

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-254427

(P2008-254427A)

(43) 公開日 平成20年10月23日(2008.10.23)

(51) Int.Cl.
B28B 1/24 (2006.01)F1
B28B 1/24テーマコード (参考)
4G052

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-43453 (P2008-43453)
 (22) 出願日 平成20年2月25日 (2008.2.25)
 (31) 優先権主張番号 0753985
 (32) 優先日 平成19年3月22日 (2007.3.22)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 590000514
 コミツサリア タ レネルジー アトミー
 ク
 フランス・75015・パリ・パティマン
 ・”ル・ポナン・デー”・リュ・ルブラン
 ・25
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

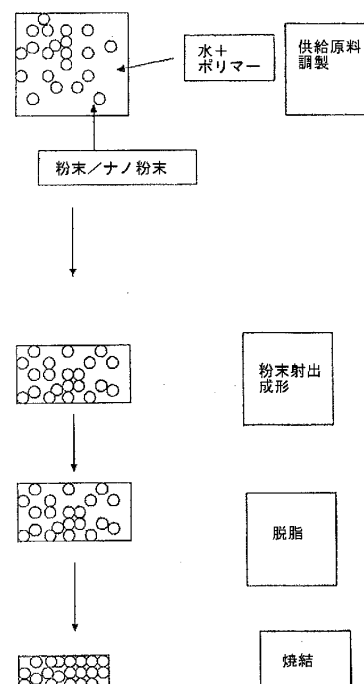
(54) 【発明の名称】 P I MまたはマイクロP I Mによって部品を製造する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】射出成形法によって部品を作製する方法において、焼結収縮が均一等方的であり、ゆがみや焼結中の割れがなく、形状の精密な成形部品を与えるとともに、ナノメートルレベルの粉末の使用を可能とする粉末射出成形又はマイクロ粉末射出成形により部品を製造する方法を提供する。

【解決手段】溶媒に溶解されたポリマーバインダーと混合された少なくとも一つの粉末を含む供給原料を調製する段階と、圧力下で、前記供給原料を金型内に射出する段階と、脱脂段階と、焼結段階とを含み、前記供給材料は、圧縮の間溶媒の蒸発温度よりも高い温度に維持される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶媒に溶解されたポリマーバインダーと混合された少なくとも一つの粉末を含む供給原料を調製する段階と、

圧力下で、前記供給原料を金型内に射出する段階と、

脱脂段階と、

焼結段階とを含み、

前記供給材料は、圧縮の間溶媒の蒸発温度よりも高い温度に維持される、射出成形法によって部品を作製する方法。

【請求項 2】

溶媒の蒸発の間、金型内の初期の圧力は維持される、請求項 1 に記載の部品を作製する方法。

【請求項 3】

前記供給原料が少なくとも一つのナノ粉末を含み、前記ナノ粉末の粒子は 100 nm より小さい、請求項 1 または 2 に記載の部品を作製する方法。

【請求項 4】

前記溶媒が水性溶媒であり、好ましくは水である、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の部品を作製する方法。

【請求項 5】

前記ポリマーバインダーがカルボキシメチルセルロース (CMC) である、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の部品を作製する方法。

【請求項 6】

前記ポリマーバインダーが前記供給原料の全体積の 3 % から 50 % の比率で存在する、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の部品を作製する方法。

【請求項 7】

前記金型は脱脂段階の前に部品を取り出すために冷却される、請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の部品を作製する方法。

【請求項 8】

焼結段階の前に洗浄段階が実施される、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載の部品を作製する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は「粉末射出成形 (PIM)」または「マイクロ粉末射出成形 (マイクロ PIM)」とよばれる技法によって物品を製造する新規の方法に関する。

