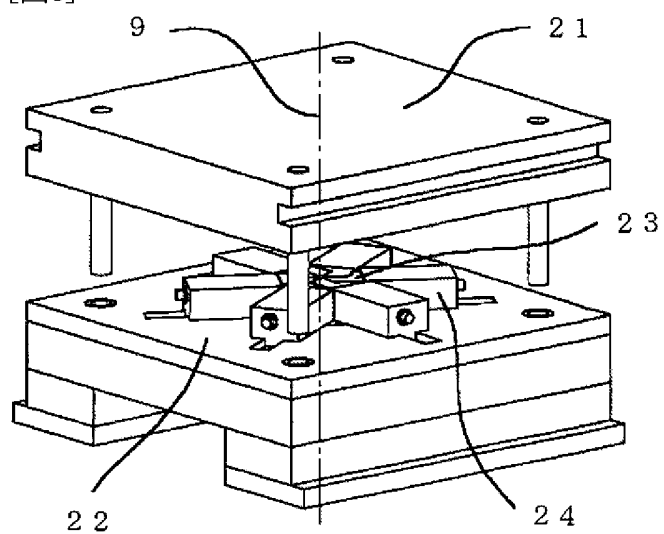
[図1]



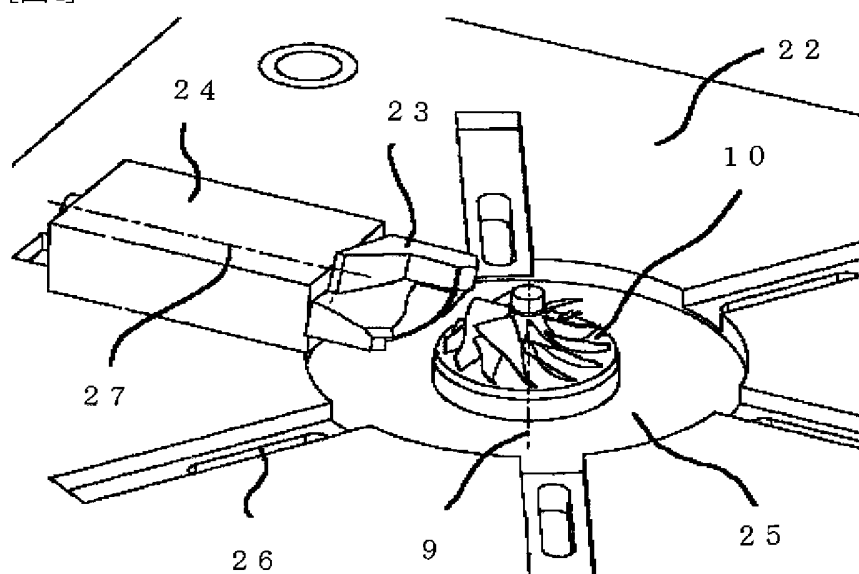
[図2]



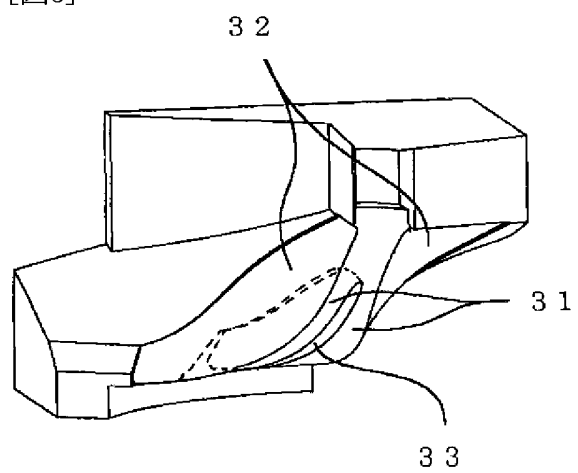
[図3]



