

明 細 書

発明の名称： リサイクル粉末の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、歯科ブランクの再生処理（リサイクル）により得られるリサイクル粉末の製造方法、更にはセラミックスの仮焼体からなる歯科ブランクのリサイクルにより得られるリサイクル粉末の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 生体親和性に優れたアルミナやジルコニアなどの焼結体（セラミックス材料）は歯科材料として広く使用されている。セラミックスの中でも、ジルコニアの焼結体は、天然歯に近い審美性と高い機械的強度を兼備するため、クラウン、ブリッジ、インレー、オンレー、アバットメントなどの歯科補綴物として多用されている。

[0003] 焼結体からなる歯科補綴物の作製方法においては、まず、原料粉末を成形して成形体（圧粉体）とし、これを仮焼することで仮焼体（歯科ブランク）が作製される。次いで、仮焼体は、歯科技工所等において切削加工が施され、焼結による熱収縮が考慮された歯科補綴物の形状が付与される。その後、仮焼体を焼結して焼結体（歯科補綴物）とし、微調整が施されて、最終的に患者に装着される。

[0004] ところで、産業廃棄物削減や環境負荷低減等の観点から、セラミックス材料のリサイクル需要が高まっている。セラミックス材料のリサイクル方法として、例えば、ジルコニアの焼結体からなる燃料電池用電解質シートをリサイクルする技術（特許文献1）や、ジルコニアの焼結体からなる粉砕ボールをリサイクルする技術（特許文献2）が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-027358号公報

特許文献2：特開平10-218662号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 歯科ブランクをはじめとする仮焼体は、焼結処理が施されていないため、リサイクル（特に、水平リサイクルや閉ループリサイクル）に適していると考えられる。しかしながら、特許文献1および2は、いずれも焼結体のリサイクル技術に係り、歯科ブランク、特に切削加工後に発生する歯科ブランクの端材のリサイクル技術ではない。
- [0007] これに加え、歯科ブランクは目的とする歯科補綴物の特性に応じた複数種類が使用される。切削加工後に発生する歯科ブランクの端材は、異なる組成及び種類が混合物であるためリサイクルを前提とする回収自体が困難である。そのため、現状では歯科技工所等の加工事業者において廃棄処分するか、セメント原料に転用する等のカスケードリサイクルの可能性があるに留まっていた。仮に、歯科ブランクの端材が回収できたとしても、水平リサイクルにおいては、回収された個々の端材を組成分析した上で分別することが必須となる。このため、現実的に歯科ブランクの端材は水平リサイクルが不可能であった。
- [0008] 本開示は、歯科ブランクの端材の水平リサイクルにより得られるリサイクル粉末及びその製造方法、リサイクル歯科ブランクの製造方法、及び、これにより得られるリサイクル歯科ブランクの少なくともいずれか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

- [0009] 本開示では、歯科ブランクのリサイクル、特に水平リサイクルの可能性について、切削加工後の歯科ブランクの端材の色調に着目して検討した。その結果、歯科補綴物の製造工程において排出される歯科ブランクの端材に、簡便な操作を施すことにより、歯科ブランクの原料として再生処理（リサイクル）し得ること、さらに、このような再生処理により得られる粉末が、歯科ブランクの原料として好適に使用し得ることを見出した。
- [0010] すなわち、本発明は特許請求の範囲の記載のとおりであり、また、本開示

の要旨は以下のとおりである。

〔１〕 歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が９０以上１００以下、 a^* が０以上１以下、 b^* が０以上５以下である粉末を回収する回収工程、を含む、リサイクル粉末の製造方法。

〔２〕 前記粉砕工程に先立ち、端材を分別する分別工程を含む、上記〔１〕に記載のリサイクル粉末の製造方法。

〔３〕 前記分別工程における分別方法が、色調が L^* が９０以上１００以下、 a^* が０以上１以下、 b^* が０以上５以下である端材からなる色調単位と、当該色調と異なる色調を有する端材からなる色調単位と、に端材が分別される方法、上記〔２〕に記載のリサイクル粉末の製造方法。

〔４〕 前記粉砕工程が、端材を乾式粉砕して粗粉砕物を得る粗粉砕工程、及び、粗粉砕物を湿式粉砕する粒子径調整工程、を有する粉砕工程である、上記〔１〕乃至〔３〕のいずれかひとつに記載のリサイクル粉末の製造方法。

