

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年4月16日(16.04.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/053373 A1

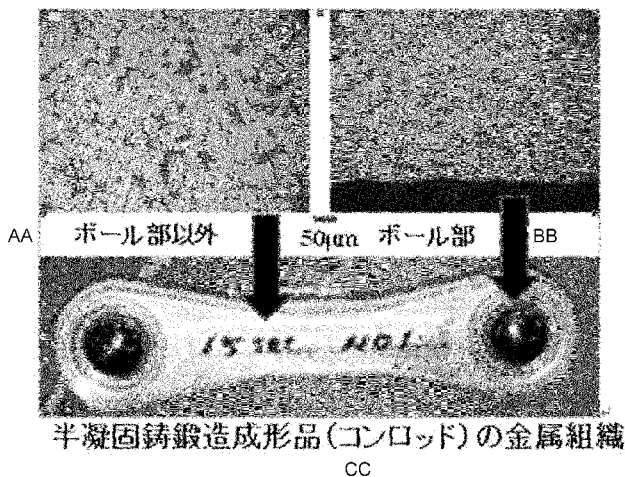
- (51) 国際特許分類:
B22D 27/09 (2006.01) *B22D 19/00* (2006.01)
B22D 18/02 (2006.01) *B22D 27/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/077106
- (22) 国際出願日: 2014年10月9日(09.10.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-212386 2013年10月9日(09.10.2013) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 板村 正行(ITAMURA, Masayuki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 安斎浩一(ANZAI, Kouichi); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 福森 久夫(FUKUMORI, Hisao); 〒1010035 東京都千代田区神田紺屋町5矢野ビル3F 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SEMISOLID CASTING AND FORGING DEVICE AND METHOD, AND CAST AND FORGED PRODUCT

(54) 発明の名称: 半凝固鑄鍛造装置及び方法並びに鑄鍛造品

[図8]



AA... NON-BALL PART
BB... BALL PART
CC... METAL STRUCTURE OF SEMISOLID CAST AND FORGED MOLDED PRODUCT (CONNECTING ROD)

(57) Abstract: According to the present invention, excellent products, thick products as well as thin products, having fine mechanical properties and microstructures can be produced without the use of complicated processes or equipment. Provided is a semisolid casting and forging method in which a molten metal is poured, in such a way that supercooling occurs, into the lower mold of a press which is controlled so that the solid phase ratio achieves a desired constant value, and after a semisolid slurry is produced, the semisolid slurry is compressed to form a product by moving the upper mold or the lower mold at a speed such that the speed from the moment when at least the upper mold comes into contact with the semisolid slurry is 0.1-1.5m/s. It is preferable to employ crystal grains having a grain size such that fluidity increases due to compression, and thus a grain size of 50 µm or less is preferable.

(57) 要約: 機械的特性に優れ、また、微細組織を有する優れた製品を、薄物製品のみならず厚物製品についても、複雑な工程、装置を用いることなく製造することができる。固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が0.1~1.5m/sの速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法である。圧縮により流動性が上がる粒径の結晶

粒とすることが好ましく、粒径は、50 µm以下が好ましい。

WO 2015/053373 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半凝固鑄鍛造装置及び方法並びに鑄鍛造品

技術分野

[0001] 本発明は、半凝固鑄鍛造装置及び方法並びに鑄鍛造品に係る。

背景技術

[0002] 例えば、自動車に対する大きな社会的ニーズとして燃費向上が強く求められている。これには軽量化が効果的でありアルミ素材やプラスチック素材の採用が進んでいるが強度と精度を両立させられず技術的課題となっている。また、近年のエコ意識の高まりを受け、自転車産業も活況であるが、ここでも製品差別化として軽量化や強度その他の機械的特性の向上化、品質感向上化がニーズとして求められていることに対して前出の課題がある。そして、電子機器その他の分野においても軽量化や強度その他の機械的特性の向上化、品質感向上化が求められている。

[0003] 現在、軽量化（薄肉化）、機械的特性の向上に対応する技術として半凝固鑄造技術が知られている。

[0004] 半凝固鑄造技術にはレオキャスト法とチクソキャスト法がある。

レオキャスト法は、合金を液体状態から攪拌しながら冷却して、初晶を粒状に成長させて所定の固相率に到達した時点で成形する方法で、半凝固ダイカスト法とも呼ばれる。

一方、チクソキャスト法は、合金を溶融した後に攪拌しながら一旦凝固させてビレットを製作し、鑄造の際に再度ビレットを加熱して固液共存状態にしてから成形する方法であり、半溶融ダイキャスト法とも呼ばれる。

チクソキャスト法は、組織調整された特殊なビレットが高価であるという問題点がある。また、ビレットを再溶融して半溶融スラリーとしたものを鑄造するため、省エネルギーに欠けるという問題点がある。さらに、一度鑄造したものは再溶解して使用できないため、リサイクルできないという問題もある。そのため、現在はレオキャストが主流である。

[0005] 所定量の固相を晶出させた後に射出スリーブに固液共存状態のスラリーを投入して射出充填する方法（NRC法：Ube' s New Rheocasting Process）がある（例えば、特許文献１）。

しかしながら、NRC法は、半凝固スラリーの生成に時間を要し、設備が大きく高価であることと核発生数が十分でないため球状結晶の微細化に限界があった。

[0006] かかる限界を破る技術として、すなわち、小型設備で安価に迅速かつ簡便にスラリーを生成させ、かつ核発生数を多くする技術として、電磁攪拌によるナノキャスト法（特許文献２）や、自己攪拌によるカップ法（特許文献３）が提供されている。

[0007] その後、球状結晶の微細化に取り組み、注湯時におけるスリーブ内の溶湯温度を最適に制御することで 従来のスラリー生成設備をもたないで、スリーブ内にて多くの結晶核を晶出させ、結晶成長を適切に制御することで通常のレオキャストにおいて得ることができなかった微細な球状結晶を生成させる半凝固スラリー生成プロセスが開発されている（特許文献４）。

[0008] 一方、型内で溶湯を鍛造するいわゆる溶湯鍛造技術のうち、レオキャスト法を用いる技術及びチクソキャスト法を用いる技術については、例えば、特許文献５、６に記載された技術が提供されている。

特許文献５記載技術は、半凝固状態になった塊状混合物（ビレット）を、塊状混合物より低い温度に加熱されている下型の中央に設置し、ついで、上型を下型に接近させることで半凝固状態にある塊状混合物を圧縮変形させている。

[0009] しかし、特許文献５記載技術では、製品質量に対する原料質量が大きく、そのためコスト高になるという課題がある。なお、ここで、「原料質量」とは前記下型内に供給する原料の質量であり、「製品質量」とはバリ、余肉その他の製品外部分を除いた部分の質量である。なお、原料質量、製品質量ともに室温における質量である。

また、薄肉部（例えば１mm以下の厚み部）を有する製品の場合、薄肉部

には余肉を付しておく必要があるため、その部分は切削加工せざるを得ず、そのための工程もコスト高の要因となってしまう。

特許文献6（特開平4－182054号公報）では、プレス型内に金属材料の溶湯を注湯後、全体に予圧をかけた状態で一定時間保存し、凝固開始から凝固終了後300℃低下するまでの間金属材料の少なくとも一部に付加的圧力を加えて変形を与える溶湯鍛造技術が開示されている。

[0010] しかし、特許文献6の技術では、予圧付与と、付加的圧力付与という複数段階の工程を経る必要があり、工程が複雑であるとともにそのための装置も複雑にならざるを得ない。