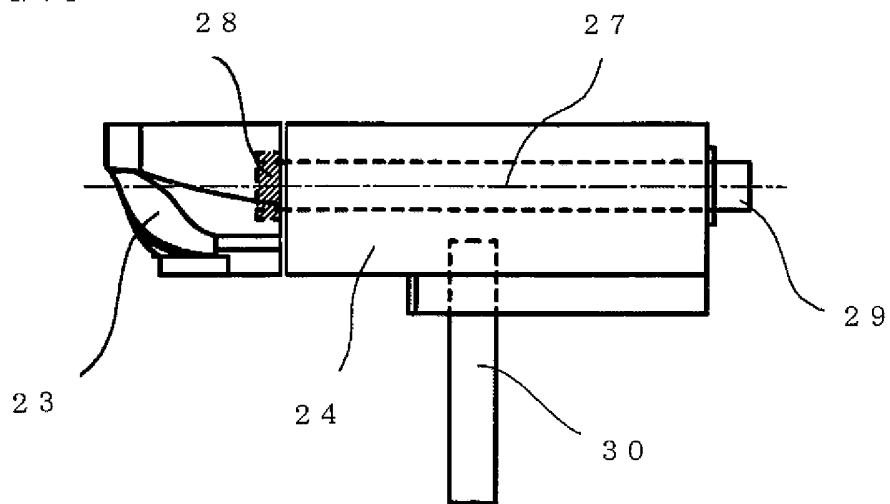
[図4]



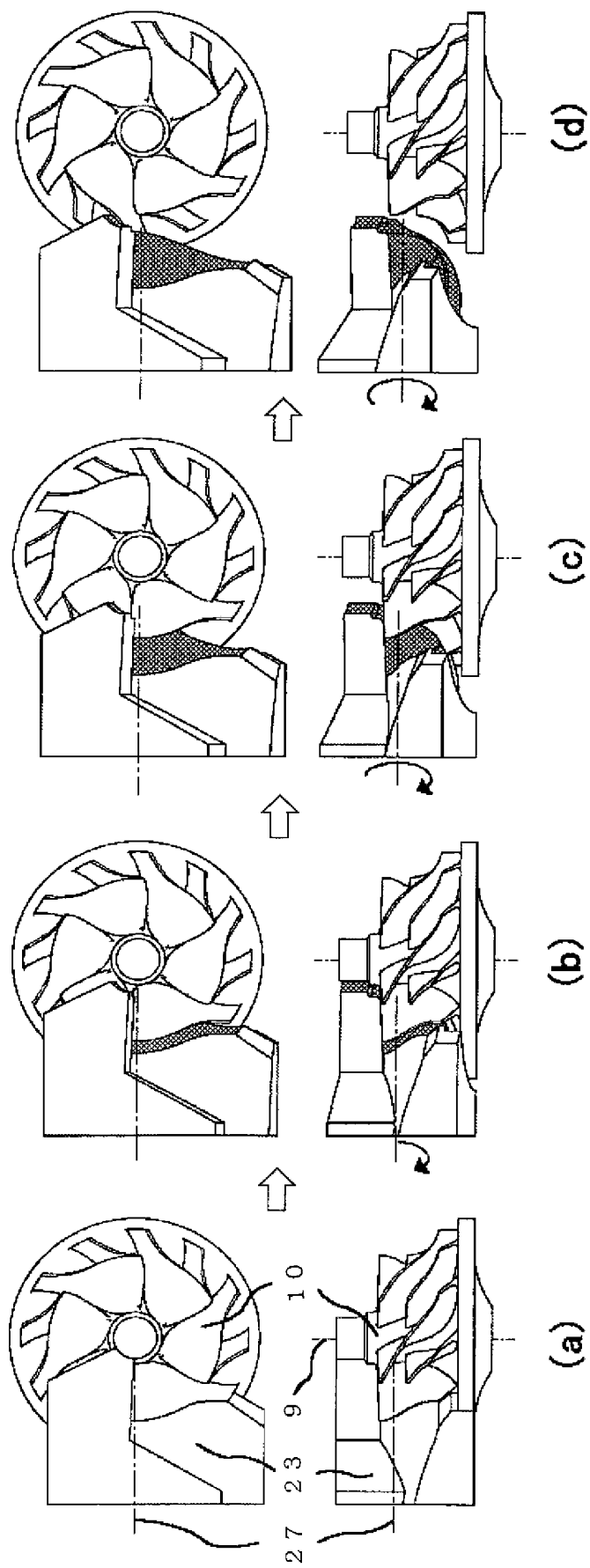
[図5]