〔５〕 前記回収工程における回収方法が、前記粉砕工程により得られる粉砕物を一定の単位に分け、色調が L^* が９０以上１００以下、 a^* が０以上１以下、 b^* が０以上５以下である色調を有する粉砕物に対応する単位を回収する回収方法である、上記〔１〕乃至〔４〕のいずれかひとつに記載のリサイクル粉末の製造方法。

〔６〕 歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が９０以上１００以下、 a^* が０以上１以下、 b^* が０以上５以下である粉末を回収する回収工程、を含む、歯科ブランクのリサイクル方法。

〔７〕 上記〔１〕乃至〔５〕の少なくともひとつで得られるリサイクル粉末を使用する、リサイクル歯科ブランクの製造方法。

〔８〕 色調が L^* が９０以上１００以下、 a^* が０以上１以下、 b^* が０以上５以下であるリサイクル粉末。

発明の効果

- [0011] 本開示により、歯科ブランクの端材の水平リサイクルにより得られるリサイクル粉末及びその製造方法、リサイクル歯科ブランクの製造方法、及び、これにより得られるリサイクル歯科ブランクの少なくともいずれかを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]分別工程を有さないリサイクル粉末の製造方法のフロー図
[図2]分別工程を有するリサイクル粉末の製造方法のフロー図

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、本開示について、実施形態の一例を示して説明する。また、本明細書における構成及び数値は任意の組合せも本開示に含まれるものとし、また、本明細書で開示した数値の上限値及び下限値の任意の組合せによる範囲も本開示に含まれるものとする。以下、本開示における主な用語を示す。
- [0014] 「歯科補綴物」とは、クラウン、ブリッジ、インレー、オンレー、アバットメント、その他の義歯及び歯科用被覆物の少なくともいずれかであり、特に、セラミックス材料（焼結体）からなる義歯及び歯科用被覆物の少なくともいずれかである。
- [0015] 「歯科ブランク」とは、歯科補綴物の前駆体となる組成物であり、特に歯科補綴物の前駆体に適したセラミックスの仮焼体である。歯科ブランクを焼結することで歯科補綴物が得られる。
- [0016] 「歯科ブランクの端材（以下、単に「端材」ともいう。）」とは、C A D／C A M加工等の切削加工により、歯科補綴物の形状を削り出した後の歯科ブランクであり、歯科補綴物の形状の孔（穿孔）を1つ以上有する歯科ブランク、及び、その分割物の少なくともいずれかである。
- [0017] 「リサイクル歯科ブランク（以下、「再生ブランク」ともいう。）」は、原料の一部又は全部にリサイクル粉末（後述）を使用して製造される歯科ブランクである。
- [0018] 「焼結体」とは、セラミックスの結晶粒子から構成され、一定の形状を有

する組成物であり、セラミックスの粉末を成形（、必要に応じて仮焼）及び焼結することにより得られる組成物である。

[0019] 「仮焼体」とは、セラミックスの融着粒子から構成され、一定の形状を有する組成物であり、セラミックスの粉末を成形して得られる成形体（圧粉体）を、仮焼（予備焼成、半焼成）することにより得られる組成物である。

[0020] 「リサイクル粉末」とは、焼結体、仮焼体又は成形体の再生処理（リサイクル）により得られる粉末、並びに、これを含む混合粉末であり、本実施形態においては、特に、仮焼体の再生処理により得られる粉末及びこれを含む混合粉末である。

[0021] 「合成粉末」とは、焼結体、仮焼体又は成形体の再生処理により得られる粉末以外の粉末であり、特に水熱合成法、加水分解法及び中和共沈法の群から選ばれる1以上、その他の液相法により得られる粉末である。

[0022] 「色調」とは、JIS Z 8722の幾何条件cに準拠した照明・受光光学系を備えた分光測色計（例えば、CM-700d、コニカミノルタ社製）を使用し、黒色背景を用いたSCI方式で測定され、 $L^*a^*b^*$ 表色系で表される色調である。粉末等の流動性を有する組成物の色調は、これを成形体（圧粉体）として測定される色調である。なお、 $L^*a^*b^*$ 表色系で表される色調は、明度 L^* 並びに色相 a^* 及び b^* の3つの値により定まる色空間における座標に対応する色調である。

[リサイクル粉末の製造方法]