また、非特許文献1には、製品形状に近い金属容器の中に半凝固スラリーを生成し、半凝固スラリーを金型に投入し、金型により圧縮成形を行う技術が開示されている。

この方法によれば球状組織は得られるが、一旦半凝固スラリーを作成し、それを金型に移す工程が必要である。また、製品質量に対する原料質量が大きく、この技術も原料面からコスト高となる。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2003－126950号公報

特許文献2：特許4134310号公報

特許文献3：特許3919810号公報

特許文献4：W02013／039247A

特許文献5：特開2009－235498号公報

特許文献6：特開平4－182054号公報

非特許文献

[0012] 非特許文献1：平成23年第3次補正予算事業戦略基板技術高度化支援事業「半凝固鋳鍛造成型法による自動車用高機能製品の開発」研究開発成果等報告書 平成25年3月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、薄肉部（1 mm以下の肉厚部）を有する製品であっても、複雑な工程、装置を用いることなく極めて高い材料歩留りをもって製造することが可能な半凝固鋳鍛造法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 請求項1に係る発明は、下型のキャビティー内に溶湯を注湯し、上型又は前記下型を移動させ、半凝固状態で成型を行うための溶湯鍛造装置であって、前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1-10秒となるように前記速度が調整可能である半凝固溶湯鍛造装置である。

[0015] 請求項2に係る発明は、前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1-5秒となるように前記速度が調整可能である請求項1記載の半凝固溶湯鍛造装置である。

[0016] 請求項3に係る発明は、前記キャビティー内に前記溶湯を注湯する際における上型と下型との距離は30-50cmである請求項1又は2項記載の半凝固溶湯鍛造装置である。

[0017] 請求項4に係る発明は、前記上型又は前記下型の速度が少なくとも0.03-5m/sの間で可変である請求項1乃至3のいずれか1項記載の半凝固溶湯鍛造装置である。

[0018] 請求項5に係る発明は、下型のキャビティー内に溶湯を注湯し、上型又は前記下型を移動させ、半凝固状態で成型を行う半凝固溶湯鍛造方法であって、前記注湯後におけるスラリー中の粒径が50μm以下となるようにしてスラリーを作成し、前記注湯後0.1-10秒の範囲の時間内に型成形を開始する半凝固溶湯鍛造方法である。

[0019] 請求項6に係る発明は、前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1-5秒となるように前記速度が調整可能である請求項5記載の半凝固溶湯鍛造方法である。

[0020] 請求項7に係る発明は、固相率が所望する一定の値となるように制御された

プレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が0.1～1.5 m/sの速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法である。

[0021] 請求項8に係る発明は、固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、圧縮により流動性が上がる粒径の結晶粒を有する半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が0.1～1.5 m/sの速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法である。

[0022] 請求項9に係る発明は、固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、粒径が50 μm以下の結晶粒を有する半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が0.1～1.5 m/sの速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法である。

[0023] 請求項10に係る発明は、注湯時における溶湯温度は、液相温度より10～30℃高い温度である請求項5ないし9のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法である。請求項11に係る発明は、液相線を通過する際における冷却速度は2℃/s以上である請求項5ないし10のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0024] 請求項12に係る発明は、前記下型の温度は、200℃±100℃である請求項5ないし11のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0025] 請求項13に係る発明は、前記上型の温度と前記下型の温度とは異なっている請求項5ないし12のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0026] 請求項14に係る発明は、前記上型の一部又は全部の温度は前記下型の温度より低い温度である請求項13記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0027] 請求項15に係る発明は、(製品質量)/(原料質量)が0.9以上である請

求項 5 ないし 14 のいずれか 1 項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0028] 請求項 16 に係る発明は、半凝固スラリー中に他の部材を埋込んで、複合材からなる製品とする請求項 5 ないし 14 のいずれか 1 項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0029] 請求項 17 に係る発明は、前記上型にピンロッドを挿入し、該ピンロッドの先端に他の部材を着脱可能に保持させておく請求項 15 記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0030] 請求項 18 に係る発明は、前記他の部材を、磁気力又は真空チャック力により前記ピンロッドに保持する請求項 17 記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0031] 請求項 19 に係る発明は、離型剤として、粉末離型剤を用いる請求項 5 ないし 18 のいずれ 1 項記載の半凝固鑄鍛造法である。

[0032] 請求項 20 に係る発明は、50 μ m 以下の球状組織を有するとともに、一部に鍛造組織を有する半凝固鑄鍛造品である。

[0033] 請求項 21 に係る発明は、本体に他の部材が埋め込まれており、当該他の部材は、溶湯鍛造時に埋め込まれたものである請求項 20 記載の半凝固鑄鍛造品である。

[0034] 請求項 22 に係る発明は、前記他の部材近辺における組織は鍛造組織である請求項 20 記載の半凝固鑄鍛造品である。

[0035] 請求項 23 に係る発明は、前記半凝固鑄鍛造品はコンロッドである請求項 19 乃至 22 のいずれか 1 項記載の半凝固鑄鍛造品。

[0036] 請求項 24 に係る発明は、請求項 5 乃至 19 のいずれか 1 項記載の方法により形成した半凝固鑄鍛造品である。

[0037] 以下に、本発明をなすに際して得た知見とともに本発明を説明する。

本発明は、湯鍛造装置に係り、その中の半凝固状態で型成形を行うための装置である。

[0038] 溶湯鍛造装置は、型内に溶湯を注湯後、型締めを行い、固相状態に達するのを待ち、固相状態に達した後に必要に応じて一部又は全体に荷重を加えて引け収縮分の空間が生じないようにしている。この技術は、鍛造成形とは異なる

る。すなわち、大きな鍛造圧力で成形を行うというものではない。型は、凝固までは溶湯を保持する容器としての機能を有するのみである。また、固相状態に一部又は全部に圧力を加えるが、加工量は引け収縮量に相当する量であるため加工時における変形抵抗は小さく、従って、加工硬化もほとんど生じていない。従って、従来の溶湯鍛造装置は、型の移動速度を速くする必要性がなく、そのため型の移動速度は遅く設計されている。

[0039] 一方、半凝固状態で型成形する技術においては、型外において円柱状の半凝固ビレット（スラリー）を作成後、該スラリーを下型上に載置し、次いで上型を移動させて型成形を行う技術がある。この技術においては、型外におけるスラリー作成時にスラリーの性状は決まってしまう。すなわち、上型の移動速度は製品特性に大きな影響を与えるわけではない。また、型外から下型上に搬送し、上型を移動させるためには少なくとも数秒の時間を要する。従って、スラリー作成時と、下型への移動後とではスラリー特性は変化してしまうことが避けられない。

[0040] 本発明は、下型のキャビティー内に溶湯を注湯し、上型又は前記下型を移動させ、半凝固状態で成型を行うための溶湯鍛造装置である。

[0041] 本発明では、下型のキャビティー内に溶湯を注湯する。従って、半凝固スラリーは下型のキャビティー内において形成される。

[0042] 本発明では、下型キャビティー内において半凝固スラリーを形成することによって一つの特徴を有している。すなわち、型外において半凝固スラリーを形成して、該スラリーを下型上に際して型成形を行うものではない。

[0043] 本発明では、下型キャビティー内において半凝固スラリーを形成することによって一つの特徴を有している。すなわち、型外において半凝固スラリーを形成して、該スラリーを下型上に移して型成形を行うものではない。

[0044] そして、本発明のさらなる特徴は、スラリーの性状の制御を下型内におけるスラリー形成時に行う点にある。従来、型内におけるスラリー形成時にスラリーの性状を制御するという技術は存在しない。