【0002】

そのような方法は、焼結における収縮が最小であり、それによって高い形状再現性を有する部品を得るのに役立つ。それは、嵩高い部品を製造するのに役立つ。

【0003】

本発明による方法は、供給原料である粉末がセラミックスまたは合金のナノ粉末である場合に特に適する。

【背景技術】

【0004】

粉末射出成形法 (PIM、または非常に微細な粉末に関してはマイクロ PIM) は様々な物品を製造するのに通常使用される。

【0005】

そのような方法において、第 1 の段階は意図する用途に適する供給原料を得ることにある。

【0006】

供給原料は有機物 (またはポリマーバインダー) および無機粉末 (金属またはセラミッ

10

20

30

40

50

クス)の混合物である。

【0007】

その後供給原料は熱可塑性樹脂のように射出される。

【0008】

その後部品はバインダーを除去され、その後焼結される。

【0009】

しかしながら、現在適用されるPIM法は制限を有し、欠点さえ有する。

【0010】

第1の欠点は、そのような方法で製造される部品の精密さの欠如に関し、これらの部品が焼結段階の間に大きく収縮するという事実に関連する。実はこの段階は、粉末を高密度化することによって、約40%の多孔性を有する部品を見かけ上多孔性を持たないものに転換するのに役立つ。したがって、この段階は約40%の体積収縮を引き起こす。

10

【0011】

多くの場合には、この収縮は完全に均一または等方性ではなく、非常に厳密な形状寸法に応じることを困難にする。したがって、焼結された部品の形状寸法の分散は、最も良好な場合で、所定の形状寸法の0.5%であることが観察された。例えば、厚み2mmの壁は10ミクロンの厚みの分散を有することが多い。

【0012】

さらに焼結は部品の実質的なゆがみの原因となる可能性があり、焼結中の割れにつながる可能性がある。

20

【0013】

結果的に、PIM法およびマイクロPIM法は部品の形状の精密さが強く要求されるときには使用することができない。

【0014】

この問題を克服するために解決法が検討されてきた。米国特許第4113480号明細書は焼結収縮を最小にするよう設計された供給原料組成物のタイプを記述する。このタイプの組成物は、固めたときの粉末密度(理論密度の65%)に近い脱脂後の密度を得るのに役立つ。この場合、焼結の間の体積収縮は35%に制限される。

【0015】

本願では、液体の形態のポリマーおよび水を分離することによって取り出すために、金型を可能な限り最高の温度に加熱するという考えを述べる。この取り出しは、部品が金型から取り出されるのに十分な機械的強度を有するとき、停止する。水の脱脂はプレスの外でも続き、通常は部品の破壊につながる。

30

【0016】

さらに、この解決方法は、液体の脱水によって同伴されることがないと思われる、粗い粉末にのみ適する。

【0017】

供給原料の均一性を改良して焼結収縮を最も均一にすることが可能であるとも考えられてきた。

【0018】

例えば、欧州特許第0468467号明細書は、酸素含有量を制御することによって、および均一な組成物を有する供給原料を調製することによって、供給原料の均一性を改良するのに役立つ粉末/ポリマー供給原料組成物を開示する。

40

【0019】

現在のPIM法の第2の制限は、作製される部品のサイズに関する。従来はPIMによって作製される部品は2cmを超えることはできないと考えられてきた。この制限は脱脂に関連する困難性に起因する。脱脂が材料の中心部から有機物質を取り除くことであることが理由である。非常に大きな部品では、脱脂の間に部品は割れ、または破裂する。

【0020】

他の困難性は、微細で一様なナノメートルレベルの粉末を適用することにある。

50

【0021】

実際には、非常に微細な粉末の使用は、同じフィラー含有量において供給原料の粘度を増加することが観察されている。これは、粉末の固有の表面積が増加することによって説明され、この増加は、供給原料のレオロジー的挙動において表面の効果を支配的なものとする。