本実施形態は、歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である粉末を回収する回収工程、を含む、リサイクル粉末の製造方法、である。歯科補綴物の製造においては、多種多様な歯科ブランクが使用され、これがまとめて排出（廃棄）される。そのため、排出される端材（の集合物）は色調、化学組成及び含有元素をはじめ、その素性が大きく異なる。このような状況において、本実施形態の製造方法では、このような端材（端材の集合物）から特定の色調を有するものを粉末として回収するこ

とができる。回収された粉末は、歯科ブランクの原料粉末として適したりサイクル粉末として再生（リサイクル）することができる。

[0023] 以下、本実施形態のリサイクル粉末の製造方法における各工程について、歯科ブランクの端材がジルコニアの仮焼体の端材である場合を例に挙げて説明する。

＜粉砕工程＞

歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程は、端材を粉砕し、これを粉砕物とする工程である。粉砕物は端材が粉末状になったものであり、これ自体をリサイクル粉末とみなすこともできる。しかしながら、粉砕工程に供する端材は異なる素性のものを多く含むため、後述の回収工程を経ることにより得られる粉砕物が歯科ブランクの原料粉末としてより適したりサイクル粉末となる。

[0024] 粉砕工程に供する端材は、仮焼体、更にはセラミックスの仮焼体であり、また更にはジルコニア（二酸化ジルコニウム、 ZrO_2 ）の仮焼体（以下、「ジルコニア仮焼体」ともいう。）である。仮焼体は、焼結初期の融着粒子から構成され、融着粒子は粒子同士がネッキングした状態の粒子である。結晶粒界を介して結晶粒子同士が強固に結合した焼結体と比べ、仮焼体は粉砕に要するエネルギーが非常に小さく、粉末化による再生処理に適している。

[0025] ジルコニア仮焼体は、ジルコニアからなる仮焼体であってもよいが、主成分がジルコニアであり、副成分として安定化元素及び着色元素などの金属元素を含んでいてもよい。

[0026] 安定化元素としてイットリウム（Y）、カルシウム（Ca）及びマグネシウム（Mg）の群から選ばれる1以上が、着色元素としてチタン（Ti）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、マンガン（Mn）、プラセオジウム（Pr）、ネオジウム（Nd）、ユーロピウム（Eu）、ガドリウム（Gd）、テルビウム（Tb）、エルビウム（Er）及びイッテルビウム（Yb）の群から選ばれる1以上が、それぞれ、挙げられる。また、その他の金属元素としてアルミニウム（Al）、ケイ素（Si）及びゲルマニウム

(Ge)の群から選ばれる1以上が挙げられる。これらの金属元素の存在状態は任意であるが、ジルコニアに固溶していてもよく、また、酸化物、その他化合物として存在していてもよい。

[0027] 端材は、1つの層からなる構造、すなわち全体組成からなる構造であってもよい。一方、歯科補綴物は、周辺歯質（患者の天然歯）との審美性の調和が要求される。歯根部から切削部にかけて審美性が変化する自然歯の審美性と同様な審美性とするため、端材は、2以上の層（例えば、2以上15以下の層、更には2以上10以下の層、また更には3以上8以下の層）からなる構造であってもよい。この場合において、端材は、各層の境界が明確となるよう積層した構造に限らず、グラデーションが形成されるように2以上の層が積層した構造であってもよい。なお、グラデーションは色調及び透光性の少なくともいずれかにより形成されるグラデーションであればよい。歯科ブランクが2以上の層が積層した構造を有する場合、着色元素などの金属元素は少なくとも1層に含まれていればよく、各層の着色元素の種類及び含有量の少なくともいずれかが異なっていることが好ましい。

[0028] 粉碎工程において、粉碎は、端材がリサイクル粉末として利用し得る程度の粉碎物として得られうる粉碎であればよい。このような粉碎として、端材の粉碎物の平均粒子径が0.1 μm 以上、0.3 μm 以上又は0.4 μm 以上であり、また、10 μm 以下、5 μm 以下又は1 μm 以下となるような粉碎が挙げられ、端材の粉碎物の平均粒子径が0.1 μm 以上10 μm 以下、又は、0.4 μm 以上1 μm 以下となるような粉碎、が好ましい。