[0045] スラリーの性状の制御は、下型キャビティーへの注湯温度（好ましくは融点

プラス5－50℃以下の温度、より好ましくは融点プラス5－30℃以下の温度)、注湯後の溶湯からの抜熱量及び抜熱速度を制御して、過冷度を一定以上の大きさとし、スラリー中の粒子の粒径が50 μm 以下になるように制御する。型の熱容量、熱伝導率、下型温度、溶湯の潜熱などを考慮して設計すればよい。注湯後自己攪拌が生じるように、下型のキャビティー底面から一定以上の高さから注湯を行うことが好ましい。例えば、上型と下型を合わせた際に形成される型内部の空間の高さ方向の2倍以上の高さから注湯を行うことが好ましい。あるいは下型底からの高さが下型の平均直径Dの3.5倍以上の高さから注湯を行った。なお、平均直径は、下型の製品面積の1/2乗としても「よい。製品形状に応じて自己攪拌が生じる高さを予め実験などにより求めればよい。

[0046] また、注湯後型成形開始までの時間により、製品中における結晶粒径、強度、型充填度は変化する。

[0047] 従来の溶湯鍛造は、引け収縮量を補てんする意味における型鍛造であるため、注湯後必ず保持時間があつた。本発明では、下型内でスラリーの性状の制御をおこなっているため、注湯後俊瞬時に50 μm 以下の粒径のスラリーが形成されることもある。また、その状態のスラリーは多くの核が消滅せずに含まれている。

[0048] 従って、注湯後、0－10秒以内に型成形が開始されると、流動性よく成形でき、また、結晶粒の小さな製品を得ることができる。ただ、実際の装置においては、0.1－10秒の範囲内となる。この範囲内において、最適なスラリー性状に対応した経過時間を選択して型成形を開始すればよい。

[0049] 前述した文献においては、半凝固鑄鍛造（レオキャストを用いたもの）、半溶融鑄鍛造（チクソキャストを用いたもの）に触れてはいるが、その具体的実施例についての開示は無い。特に、半凝固鑄鍛造については、注湯温度その他の具体的条件についての開示は全くなく、どのように実施すべきか明確ではない。従って、完成した技術ということとはできない。

[0050] 本発明者は、半凝固鑄鍛造について、具体的条件の探究を行ったところ、

型内における半凝固スラリーの条件（ひいては、その作成条件）によっては、原料質量を著しく減少させても、欠肉部がなく、良好な金属組織を有する製品が得られる場合があることを見出した。

[0051] ただ、その再現性が良好ではなかった。そこで、実験を重ねたところ、半凝固スラリーの作成条件のみならず、鍛造条件をも制御した場合に良好な製品を再現性良く実現できることを見出した。

[0052] すなわち、本発明では、半凝固スラリーの製造については、固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯する。例えば過冷却の程度を制御することにより発生する核の数、ひいては半凝固スラリー中の結晶（例えば初晶）の粒径を制御することができる。

[0053] 粒径が $50\mu\text{m}$ 以下の結晶が均一に分布する半凝固スラリーを形成する過冷却を生じさせるためには、例えば、注湯時における溶湯温度は、液相温度より $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 高い温度とすることが好ましい。 10°C 未満では核発生前に凝固が始まってしまう可能性があり、また、 30°C を超えると発生した核が潜熱のため消滅してしまう可能性がある。なお、例えば、下型の温度を調整することにより過冷却の程度を制御することができるため $50\mu\text{m}$ 以下よりさらに微細な、 $30\mu\text{m}$ 以下、 $10\mu\text{m}$ 以下の結晶を有する半凝固スラリーの形成も可能である。下型の温度は、低い方が過冷却が生じやすい。従って、実際の製造にあたっては、下型の温度を変化させる実験を予め行うことにより結晶の粒径を調整できる。

[0054] 液相線を通過する際における冷却速度は $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上が好ましく、 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上がより好ましい。冷却速度が $2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の場合には、注湯した溶湯は、表面部と内部との温度差が短時間になくなる。すなわち、短時間に全体が均一温度となる。そのため、発生した核も偏在せず、より全体に分布するものと考えられる。

[0055] 本発明者は、このことを実験により確認した。

すなわち、図9に示すように、注湯温度を720℃、660℃、640℃と変化させたところ、640℃の場合は、それ以上の温度の場合に比べて短時間で全体が均一温度になった。

なお、図に示す実験は、AC4CHで行った。

[0056] 以上のように、本発明方法においては、過冷却が生ずるように制御して半凝固スラリーを作成している。半凝固スラリーは温度分布のばらつきが少ないため均一に核も分布し、局部的に凝固が生ずることが少ない。そのため、微細な結晶粒（初晶）が均一かつ緻密に分布する。

薄肉部を有する場合には、液体状態で流動すると表面張力のため局部的に凝固が生じ、凝固部が流動のストッパーとなるため薄肉部は充填されがたい。それに対して、本発明の半凝固スラリーの場合は、好ましくは粒径が50 μm 以下という微細な結晶粒を全体的に有しているため転がるように移動するため局部的凝固が生じにくいと推測される。その結果、薄肉部があっても充填される。そのため、余分な肉を設けなくともよく、材料の節約となり、また、余肉の切削という工程を省略することができる。

本発明者は、かかる半凝固スラリーを作成して実験を試みたが、必ずしも、薄肉部が充填されない場合があった。なお、粒径は、長径と単径との平均をとって測定する。

[0057] 本発明者は、さらなる実験を重ねた結果、プレス速度が影響を与えていることを見出し、プレス速度を変化させたところ、0.1～1.5 m/sの範囲で圧縮を行えば、薄肉部があっても充填されることを見出し本発明をなすにいたったものである。

プレス速度で重要なことは、上型が半凝固スラリーと接触した以降の速度が0.1～1.5 m/sの範囲内であることである。型の移動開始から、上型が半凝固スラリーに接触するまでは空間を抵抗なく移動するが、プレス装置の容量によっては、半凝固スラリーが存在するためそれが抵抗となり速度が低下することがある。特に、固相率が高い場合は、そのようになりやすい。従って、上型が半凝固スラリーに接触後のプレス速度が0.1 m/s以上

に維持されるようにしておく必要がある。

[0058] なお、型が移動開始してから半凝固スラリーに接触するまでの時間も短い方が好ましいため、その間のプレス速度も $0.1 \sim 1.5 \text{ m/s}$ とすることが好ましい。

$50 \mu\text{m}$ 以下の微細な結晶粒を有している半凝固スラリーに、上型が半凝固スラリーと接触し、加圧による圧縮が始まった後のプレス速度（すなわち、加圧速度）を高速にすると半凝固スラリーの見かけ粘度は低下する。かかる見かけ粘度の低下は $50 \mu\text{m}$ 以下という微細な粒径の場合にのみ生ずることである。これは、加圧速度を高速にするとせん断速度も上昇するため、チクソトロピー状態の液体試料に与える歪みのせん断速度を上昇させたときに徐々に粘度が下がるという現象が本半凝固スラリーにおいても生じているためではないかと推測される。その結果、固相率が高い半凝固スラリーであっても流動性が確保される。

[0059] 結局、本発明においては、粒径が微細であるために粘性が小さいことに加え、プレス速度を速くすることにより、より一層の粘度の低下、ひいては流動性の上昇を生じさせることができたため薄肉部を有する製品であっても成形が可能となったものである。特に、 $(\text{製品質量}) / (\text{原料質量})$ が 90% 近い場合であっても成形が可能であるという著しい成形効果は、このような粘度の低下に起因するものと推測される。