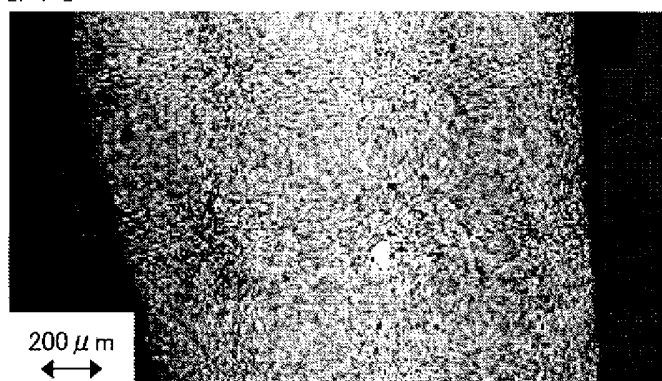
[図6]



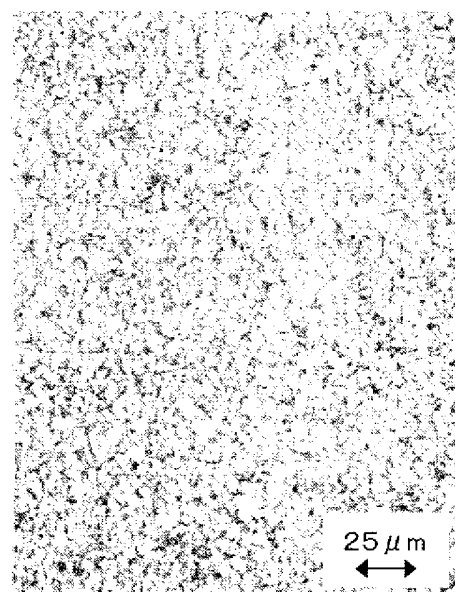
[図7]



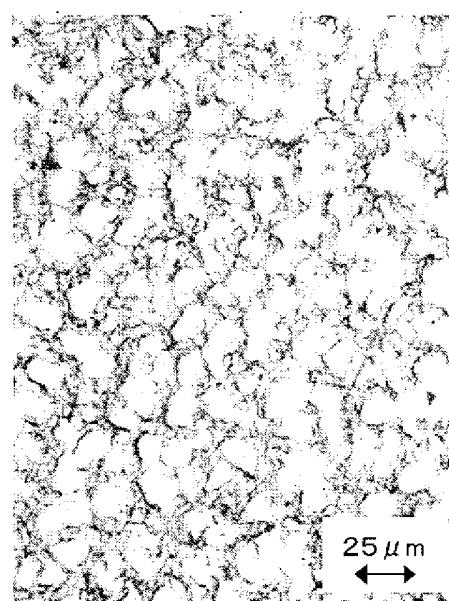
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303066

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22D17/00 (2006.01), **B22C9/06** (2006.01), **B22D17/22** (2006.01), **F04D29/30** (2006.01)

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)

B22D17/00 (2006.01), **B22C9/06** (2006.01), **B22D17/22** (2006.01), **F04D29/30** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X <u>Y</u>	JP 2005-030382 A (Komatsu Ltd.), 03 February, 2005 (03.02.05), Par. No. [0001]; Fig. 1 & GB 2402991 A	1-3 <u>4-9</u>
Y	JP 05-131259 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 28 May, 1993 (28.05.93), Par. No. [0006] (Family: none)	4-9
Y	JP 2004-122146 A (Aisin Keikinzoku Co., Ltd.), 22 April, 2004 (22.04.04), Par. Nos. [0004], [0005], [0012] (Family: none)	4-9

☐ 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
 "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
24 May, 2006 (24.05.06)

Date of mailing of the international search report
06 June, 2006 (06.06.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B22D17/00 (2006. 01), B22C9/06 (2006. 01), B22D17/22 (2006. 01), F04D29/30 (2006. 01)

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 (I P C))

Int.Cl. B22D17/00 (2006. 01), B22C9/06 (2006. 01), B22D17/22 (2006. 01), F04D29/30 (2006. 01)

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 年

国際調査で使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
X Y —	JP 2005-030382 A (株式会社小松製作所) 2005. 02. 03, 【0001】 , 【図 1】 & GB 2402991 A	1-3 4-9
Y	JP 05-131259 A (東芝機械株式会社) 1993. 05. 28, 【0006】 (パテントファミリーなし)	4-9
Y	JP 2004-122146 A (アイシン軽金属株式会社) 2004. 04. 22, 【0004】 , 【0005】 , 【0012】 (パテントファミリーなし)	4-9

☐ 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

2 4 . 0 5 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 6 . 2 0 0 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

馳平 憲一

4 E

3 2 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5