[0029] 端材の粉碎物の平均粒子径は、SEM観察図を使用したプランメトリック法により求めることができる。具体的には、SEM観察図に面積が既知の円を描き、当該円内の粉碎物の粒子数(N_c)及び当該円の円周上の粉碎物の粒子数(N_i)を計測し、合計の粒子数(N_c+N_i)が250±50個となるようにした上で、下式(1)を使用して粉碎物の平均粒子径を求めればよい。

[0030] 平均粒子径 = $2 / \{ \pi \times (N_c + (1/2) \times N_i) / (A/M^2) \}^{0.5}$

・・・ (1)

式 (1) において、 N_c は円内の粉砕物の粒子数、 N_i は円の円周上の粉砕物の粒子数、 A は円の面積、及び、 M は SEM 観察の倍率 (例えば、5000～10000 倍) である。なお、一つの SEM 観察図における粒子数 ($N_c + N_i$) が 200 個未満である場合、複数の SEM 観察図を用いて ($N_c + N_i$) を 250 ± 50 個とすればよい。

[0031] 粉砕方法は、乾式粉砕及び湿式粉砕の少なくともいずれかであればよく、乾式粉砕でもよく、湿式粉砕でもよい。乾式粉砕は、例えば、ジョークラッシャー、ハンマークラッシャー、シュレッダー、ロールクラッシャー、ハンマーミル、カッティングミル、ロッドミル、ローラーミル、ローターミル、衝撃式粉砕機、ジェット粉砕機、ボールミル及び乳鉢の群から選ばれる 1 以上を用いた粉砕方法が挙げられる。湿式粉砕は、例えば、ボールミル、ビーズミル、遊星ミル、湿式ジェットミル、コロイドミル及びホモジナイザーの群から選ばれる 1 以上を用いた粉砕方法が挙げられる。好ましい粉砕方法として、粉砕媒体としてジルコニア球体 (ジルコニアボール及びジルコニアビーズの少なくともいずれか) を使用する湿式粉砕が挙げられる。これにより、粉砕による不純物のコンタミが生じにくくなる。

[0032] 好ましい粉砕工程として、端材を乾式粉砕して粗粉砕物を得る粗粉砕工程、及び、粗粉砕物を湿式粉砕する粒子径調整工程、を有する粉砕工程が挙げられる。粗粉砕工程により、端材を mm オーダーの粗粉砕物、例えば 1～10 mm の粗粉砕物とする。粗粉砕工程を経ることにより、より効率的に上述の端材の粉砕物の平均粒子径とすることができ、粉砕工程における粉砕時間が短縮及び粉砕に要するエネルギーの低減がされ得る。

<回収工程>

本実施形態の製造方法は、前記粉砕物から色調が L^* が 90 以上 100 以下、 a^* が 0 以上 1 以下、 b^* が 0 以上 5 以下である粉末を回収する回収工程、を有する。色調が L^* が 90 以上 100 以下、 a^* が 0 以上 1 以下、 b^* が 0 以上 5 以下である粉末 (以下、「基調粉末」ともいい、当該色調を「基調色調

」という。)は、端材から得られる粉末であり、基調粉末は歯科補綴物の前駆体である歯科ブランクと同じ成分からなる。そのため、基調粉末は歯科ブランクへの水平リサイクルに適している。さらに、基調粉末は、歯科色調見本(例えば、ビタ・クラシカルシェード)における最も薄い色調を有する歯科補綴物が得られうる歯科ブランクの色調と同様な色調を有する。

[0033] 基調粉末は、これをそのまま歯科ブランクの原料粉末として供してもできる。これに加え、基調粉末と異なる色調を有する粉末(以下、「調色粉末」ともいう。)と、基調粉末との混合粉末とすることで、基調色調以外の色調を有する、歯科補綴物に適した歯科ブランクの原料粉末としても供することができる。

[0034] 基調粉末の色調は基調色調を有していればよいが、以下の明度 L^* 並びに色相 a^* 及び b^* を満たすことが好ましい。なお、明度 L^* 並びに色相 a^* 及び b^* は、これら3つの値で示される座標に対応する1つの色調を示すものであり、それぞれが独立して色調を示すものではない。

[0035] 明度 L^* : 90以上又は95以上、かつ、
100以下又は99以下であり、
色相 a^* : 0以上又は0.2以上、かつ、
1以下又は0.8以下、であり、
色相 b^* : 0以上又は0.2以上、かつ、
5以下、3以下又は0.8以下。