[0060] プレス速度が 0.1 m/s 未満の場合には、結晶の粒径が $50 \mu\text{m}$ 以下と小さい場合であっても粘度の低下は生じないため $(\text{製品質量}) / (\text{原料質量})$ は必ずしも良好ではない。従って、 0.1 m/s 以上とする。なお、粘度の低下という効果の観点からは、 0.5 m/s 以上がより好ましい。ただ、 1.5 m/s を超えても上記効果は飽和するとともに金型への衝撃が生じてしまうこと、また、ガスの巻き込みのおそれがあるため 1.5 m/s 以下とする。

[0061] 一般に、固相率が高くなると粘度は大きくなり、ある値を超えると流動しなくなる。この値を流動限界固相率という。材料により流動限界固相率は異

なる。従来においては、例えば、アルミニウム合金で80%で行ったものはない。本発明においては、粒径を50 μ m以下と小さくするとともに加圧速度を0.1m/s以上の高速とすることにより半凝固スラリーのみかけ上の粘度を低下させることができ、そのため流動限界固相率が高くなり、高い固相率の半凝固スラリーを使用することが可能となる。

[0062] 型表面に接触して凝固が始まった部分については塑性変形による加工組織と同様の鍛造組織となり、鑄造組織と鍛造組織とを有する製品を得ることも可能となる。

[0063] 所望する製品組織に応じて、固相率を決定すればよい。例えば、20～90%の範囲で適宜決定すればよい。

[0064] 下型の温度は、200℃±100℃とすることが好ましい。

[0065] 下型の熱容量（体積、材質により変動する）により、後述する熱バランス（熱平衡）がとれるように適宜温度を調整すればよい。

[0066] なお、上型の温度と下型の温度とは異なる温度に設定することにより他の条件に対応して製品の金属組織を適宜調整することができる。

[0067] 上型の一部又は全部の温度は下型の温度より低く設定することができる。例えば、下型からの抜熱量が大きい場合には、上型の温度を下型より低く設定してあれば上型からの抜熱も生じるため半凝固スラリーの上下の温度差を少なくすることができる。つまり、半凝固スラリーの上下の面で温度差がある場合は、核の発生、消滅につき差異が生じ、その結果、製品の組織についても不均一となる。

[0068] 逆に、製品のある一定部位につき他の部分と特性の差異を設けたい場合、例えば、上面のある部分のみ強度を持たせたい場合には、その部分に対応する上型の部分を冷却しておけば、その部分は固体状態となり、圧縮力を加えると、その流体移動ではなく、塑性変形が生じるため加工硬化によりその部分は高硬度あるいは高強度となる。なお、型内部にヒータあるいは冷媒通路（図示せず）を設けておけば型の温度制御を容易に行うことができる。

[0069] 半凝固スラリーを作成するに際して、金型の熱容量が大きい、あるいは、

熱伝達係数が大きいため、抜熱量が大きすぎる場合は、粉体離型剤を用いることにより抜熱量を調整することができる。粉末離型剤は、水溶性離型剤よりも熱伝達係数が大きいため熱抵抗の役目を果たすものである。また、水溶性離型剤は、型に噴霧した場合、型温度を低下させてしまい、熱バランスの調整が難しくなるため、この点からも粉体離型剤が好ましい。

発明の効果

[0070] 本発明によれば、機械的特性に優れ、また、微細組織を有する優れた製品を、薄物製品のみならず厚物製品についても、複雑な工程、装置を用いることなく製造することができる。

図面の簡単な説明

[0071] [図1]本発明方法に使用可能な成形装置の概念図である。

[図2]本発明の実施例1の工程示す金型配置図である（注湯前）。

[図3]本発明の実施例1の工程示す金型配置図である（注湯）。

[図4]本発明の実施例1の工程示す金型配置図である（鍛造）。

[図5]本発明の実施例2の工程示す金型配置図である（注湯前）。

[図6]本発明の実施例2の工程示す金型配置図である（注湯）。

[図7]本発明の実施例2の工程示す金型配置図である（鍛造）。

[図8]本発明の実施例2により形成した製品の金属組織図及び外観を示す写真である。方法に使用可能な成形装置の概念図である。

[図9]注湯温度が半凝固スラリーの熱分布均一性に与える影響を示すグラフである。

符号の説明

[0072] 10 成形装置

12 ベッド

14 コラム

20 スライド

22 油圧シリンダ

24 上型

３２ ボルスタ

３４ 下型

５０ｄ 製品

５１ 他の部材（ボール）

５３ ピンロッド

発明を実施するための形態

[0073]

図１は本発明に係るアルミニウム合金の成形方法に適用される成形装置の一例を示す全体構成図である。この装置は、特開２００７－１１８０３０号公報において開示されている装置をシンプルにしたものであらう。

[0074]

図１に示す成形装置１０は、例えば、油圧プレスであり、ベッド１２、コラム１４及びクラウン１６でフレームが構成され、スライド２０は、コラム１４に設けられたガイド部１８により鉛直方向に移動自在に案内されている。スライド２０は、クラウン１６上に設けられた第１油圧シリンダ２２によって駆動力が伝達され、図１上で上下方向に移動させられる。このスライド２０の下端には上型２４が取り付けられている。

[0075] 一方、成形装置１０のベッド１２に設けられたボルスタ３２上には下型３４が取り付けられている。

スライド２０を下降させることにより下型３８内の空間部に配置された溶湯、半凝固スラリー、半凝固プレフォームビレットを圧縮加工し、製品を形成する。

下型３４の熱容量が設計される。

[0076] また、下型と注湯した材料とが熱平衡状態に達したときに任意に選択した特定の固相率となるように、下型の熱容量、注湯する溶湯の熱容量、潜熱をあらかじめ計算して、所定の固相率において熱バランスが取れるように下型寸法、溶湯温度、下型の温度、溶湯量などを設計した。

[0077] 溶湯と下型との温度が同じになったとき熱の移動はなくなり、それ以上温

度は変化しないと考える。このときの温度 T_{eq} （以下、平衡温度と呼ぶ）は次式で与えられる。

[数1]

$$T_{eq} = \frac{T_c + \gamma T_m + H'_f f_s}{1 + \gamma} \quad - (1)$$

ここで、 T_c は溶湯初期温度、 T_m は下型初期温度、 H'_f は凝固潜熱を比熱で除したもの、 f_s は固相率である。また、 γ は、下型の温度を1 K上昇させるために必要な熱量を溶湯の温度を1 K上昇させるために必要な熱量で除したもので、次式で与えられる。

$$\gamma = (\rho_m c_m V_m) / (\rho_c c_c V_c) \quad - (2)$$

ここで、 ρ は密度、 c は比熱、 V は体積であり、添字 c は溶湯、添字 m は下型のものであることを示す。

[0078] 下型内への溶湯の注湯に際しては、下型底からの高さが下型の平均直径 D の3.5倍以上の高さから注湯を行った。なお、平均直径は、下型の製品面積の1/2乗とする。

[0079] 製品形状は特に問わないが、下型の底面は平坦な形状が好ましい。底面が高低を有する形状であっても高低差は、製品の厚さの1/2以下が好ましく、1/4以下がより好ましい。溶湯は、低い部分に溜まり、圧縮率にアンバランスが生じてしまう。

[0080] 本発明の対象となる金属は、特に限定されない。特にアルミニウム合金などの低融点合金が有効である。JISに規定するAl-Si系(ADC1)、Al-Si-Mg系(ADC3)、Al-Si-Cu系(ADC10、10Z、ADC12、12Z、ADC14)、Al-Mg系(ADC5, 6)なども好適に用いられる。