【0022】

その結果、マイクロPIM法の下での開発はこの問題に直面する。現在は、PIMにおいて使用される従来の供給原料を非常に低粘度のワックスに基づく供給原料によって代替することのみが、提案された解決方法である。しかしながら、これらの解決方法には制限があり、ナノ粉末に基づく供給原料を得ることが不可能であることがわかっている。実際には、マイクロ部品（非常に微細な細部）、非常に良好な表面テクスチャー（低Ra）を有する部品、または単に非常に良好な機械的性質（ナノ材料）を有する部品を作製する方法の使用は、非常に有望であると思われる。

10

【0023】

したがって、PIMまたはマイクロPIMによって部品を作製するための改良された方法を開発することに対する明白な必要性が存在する。

【特許文献1】欧州特許第0468467号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

したがって、本発明は射出成形法によって部品を作製する方法に関し、この方法において実行される連続する段階はこの技法の従来の欠点を回避するのに役立つ。

20

【0025】

このように、本発明による方法は、サイズまたは精密さに対するどのような制限もなしに、特にナノ粉末から作製されるとき、部品を得るのに役立つ。

【課題を解決するための手段】

【0026】

通常、本発明による方法は、以下の本質的な段階を含む、

- ・ 供給原料の調製
- ・ 圧力下における金型への供給原料の射出
- ・ 脱脂
- ・ 焼結

30

【0027】

本発明により、特徴的な方法で、供給原料は溶媒に溶解された少なくとも一つのポリマーバインダーと混合された粉末を含み、前記混合物はプレスの間溶媒の蒸発温度よりも高い温度で保持される。

【0028】

どのような理論にも束縛されることなく、非常に高温の金型内で、圧力下で供給原料を射出することは、ポリマーおよび、表面近傍での、蒸気としての、溶媒の有意の割合のインサイチュ取り出しを引き起こすと想定される。その結果、溶媒は蒸発し、部品の表面にはポリマーが残る。この方法は、液体法である従来技術の方法と比較して、非常に時間を節約する。

40

【0029】

本発明によると、その取り出しの前に、溶媒は完全に部品から除去されるべきである。その結果、部品を加熱するさらなる段階（溶媒の蒸発温度と比較して高く、しかし脱脂段階において採用される温度よりもずっと低い温度に）は、金型からの取り出しの後、不要である。

【0030】

前述のように、本発明による方法の本質的な段階は、射出後に、供給原料を圧力下に、および溶媒の蒸発温度と比較して高い温度に維持することにある。この操作の間、溶媒は

50

部品から脱離し、蒸発して、サンプル表面に向かって移動するポリマーを同伴する。溶媒から分離されて、ポリマーは、粉末をプラスチックの殻によって保持する固体の殻を製造する。

【0031】

圧力を維持することによって、部品は高密度化され続け、溶媒およびポリマーの移動によって残されたボイドは高密度化、すなわち粉末粒子の凝集、によって相殺される。後者の局面は、ナノ粉末で調製された供給原料に関してきわめて重要である。これは、初期のフィラー含有量が低くてよい（約30から40%）にも関わらず、本発明による方法において、脱脂の後、焼けた部品（brown parts）が高い密度に達するのに役立つ。

10

【0032】

有利には、本発明の方法は、少なくとも一つのナノ粉末を含む供給原料で実行される。有利には、ナノ粉末は成分粒子が100nmよりも小さい粉末を意味する。

【0033】

取り出しの後、次いで部品の乾燥の段階を実施することは、ナノ粒子の場合特に好ましい。実際、従来の方法における脱脂の間、ナノ粉末から作られる成形体は崩壊することが観察されている。ナノ粉末粒子の体積が非常に低いため、この問題を引き起こすのは、非常に高い割合のポリマーであることが推測される。実際、本発明による方法はこの問題を排除するのに役立つ。

【0034】

第1の段階において、供給原料は調製される。これは少なくとも一つの粉末またはナノ粉末の混合を含み、有利には、セラミックスまたは金属種、溶媒および溶媒に可溶なポリマーである。