[0036] 調色粉末は、その色調が、 L^* が90未満、 a^* が0未満又は1超、若しくは、 b^* が0未満又は5超である粉末であり、上述した基調粉末と同様な成分を含む粉末であればよく、また、ジルコニアのみからなる粉末及び安定化元素を含有するジルコニアの粉末の少なくともいずれかであってもよい。具体的な調色粉末として、端材の粉碎物であって基調粉末と異なる色調を有する粉末、及び、合成粉末、の少なくともいずれか、が挙げられる。

[0037] 通常、歯科ブランクは着色元素を含有する。回収される端材は、着色元素の含有量が異なり、切削加工後の歯科ブランクの残余物の集合体である。そ

のため、端材の色調は基本色調比べて濃くなる。この場合、粉碎工程において得られる粉碎物の色調も基調色調より濃くなるため、イットリウム安定化ジルコニウムの粉末など、より色調の薄い粉末を調色粉末として混合することが好ましい。

[0038] 基調粉末が回収できれば、回収工程における回収方法は任意であるが、例えば、粉碎工程により得られる粉碎物を一定の単位（ユニット）に分け、基調色調を有する粉碎物に対応する単位を回収する回収方法が挙げられる。また、同様な操作を粗粉碎工程で得られる粗粉碎物について単位分けし、基調粉末に相当する単位を粒子径調整工程に供し、その後、固液分離及び乾燥することとで、これを回収してもよい。なお、これらにおける「単位」は、質量単位及び体積単位の少なくともいずれか、その他再生処理のプロセスや設備に適したロットとなるような単位であればよい。

[0039] 回収される基調粉末は、リサイクル粉末として、更には各種のセラミックス材料の原料としてリサイクルできるが、特に、歯科ブランクの原料として適した粉末として使用することができる。

<分別工程>

本実施形態の製造方法は、粉碎工程に先立ち、端材を分別する分別工程を含んでいることが好ましい。端材は、切削加工後の歯科ブランクであり、色調及び組成がそれぞれ異なる使用済歯科ブランクの集合物として、歯科技工所等の加工事業者から回収される。分別工程を有することにより、粉碎工程に供する端材の属性、すなわち粉碎工程により生じる粉碎物の色調の予測が容易になる。これにより、回収工程や粗粉碎工程における単位分けが簡便に又は不要になり、より効率的な基調粉末の回収が期待できる。

[0040] 分別工程では端材を分別する。分別は、端材が一定の属性に基づき単位を分ける方法であればよいが、組成及び色調の少なくともいずれかに応じて単位を分ける方法であることが好ましく、色調に応じて単位を分ける方法であることがより好ましい。

[0041] 例えば、端材を色調に応じて分別する場合、色調が L^* が90以上100以

下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である端材からなる色調単位（以下、「基調単位」ともいう。）と、基調色調と異なる色調を有する端材からなる色調単位（以下、「非基調単位」ともいう。）と、に端材が分別される方法であればよい。また、端材を組成に応じて分別する場合、基調色調を呈する組成を有する端材からなる組成単位と、基調色調と異なる色調を呈する組成を有する端材からなる組成単位と、に分別される方法であればよい。なお、組成の分析は、端材ごとにサンプル採取及び機器分析等が必要となるのに対し、色調の分析は非接触の光学分析（例えば、ベルトコンベアによる輸送中）により簡便に行える。そのため、分別方法は、組成に基づく単位（組成単位）による分別より、色調に基づく単位（色調単位）による分別であることが好ましい。

- [0042] 非基調単位に分別された端材は、上述の粉碎処理及び回収処理を経ることで、基調粉末と同様に、調色粉末、その他セラミックス材料の原料としてリサイクルすることができる。
- [0043] 非基調単位は、2以上の副単位に分別されていてもよい。これにより、副単位毎に含まれる端材の色調や組成がより細分化及び均一化し、基調粉末への混合による色調制御や、その他の用途としてのリサイクルにより適した状態となる。
- [0044] 分別工程における端材の分別が容易になるため、端材は、材料情報に紐づく特定情報を少なくとも含む情報タグが付された歯科ブランクの端材であることが好ましい。「特定情報」は材料情報に紐づけが可能な情報であり、「材料情報」は組成情報、製品情報及び製造情報（いずれも後述）の群から選ばれる1以上を含むことが好ましい。
- [0045] 特定情報は、原料比率、組成（化学組成）、平均組成、含有元素、色調、色調コード、平均色調及び平均色調コードの群から選ばれる1以上（以下、「組成情報」ともいう。）を含むことが好ましい。組成情報により直接的に端材の素性を確認することができる。特定情報は、原料比率、組成、含有元素、色調及び色調コードの群から選ばれる1以上を含むことが好ましく、組