[0081] アルミニウム合金以外に、マグネシウム合金、亜鉛合金その他の合金についても同様の効果が得られる。

一般的には、固相率が高いと流動性が悪くなり、射出には高い圧力を要し、金型内の薄肉部を充填することは困難になると考えられている。

[0082] しかし、高い固相率であっても半凝固体における粒径が小さければ流動性は確保されること、むしろ高い固相率の方がより確実に薄肉部を充填することが判明した。

固相率としては30%以上が好ましい。ただ、60%を超えるとプレス圧力が高くなってしまうため、60%以下が好ましい。

[0083] 液相線を通過する際における冷却速度は2℃/s以上が好ましい。

冷却速度は2℃/s以上が好ましく、特に20℃/s以上の場合には、非常に微細な（粒径2～4 μm）な粒子が分布する。この微粒子の存在が、より薄肉でかつガスの巻き込み、巣がほとんど無いダイカスト製品の製造を可能としていると考えられる。

実施例

[0084] （実施例1）

本例では、コンロッドの作成を行なった。

型は、図2に示す上型24と下型34とを用いた。

あらかじめ金型内における溶湯温度が適正な固相率をもつ半凝固スラリーになるよう最適条件を求め、半凝固鑄鍛造成形を行った。

半凝固鑄鍛造成形の工程を次に示す。

- 1－溶湯温度・金型温度の設定
- 2－下金型への注湯
- 3－型締め位置への移動
- 4－型締め
- 5－充填
- 6－成形完了
- 7－型開
- 8－成形品の取り出し

[0085] 図3に示すように、下型34の空間部に溶湯を注湯した。

次いで、図4に示すように、上型24を下降させ、半凝固スラリーを圧縮し、製品を形成した。

成形機は光栄製作所製20ton油圧サーボプレスを用い金型温度は下型34(固定側)、上型24(可動側)のいずれも250℃とし、溶湯温度は620℃(AC4CH)に設定した。

溶湯を下型34へ注湯し、上型24を0.1m/sの速度で下降させた。上型24が半凝固スラリーに接触後もそのままの速度、すなわち、0.1m/sの速度を維持してプレス成形を行った。

凝固後型から製品50dを取り出した。

なお、成形条件を整理した結果を下記に示す。

[0086] [鑄鍛造条件]

溶湯材質

: AC4CH

液相線温度 T_L : 610~612℃

固相線温度 T_s : 555℃

注湯温度

: 620℃

上型の温度 : 250℃

下型の温度 : 250℃

型締め速度

: 0.1m/s

(製品質量)/(原料質量): 0.9/1

固相率

: 60%

下型への注湯高さ: 下型キャビティ底面から50cmの高さ

[0087] (実施例2)

本例では、複合物からなる製品を形成した。すなわち、コンロッドの両端に他の部材としてボール51を埋め込んだ製品を形成した。

本例では、図5に示すように、上型25にボール51を保持するピンロッド53を挿入した。ピンロッドによるボール51の保持は、磁気力による保

持でもよいし、真空チャック力その他の手法による保持でもよい。

[0088] 実施例 1 と同様に、下型 3 4 内に溶湯を注湯し（図 6）、次いで、上型 2 4 を下降させた。ボール 5 1 は上型 3 4 とともに下降し、半凝固スラリー内に埋め込まれた（図 7）。ボール 5 1 は、半凝固スラリーが凝固するとともに製品側に残る。その際、ボールの半分以上が本体に埋め込まれている。従って、入口部の直径よりもボールの直径が大きいため、ボールは離脱することはない。なお、球形以外の形状を有する部材を埋め込む場合、適当な場合を折曲しておけば離脱することはない。

このように、本発明では、複雑な形状を有する部材であっても母材側（半凝固スラリー）に埋め込むことが可能であるので、溶接などを行わなくとも強固な結合を有する複合部材を形成することができる。

他の点は実施例 1 と同様とした。

[0089] 図 8 に半凝固成形品の外観写真および成形品（コンロッド）の金属組織の観察結果を示す。初晶 α は従来の半凝固スラリー法（NRC 法 NRF 法、ナノキャスト法カップ法、スリーブ法）に比較するとサイズにばらつきがありやや不定形のものが認められるが平均的な粒径は約 $50\ \mu\text{m}$ 程度の球状組織が成形品全体にわたって観察された。その結果、収縮巣、偏析はほとんど認められず、良好なものが得られた。

最終製品において $50\ \mu\text{m}$ の球状結晶組織を有しているため、半凝固スラリ一段階での結晶の粒径はこれより小さい。

なおコンロッドの高負荷部分（ボール部）には塑性流動が見られ、高強度を期待できる微細な組織が形成されている。すなわち、この部分は、高負荷であるとともに、低温であったために固化して塑性変形が生じて鍛造組織になったものと考えられる。

本発明では、このように、鑄造組織内に鍛造組織を形成することもできる。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明によれば、収縮巣、非金属介在物の無く、また、微細組織を有する

優れた鋳造品を、薄物製品ののみならず厚物製品についても製造することができる。そのため、電子電気部品分野のみならず例えば自動車部品においても本発明を利用することが可能である。

本発明は、コンロッドに限らず、あらゆる形状に適用可能である。例えば、断面H状部材、断面I状部材、オカマ形状の部材、十字形状の部材、アルミホイールその他の製品に適用が可能であり、産業上の利用分野も限定されない。

請求の範囲

- [請求項1] 下型のキャビティー内に溶湯を注湯し、上型又は前記下型を移動させ、半凝固状態で成型を行うための溶湯鍛造装置であって、前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1～10秒となるように前記速度が調整可能である半凝固溶湯鍛造装置。
- [請求項2] 前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1～5秒となるように前記速度が調整可能である請求項1記載の半凝固溶湯鍛造装置。
- [請求項3] 前記キャビティー内に前記溶湯を注湯する際における上型と下型との距離は30～50cmである請求項1又は2項記載の半凝固溶湯鍛造装置。
- [請求項4] 前記上型又は前記下型の速度が少なくとも0.03～5m/sの間で可変である請求項1乃至3のいずれか1項記載の半凝固溶湯鍛造装置。
- [請求項5] 下型のキャビティー内に溶湯を注湯し、上型又は前記下型を移動させ、半凝固状態で成型を行う半凝固溶湯鍛造方法であって、前記注湯後におけるスラリー中の粒径が50 μ m以下となるようにしてスラリーを作成し、前記注湯後0.1～10秒の範囲の時間内に型成形を開始する半凝固溶湯鍛造方法。
- [請求項6] 前記注湯後前記成型開始までの時間が0.1～5秒となるように前記速度が調整可能である請求項5記載の半凝固溶湯鍛造方法。
- [請求項7] 固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が0.1～1.5m/sの速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鋳鍛造法。
- [請求項8] 固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、圧縮により流動性が上がる粒径の結晶粒を有する半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前