20

【0035】

射出まで、そのような供給原料はそれが固化するフリーザの中に保存されてよい。

【0036】

好ましくは溶媒は水性溶媒であり、さらに好ましくは水である。

【0037】

周囲温度で水に可溶な、適切なポリマーはカルボキシメチルセルロース（CMC）である。

30

【0038】

ポリマーは供給原料の全体積の3%から50%の比率で存在してよい。

【0039】

その後供給原料は従来のプレス、例えば25トンプレス、内部に射出される。最小圧力約140barが約30秒間従来どおりに適用される。

【0040】

圧力が高く、継続時間が長いと、結果はよい。

【0041】

供給原料溶媒が水である場合、金型は100℃超、例えば110℃、に加熱される。

【0042】

前記加熱の間、溶媒は装置の間隙を通じて蒸発し、脱離する。その後、金型内において初期の圧力を維持することは重要である。この目的のため、例えば、制御—圧力プレス、または金型の後ろに配置された校正されたばねが使用されてよく、それは乾燥の間供給原料を所望の圧力で保持する。

40

【0043】

有利には、例えば80℃で数時間、金型は冷却される。これは、ポリマーを固化し、部品の殻を硬くするのに役立つ。その後部品は容易に取り出され、取り扱われる。

【0044】

通常の熱的脱脂操作および予備焼結が、その後、例えば1100℃において空気中で、実行される。この脱脂段階はその表面上で形成されるポリマーフィルムの成形体を取り除

50

くの役に立つ。同じ熱的脱脂操作の間、予備焼結は部品を予め高密度化し、続く操作の間その取り扱いを容易にするのに役立つ。

【0045】

焼結段階の最終段階は、例えば温度1700℃で実行される。

【0046】

脱脂と焼結の間、任意の廃棄物の除去のさらなる段階が、洗浄によって、特に水に浸漬することによって提供されてよい。

【0047】

本発明は同時に以下の有利な点を全て有することがわかった。前述された、部品の作製方法は、以下のことに役立つ。

- ・プレスを保持する圧力に圧縮された乾燥粉末に相当する、最大のグリーン密度を有する部品を作製する。
- ・収縮が最小化された部品を製造する。実際、射出後に得られた高い密度のため、焼結収縮は最小化される。
- ・熱的脱脂操作を最も単純な表現に制限する。これは、製造される部品のサイズによらない。実際、部品の脱脂は単にポリマースキンを取り除くことにある。
- ・表面へのポリマーの移動により、粉末本体の汚染（特に炭素、酸素による汚染）を低くすることを確実にする。
- ・嵩高い部品を作製する。本体脱脂の殆どはプレスにおける圧力保持操作の間に完了され、それによって部品の破裂／割れのリスクを除去する、
- ・粉末またはナノ粉末（すなわち微細な粉末、これは一般的にPIMには適切ではない）の供給原料（非球形モルフォロジーの非常に低コストの粉末）から部品を作製する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

実施例

添付された図面と関連する以下の実施例は、本発明を説明することを意図しており、制限的なものではない。

【0049】

図1は、射出成形法に基づく、本発明による製造方法の様々な段階を示す。

【0050】

1. アルミナ部品の製造

セラミックスベースの供給原料が調製された。これは、粒子サイズ分布が一方は150nmに中心を、他方は300nmに中心を有する、同一のアルミナ粉末の二つのバッチを含む。

【0051】

有機部分は、ポリマーとして働く8%のCMCから構成され、残りは水である。全フィラー体積含量は70%である。

【0052】

フリーザ内で固化された後、供給原料は140barの圧力を送達する25トンプレス内部に射出される。

【0053】

シリンダが110℃に加熱された金型内部に射出される。140barの圧力が30秒間維持される。

【0054】

その後金型は80℃に冷却され、部品は取り出される。

【0055】

加熱段階の間圧力の維持に起因して、グリーン密度（射出後の密度）は75%に近く、または供給原料のフィラー含量を5%超える。

【0056】

部品は、その後、バインダーを取り除かれ、空気中で1100℃において予備焼結され

10

20

30

40

50

る。

【0057】

部品は80℃の水に5時間浸漬され、その後1700℃で焼結される。

【0058】

2. ナノ粉末からのアルミナ部品の製造

セラミックスを原料とする供給原料が調製されるが、今回は50nmに中心を有する粒子サイズ分布の粉末（ナノ粉末）のバッチからなる。全フィラー含有量は40%であるが、この技術分野では、これは脱脂サイクルの後正常な部品を製造するには低すぎると考えられる。