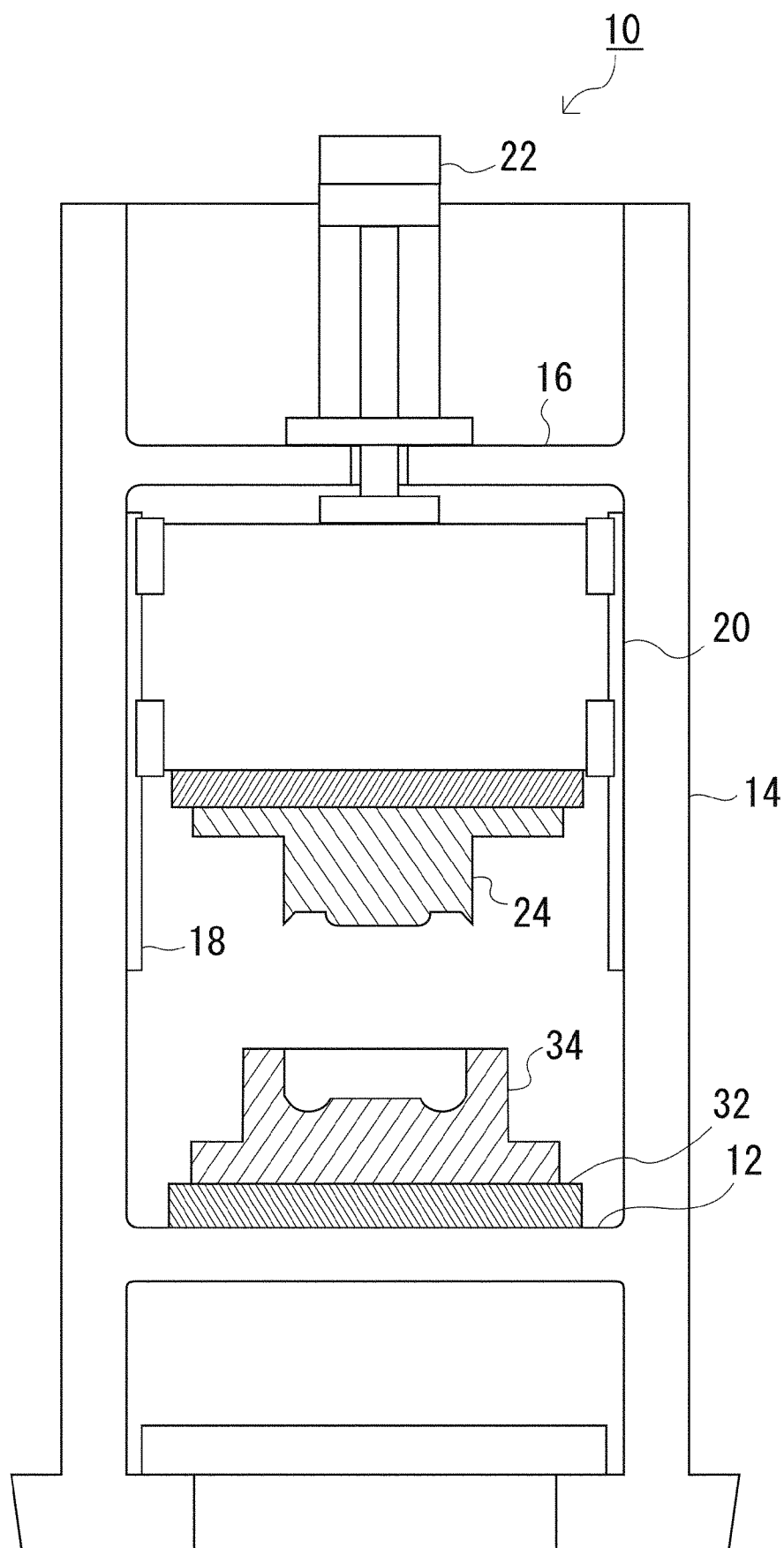
記半凝固スラリーに接触して以降の速度が $0.1 \sim 1.5 \text{ m/s}$ の速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法。

- [請求項9] 固相率が所望する一定の値となるように制御されたプレスの下型内に、過冷却が生じるように溶湯を注湯して、粒径が $50 \mu\text{m}$ 以下の結晶粒を有する半凝固スラリーを作成後、少なくとも上型が前記半凝固スラリーに接触して以降の速度が $0.1 \sim 1.5 \text{ m/s}$ の速度で上型ないし前記下型を移動させることにより前記半凝固スラリーを圧縮して製品を形成する半凝固鑄鍛造法。
- [請求項10] 注湯時における溶湯温度は、液相温度より $10 \sim 30^\circ\text{C}$ 高い温度である請求項5ないし9のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項11] 液相線を通過する際における冷却速度は 2°C/s 以上である請求項5ないし10のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項12] 前記下型の温度は、 $200^\circ\text{C} \pm 100^\circ\text{C}$ である請求項5ないし11のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項13] 前記上型の温度と前記下型の温度とは異なっている請求項5ないし12のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項14] 前記上型の一部又は全部の温度は前記下型の温度より低い温度である請求項13記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項15] $(\text{製品質量}) / (\text{原料質量})$ が 0.9 以上である請求項5ないし14のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項16] 半凝固スラリー中に他の部材を埋込んで、複合材からなる製品とする請求項5ないし15のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項17] 前記上型にピンロッドを挿入し、該ピンロッドの先端に他の部材を着脱可能に保持させておく請求項16記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項18] 前記他の部材を、磁気力又は真空チャック力により前記ピンロッドに保持する請求項16記載の半凝固鑄鍛造法。
- [請求項19] 離型剤として、粉末離型剤を用いる請求項5ないし18のいずれ1項

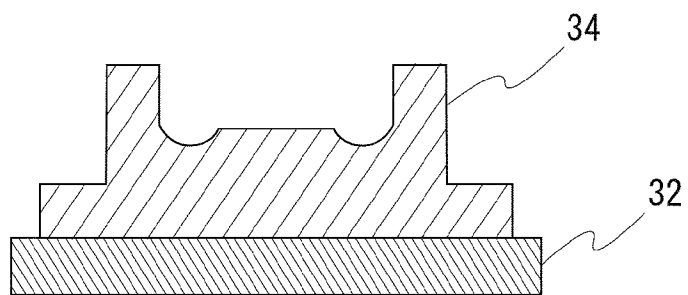
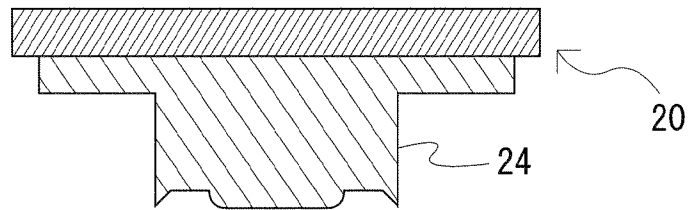
記載の半凝固鑄鍛造法。

- [請求項20] 50 μ m以下の球状組織を有するとともに、一部に鍛造組織を有する半凝固鑄鍛造品。
- [請求項21] 本体に他の部材が埋め込まれており、当該他の部材は、溶湯鍛造時に埋め込まれたものである請求項19記載の半凝固鑄鍛造品。
- [請求項22] 前記他の部材近辺における組織は鍛造組織である請求項21記載の半凝固鑄鍛造品。
- [請求項23] 前記半凝固鑄鍛造品はコンロッドである請求項19乃至22のいずれか1項記載の半凝固鑄鍛造品。
- [請求項24] 請求項5乃至19のいずれか1項記載の方法により形成した半凝固鑄鍛造品。

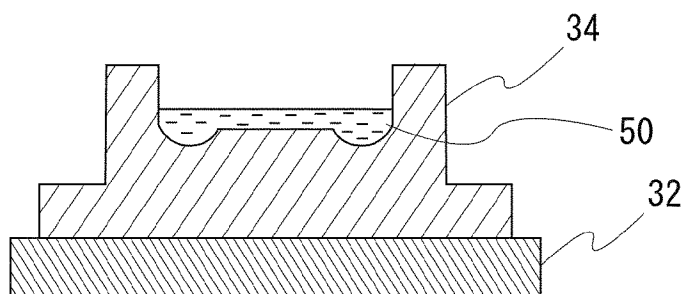
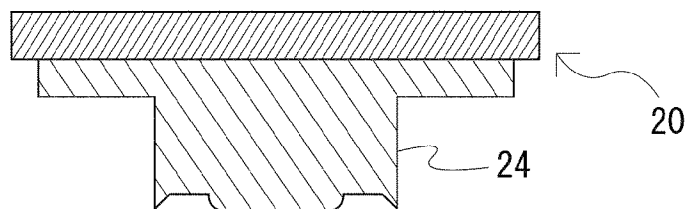
[図1]



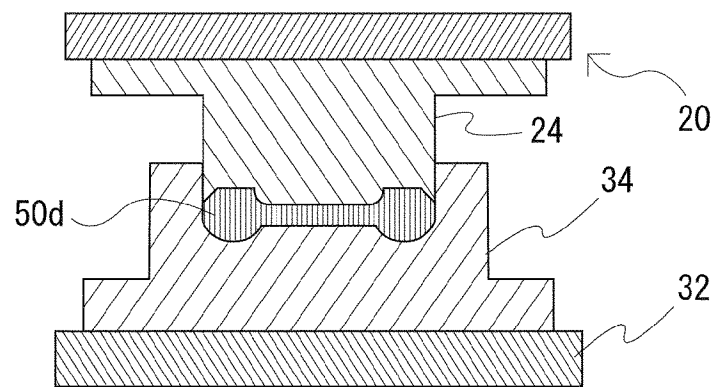
[図2]



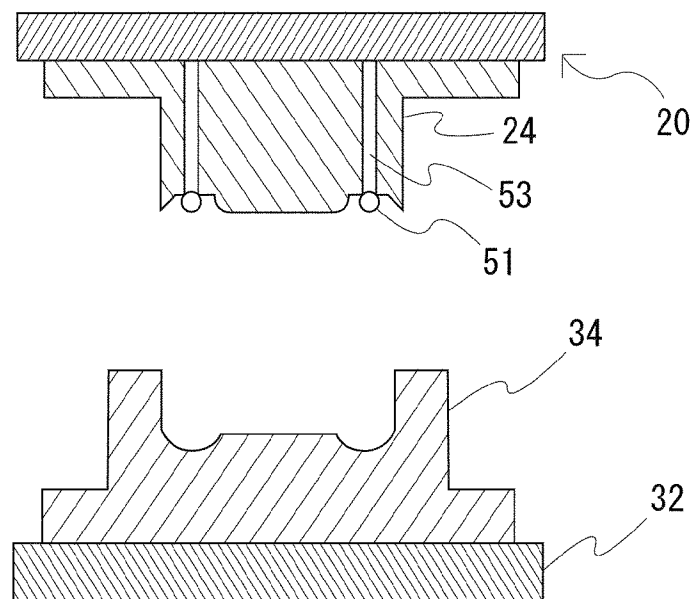
[図3]



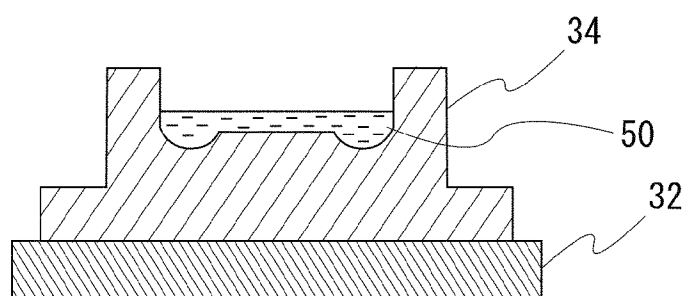
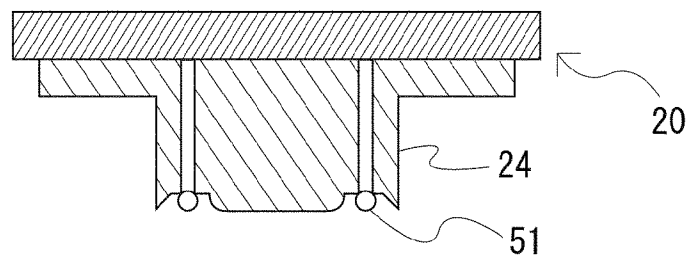
[図4]



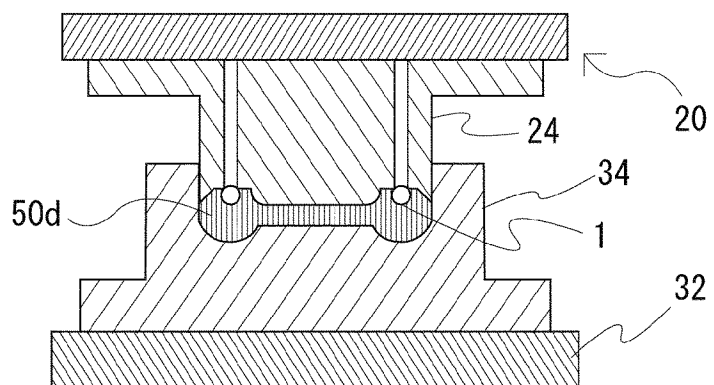
[図5]



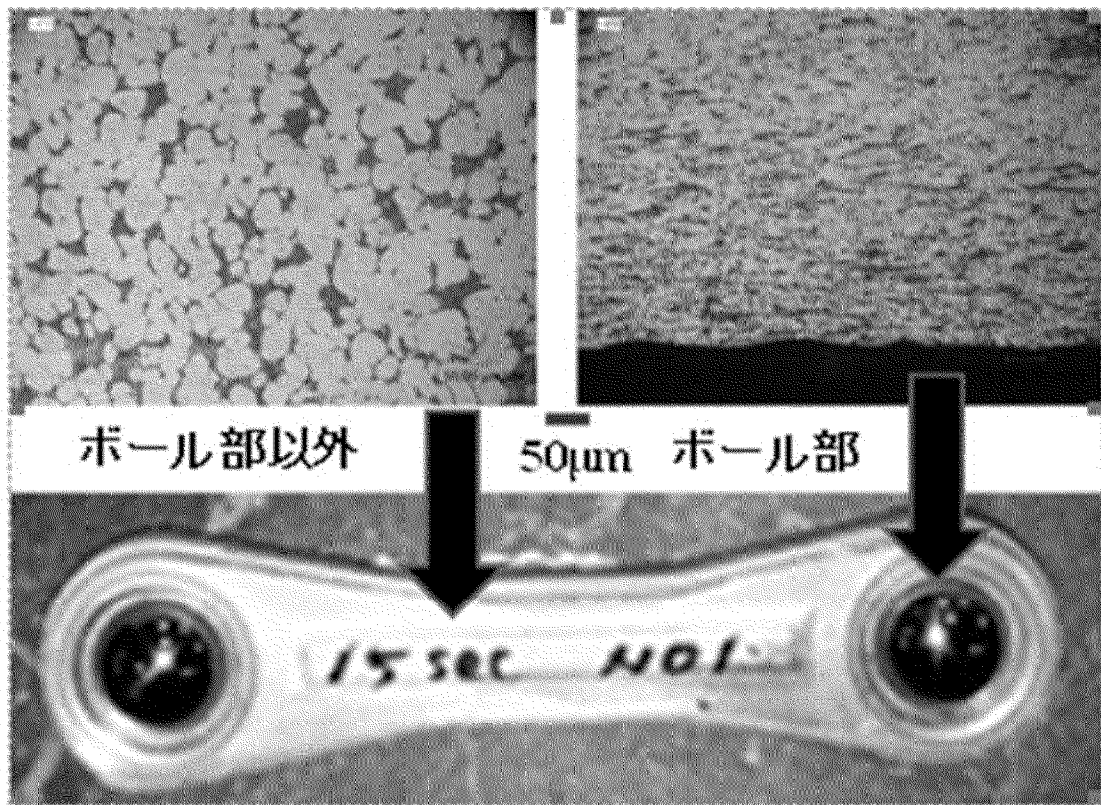
[図6]