【0059】

フリーザで固化された後、供給原料は25トンプレスに射出される。

【0060】

シリンダは110℃に加熱された金型内部に射出される。140barの圧力が30秒間維持される。

【0061】

その後金型は80℃に冷却され、部品は取り出される。

【0062】

圧力の維持に起因して、グリーン密度は60%に近く、または供給原料のフィラー含量を20%超える。

【0063】

部品は、その後、バインダーを取り除かれ、空気中で1100℃において予備焼結される。

【0064】

部品は80℃の水に5時間浸漬され、その後1700℃で焼結される。最終的な部品は正常であることがわかった。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】射出成形法に基づく、本発明による製造方法の様々な段階を示す。

10

20

```
graph TD; A[供給原料調製] --> B[水+ポリマー]; B --> C[粉末/ナノ粉末]; C --> D[粉末射出成形]; D --> E[脱脂]; E --> F[焼結];
```

The flowchart illustrates the manufacturing process for a porous body. It begins with '供給原料調製' (Raw material preparation), which leads to '水+ポリマー' (Water + Polymer). This mixture is then processed into '粉末/ナノ粉末' (Powder / Nano powder). The powder is then subjected to '粉末射出成形' (Powder jet molding), followed by '脱脂' (Debinding), and finally '焼結' (Sintering).

フロントページの続き

(72)発明者 リュク・フェデルゾーニ

フランス・38300・ブルゴワン・ジャリユー・リュ・キュエノ・7

(72)発明者 パスカル・ルヴィラン

フランス・38120・サン・テグレーヴ・リュ・デ・ゼシエル・7

Fターム(参考) 4G052 BA03 BA07 BB08

【外国語明細書】

METHOD FOR FABRICATING PARTS BY PIM OR MICROPIM

TECHNICAL FIELD

The present invention deals with a novel method for fabricating objects by techniques called “*powder injection molding*” (PIM) or “*micro powder injection molding*” (microPIM).

Such a method serves to obtain parts having undergone a minimum shrinkage in sintering, and therefore having high geometric repeatabilities. It also serves for fabricating bulky parts.

The method according to the invention is particularly suitable for the case in which the powders of the feedstock are nanopowders of ceramics or of metal alloys.

PRIOR ART

The powder injection molding technique (PIM, or microPIM for ultrafine powders) is commonly used for producing various objects.

In such a method, the first step consists in obtaining a feedstock suitable for the intended application.

The feedstock consists of a mixture of organic matter (or polymer binder) and inorganic powders (metal or ceramic).

The feedstock is then injected like a thermoplastic.

The part is then stripped of binder and then sintered.

However, the PIM processes currently applied have limits, and even drawbacks.

A first drawback concerns a lack of accuracy of the parts fabricated by such a method, associated with the fact that these parts undergo high shrinkage

during the sintering step. In fact, this step serves to convert a part having a porosity of about 40% to one with virtually zero porosity, by densifying the powder. This step therefore causes a volume shrinkage of about 40%.

In most cases, this shrinkage is not perfectly uniform or isotropic, making it difficult to comply with very strict geometric dimensions. It is accordingly observed that the dispersion of a geometric dimension on a sintered part is, in the best of cases, 0.5% of a given geometric dimension. For example, a wall having a thickness of 2 mm is liable to have a thickness dispersion of 10 microns.