[図7]

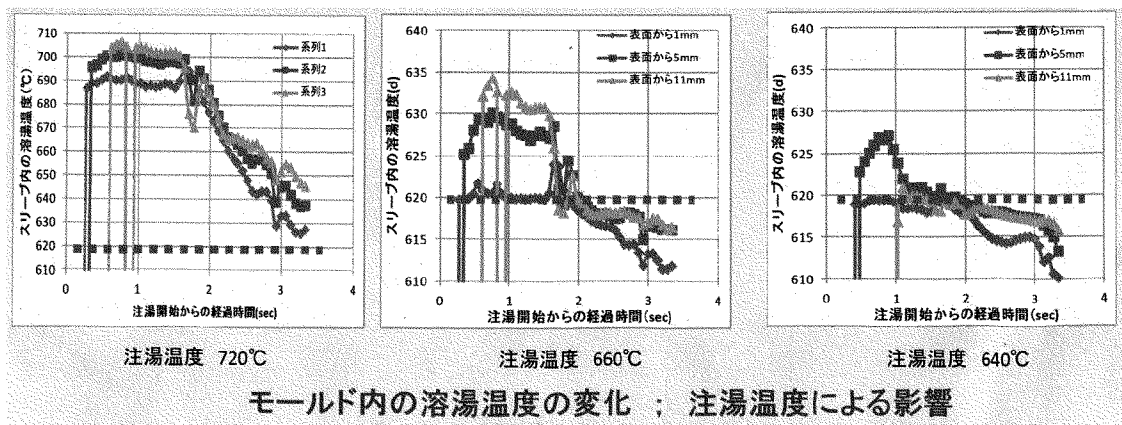


[図8]



半凝固鑄鍛造成形品(コンロッド)の金属組織

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/077106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22D27/09(2006.01)i, B22D18/02(2006.01)i, B22D19/00(2006.01)i, B22D27/04(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)

B22D27/09, B22D18/02, B22D19/00, 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 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{X}{Y}$ A	JP 6-210422 A (Rheo-Technology Ltd.), 02 August 1994 (02.08.1994), paragraphs [0001] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	$\frac{1-3}{4, 7, 10-19, 24}$ 5, 6, 8, 9, 20-23
$\frac{Y}{A}$	JP 2003-136223 A (Ube Machinery Corporation., Ltd.), 14 May 2003 (14.05.2003), paragraph [0020]; fig. 2 (Family: none)	$\frac{4, 7, 10-19, 24}{5, 6, 8, 9,}$ 20-23
$\frac{Y}{A}$	JP 2004-538153 A (Innovative Products Group, LLC), 24 December 2004 (24.12.2004), paragraph [0007] & US 2003/0037900 A1 & EP 1423221 A & WO 2003/015959 A1 & CA 2459677 A	$\frac{7, 10-19, 24}{5, 6, 8, 9,}$ 20-23

☒ 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
14 January 2015 (14.01.15)Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/077106

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u> A	JP 2001-252754 A (Hitachi Metals, Ltd.), 18 September 2001 (18.09.2001), paragraph [0016] (Family: none)	<u>11-19, 24</u> <u>5, 6, 8, 9,</u> 20-23
<u>Y</u> A	JP 4-138863 A (Kobe Steel, Ltd.), 13 May 1992 (13.05.1992), examples; fig. 1 (Family: none)	<u>13-19, 24</u> <u>5, 6, 8, 9,</u> 20-23
<u>Y</u> A	JP 7-214281 A (Kabushiki Kaisha Kotobukiya Casting), 15 August 1995 (15.08.1995), paragraphs [0010] to [0019]; fig. 1, 2 (Family: none)	<u>16-19, 24</u> <u>5, 6, 8, 9,</u> 20-23
<u>Y</u> A	JP 63-299845 A (Fuso Light Alloys Co., Ltd.), 07 December 1988 (07.12.1988), examples; fig. 1, 2 (Family: none)	<u>16-19, 24</u> <u>5, 6, 8, 9,</u> 20-23
<u>Y</u> A	JP 6-346075 A (Hanano Corp.), 20 December 1994 (20.12.1994), paragraphs [0001] to [0022] & CN 1095973 A	<u>19, 24</u> <u>5, 6, 8, 9,</u> 20-23
A	JP 2000-42718 A (Mazda Motor Corp.), 15 February 2000 (15.02.2000), paragraph [0055]; fig. 14 (Family: none)	1-24
A	JP 4-89171 A (Rheo-Technology Ltd.), 23 March 1992 (23.03.1992), Detailed Explanation of the Invention; fig. 4 (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B22D27/09(2006.01)i, B22D18/02(2006.01)i, B22D19/00(2006.01)i, B22D27/04(2006.01)i

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. B22D27/09, B22D18/02, B22D19/00, 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	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 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

JSTPlus(JDreamIII)

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 請求項の番号
<u>X</u> <u>Y</u> A	JP 6-210422 A (株式会社レオテック) 1994. 08. 02, 【0001】-【0020】, 図 1 (ファミリーなし)	<u>1-3</u> <u>4, 7, 10-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-23
<u>Y</u> A	JP 2003-136223 A (宇部興産機械株式会社) 2003. 05. 14, 【0020】, 図 2 (ファミリーなし)	<u>4, 7, 10-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-23

☒ 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

1 4 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

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）

川崎 良平

4 E

4 6 6 1

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

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 請求項の番号
<u>Y</u> A	JP 2004-538153 A (イノベイティブ・プロダクツ・グループ・エル エルシー) 2004. 12. 24, 【0007】 & US 2003/0037900 A1 & EP 1423221 A & WO 2003/015959 A1 & CA 2459677 A	<u>7, 10-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
<u>Y</u> A	JP 2001-252754 A (日立金属株式会社) 2001. 09. 18, 【0016】 (フ ァミリーなし)	<u>11-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
<u>Y</u> A	JP 4-138863 A (株式会社神戸製鋼所) 1992. 05. 13, 実施例, 第 1 図 (ファミリーなし)	<u>13-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
<u>Y</u> A	JP 7-214281 A (株式会社寿也キャスティング) 1995. 08. 15, 【0010】 - 【0019】, 図 1, 2 (ファミリーなし)	<u>16-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
<u>Y</u> A	JP 63-299845 A (扶桑軽合金株式会社) 1988. 12. 07, 実施例, 第 1, 2 図 (ファミリーなし)	<u>16-19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
<u>Y</u> A	JP 6-346075 A (花野商事株式会社) 1994. 12. 20, 【0001】 - 【0022】 & CN 1095973 A	<u>19, 24</u> 5, 6, 8, 9, 20-2 3
A	JP 2000-42718 A (マツダ株式会社) 2000. 02. 15, 【0055】, 図 14 (フ ァミリーなし)	1-24
A	JP 4-89171 A (株式会社レオテック) 1992. 03. 23, 発明の詳細な説 明, 第 4 図 (ファミリーなし)	1-24