Moreover, sintering can cause substantial distortions of the part, possibly leading to its cracking during sintering.

In consequence, PIM and microPIM processes cannot be used where geometric accuracy of the parts is too demanding.

Solutions have been investigated to overcome this problem. Thus, document US 4 113 480 describes a type of feedstock composition designed to minimize sintering shrinkage. This type of composition serves to obtain a post-debinding density close to the tamped density of the powder (about 65% of the theoretical density). In this case, the volume shrinkage during sintering is limited to 35%.

This document mentions the idea of heating the mold to the highest possible temperature, in order to lead to extraction by separation of the polymers and of the water in liquid form. This extraction stops when the part has sufficient mechanical strength to be extracted from the mold. The debinding of the water continues outside the press, usually leading to fracturing of the part.

Furthermore, this solution is only suitable for coarse powders, which are not likely to be entrained by the liquid dehydration.

It has also been considered to improve the uniformity of the feedstocks to obtain the most uniform possible sintering shrinkage.

For example, document EP 0 468 467 presents a powder/polymer feedstock composition serving to improve the uniformity of the feedstock by controlling the oxygen content and by preparing a feedstock having a uniform composition.

A second limit of current PIM processes concerns the size of the fabricated parts. It is conventionally considered that the parts fabricated by PIM cannot exceed 2 cm. This limit is due to the difficulty associated with debinding. This is because debinding consists in extracting organic matter from the core of the material. For very large volume parts, the parts crack or explode during the debinding.

Another difficulty consists in applying the method to fine, even nanometric powders.

In fact, it has been observed that the use of ultrafine powders increases the viscosity of the feedstocks at iso-filler-content. This is explained by the increase in the specific surface area of the powders, making the surface effects predominate in the rheological behavior of the feedstocks.

Thus, the developments under way on microPIM are faced with this problem. At present, the only solutions developed consist in replacing the conventional feedstocks used in PIM by feedstocks based on very low viscosity wax. However, these solutions have their limits, and it appears impossible to obtain feedstocks based on nanopowders. In fact, the utilization of this method for fabricating microcomponents (very fine details), components with a very good surface texture (low Ra), or simply components with very good mechanical properties (nanomaterials) appears to be extremely promising.

An obvious need therefore exists to develop improved methods for fabricating parts by PIM or microPIM.

OBJECT OF THE INVENTION

The present invention is therefore related to a method for fabricating parts by the injection molding technique, in which the succession of steps carried out serves to avoid the conventional pitfalls of this technique.

Thus, the method according to the invention serves to obtain parts, without any limitation of size or accuracy, particularly when made from nanopowders.

Conventionally, the method according to the invention comprises the following essential steps:

- preparation of a feedstock;
- injection of the feedstock into the mold under pressure;
- debinding;
- sintering.

According to the invention and in a characteristic manner, the feedstock comprises at least one powder mixed with a polymer binder solubilized in a solvent, said mixture being maintained at a temperature above the solvent vaporization temperature during the pressing.

Without being bound by any theory whatsoever, it is assumed that the injection of the feedstock under pressure in a very hot mold causes the in situ extraction of a significant share of the polymer and of its solvent near the surface, as vapor. Thus, the solvent evaporates and leaves the polymer at the surface of the part. This process saves considerable time compared to the methods of the prior art which are liquid methods.

It should be observed that, according to the invention, the solvent is completely removed from the part, before its extraction. Thus, an additional step of heating of the part (to a temperature obviously higher than the solvent vaporization temperature but much lower than that employed in the debinding step), after its extraction from the mold, is unnecessary.

As already stated, the essential step of the method according to the invention consists, after injection, in maintaining the feedstock under

pressure and at a temperature higher than the solvent vaporization temperature. During this operation, the solvent escapes from the part and evaporates, entraining the polymer which migrates toward the surface of the sample. In separating from the solvent, the polymer sets, producing a solid shell which maintains the powder by said plastic shell.

By maintaining the pressure, the part continues to densify, the void left by the migration of the solvent and polymer being offset by the densification, that is, the aggregation of the powder grains. The latter aspect is vitally important for feedstocks prepared with nanopowders. This is because, despite the initial filler content which may be low (about 30 to 40%), the method according to the invention serves to reach high densities of brown parts, after debinding.

Advantageously, the method according to the invention is therefore implemented on feedstocks containing at least one nanopowder. Advantageously, nanopowder means a powder whereof the component particles are smaller than 100 nm.

It should be noted that the subsequent step of drying of the part after ejection is particularly favorable in the case of nanopowders. In fact, it has been observed that during the debinding of a conventional method, the moldings made from nanopowders disintegrate. It is assumed that, due to the very low volume of the nanopowder grains, it is the excessively high percentage of polymer which causes this problem. In fact, the method according to the invention serves to eliminate this problem.

In a first step, a feedstock is therefore prepared. This involves blending at least one powder or nanopowder, advantageously of the ceramic or metal type, a solvent, and a polymer soluble in the solvent.

Until injection, such a feedstock can be stored in a freezer where it solidifies.

Preferably, the solvent is an aqueous solvent, even more preferably water.

A suitable polymer, soluble in water at ambient temperature, is carboxymethyl cellulose (CMC).

The polymer may be present in a proportion of 3% to 50% of the total volume of the feedstock.

The feedstock is then injected into a conventional press, for example a 25 tonne press. A minimum pressure of about 140 bar is conventionally applied during about 30 seconds.

The result is better with a higher pressure and a longer duration.

In the case in which the feedstock solvent is water, the mold is heated to above 100°C, for example to 110°C.

During said heating, the solvent evaporates and escapes through the clearances of the device. It is then important to maintain the initial pressure in the mold. For this purpose, a controlled-pressure press can be used, for example, or a calibrated spring placed behind the mold, which maintains the feedstock at the desired pressure during the drying phase.

Advantageously, the mold is then cooled, for example to 80°C for a few hours. This serves to freeze the polymer and hardens the shell of the part. The part can then be easily ejected and handled.

The conventional operations of thermal debinding and presintering are then carried out, for example in air at 1100°C. This debinding step serves to strip the molding of the polymer film created on its surface. During the same thermal debinding operation, the presintering serves to predensify the part and facilitate its handling during subsequent operations.

The final step is the sintering step, carried out for example at a temperature of 1700°C.

Between debinding and sintering, an additional step of removal of any waste may be provided, by washing, particularly by dipping the part in

water.

It appears that the present invention simultaneously has all the following advantages. The parts fabrication method, as described, serves to:

- fabricate parts with a maximum green density, corresponding to the dry powder pressed to the press holding pressure;
- produce parts with minimized shrinkage. In fact, because of the high densities obtained after ejection, the sintering shrinkage is thereby minimized;
- limit the thermal debinding operation to its simplest expression, and regardless of the size of the part to be produced. In fact, the debinding of the part consists simply in removing the polymer skin;
- ensure low body pollution of the powder (pollution with carbon, oxygen in particular), thanks to the migration of the polymer to the surface;
- fabricate bulky parts. Most of the body debinding is completed during the pressure holding operation in the press, thereby eliminating the risk of explosion/cracking of the part;
- fabricate parts from feedstocks of powders, or nanopowders, that is fine powders, which are generally unsuitable for PIM (very low cost powders with a non-spherical morphology).

EXEMPLARY EMBODIMENTS

The following exemplary embodiments, in conjunction with the appended figure, are intended to illustrate the invention but are not at all limiting.

Figure 1 shows the various steps of the fabrication method according to the invention, based on the injection molding technique.

1. Production of an alumina part

A ceramic based feedstock is prepared. This comprises two batches of identical alumina powders with a grain size distribution, one centered on 150 nm, the other on 300 nm.

The organic part is composed of 8% CMC, acting as polymer, and the remainder is water. The total volumetric filler content is 70%.

After having been solidified in a freezer, the feedstock is injected into a 25 tonne press delivering a pressure of 140 bar.

The cylinder is injected into a mold heated to 110°C. A pressure of 140 bar is maintained for 30 seconds.

The mold is then cooled to 80°C and the part is ejected.

Due to the maintenance of the pressure during the heating step, the green density (post-injection density) is close to 75%, or 5 percentage points more than the filler content of the feedstock.

The part is then stripped of binder and presintered at 1100°C in air.

The part is dipped in water at 80°C for five hours, then sintered at 1700°C.

2. Production of an alumina part from nanopowders

A ceramic based feedstock is prepared, this time composed of a batch of powder with a grain size distribution centered on 50 nm (nanopowder). The total filler content is 40%, which, in this technical field, is considered to be too low to produce sound parts after the debinding cycle.

After having been solidified in a freezer, the feedstock is injected into a 25 tonne press.

The cylinder is injected into a mold heated to 110°C. A pressure of 140 bar is maintained for 30 seconds.

The mold is then cooled to 80°C and the part is ejected.

Due to the maintenance of the pressure, the green density is close to 60%, or 20 percentage points more than the filler content of the feedstock.

The part is stripped of binder and presintered at 1100°C in air.

The part is dipped in water at 80°C for 5 hours, then sintered at 1700°C.

The final part appears to be sound.

CLAIMS

1. A method for fabricating parts by the injection molding technique comprising the steps of:
 - preparing a feedstock – comprising at least one powder mixed with a polymer binder solubilized in a solvent;
 - injecting the feedstock into the mold under pressure;
 - debinding;
 - sintering,*characterized in that* the feedstock is maintained at a temperature above the solvent vaporization temperature during the pressing.
2. The parts fabrication method as claimed in claim 1, *characterized in that* during the evaporation of the solvent, the initial pressure in the mold is maintained.
3. The parts fabrication method as claimed in either of claims 1 and 2, *characterized in that* the feedstock contains at least one nanopowder, of which the particles are smaller than 100 nm.
4. The parts fabrication method as claimed in one of claims 1 to 3, *characterized in that* the solvent is an aqueous solvent, preferably water.
5. The parts fabrication method as claimed in one of the preceding claims, *characterized in that* the polymer binder is carboxymethyl cellulose (CMC).
6. The parts fabrication method as claimed in one of the preceding claims, *characterized in that* the polymer binder is present in a proportion of 3% to 50% of the total volume of the feedstock.
7. The parts fabrication method as claimed in one of the preceding claims, *characterized in that* the mold is cooled for ejecting the part, before the debinding step.
8. The parts fabrication method as claimed in one of the preceding claims, *characterized in that* a washing step is carried out before the sintering step.

1 Abstract

The present invention relates to a method for fabricating parts by the injection molding technique comprising the steps of:

- preparing a feedstock – comprising at least one powder mixed with a polymer binder solubilized in a solvent;
- injecting the feedstock into the mold under pressure;
- debinding;
- sintering.

Said method is characterized in that the feedstock is maintained at a temperature above the solvent vaporization temperature during the pressing.

2 Representative Drawing

None

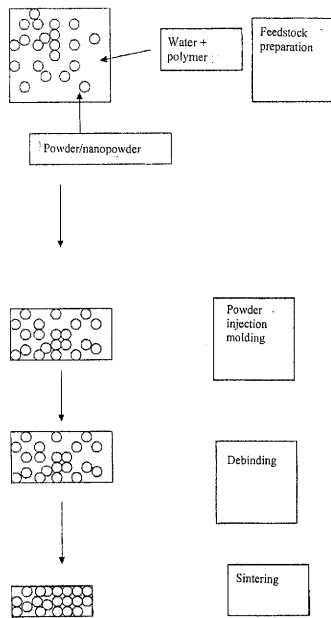


Figure 1