成及び色調コードの少なくともいずれかを含むことが好ましい。また、端材が、2以上の層からなる構造を有する場合、組成情報は、組成、色調及び色調コードに加え、又は、組成、色調及び色調コードに変えて、平均組成、平均色調及び平均色調コードの群から選ばれる1以上を含むことが好ましい。

「原料比率」は、歯科ブランクの製造の際に使用した各原料の種類（例えば、粉末の製品名）及び使用量に関する情報であり、また、色調は端材（歯科ブランク）を焼結して得られる歯科補綴物の目的色調である。また、「色調コード」は、歯科色調見本における各色調を表すコードであり、例えば、ビタ・クラシカルシェードにおけるA1乃至D4のいずれかのアルファベットと数字で示されるコードである。

[0046] 特定情報は、歯科ブランク（端材）の型番及び製造者の名称の少なくともいずれか（以下、「製品情報」ともいう。）を含むことが好ましく、少なくとも製造者の名称を含むことが好ましい。「型番」とは、歯科ブランクの製造者における歯科ブランクの製品名である。特定情報が製品情報を含むことにより、回収後に粗分別が可能となる。すなわち、歯科技工所等の加工事業者から回収される端材は、異なる歯科ブランクの製造者の製品が混在している場合がある。この場合において、まず、製造者毎、又は、製造者かつ製品毎の選別が可能となり、水平リサイクルのための選別が効率的に行いやすくなる。

[0047] 特定情報は、歯科ブランクの製造ロット、製造場所、製造年及び回収期限の群から選ばれる1以上（以下、「製造情報」ともいう。）を含むことが好ましく、製造年及び回収期限の少なくともいずれかを含むことがより好ましく、回収期限を含むことが更に好ましい。製造情報を含むことにより、リサイクルのみならず、トレーサビリティも可能となる。なお、「製造年」は製造された時期を特定しうる情報であり、製造年に代わり、製造年月又は製造年月日であってもよい。

[0048] 特定情報はコードタグ等のコードシンボルからなる情報タグにより付されていることが好ましい。情報タグは、コードシンボルの読み取り手段、具体

的には、バーコードリーダー及び画像解析の少なくともいずれか、等により読み取ることによって端材の分別が容易に行える。情報タグは、文字、数字及び記号の群から選ばれる1以上を含んでいてもよい。コードシンボルの種類、大きさ、表示形式などは、情報タグに付す情報量、歯科ブランクの形状などに応じて適宜選択すればよく、例えば、一次元及び二次元の少なくともいずれかのコードシンボル、具体的にはバーコード及びQRコード（登録商標）の少なくともいずれかであればよい。情報タグは、独自のコード等を含んでもよい。また、コードシンボルはその一部が欠損した場合であっても情報を読み取れるものであることが好ましい。

＜洗浄工程＞

分別工程、粉碎工程、粗粉碎工程、粒子径調整工程又は回収工程の各工程に先立ち又は各工程の後に、不純物を低減する不純物低減工程を含んでいてもよい。これにより、回収された端材に付随する不純物や、各工程の前後で混入する不純物を低減することができる。

[0049] 不純物の低減方法は端材、粉碎物又はリサイクル粉末（以下、「端材等」ともいう。）の不純物が低減される方法であればよいが、洗浄、更には水洗であればよい。

[0050] 水洗による不純物低減を行った場合等、不純物低減工程の後、水洗後の端材等を乾燥する乾燥工程を有していてもよい。乾燥方法は、端材等に物理吸着した水が低減する方法であればよく、例えば、大気雰囲気、80℃以上150℃以下で乾燥する方法、が挙げられる。乾燥時間は乾燥に供する端材等の量や乾燥機の特徴などにより適宜調整すればよく、30分以上24時間以下が例示できる。

[0051] 本実施形態の製造方法は、最初の工程として不純物低減工程を有することが好ましく、粉碎工程（分別工程を有する場合は分別工程）に先立ち、不純物低減工程を有することが好ましい。また、不純物低減工程は独立した工程であってもよいが、各工程に端材等を移送する際に行ってもよい。

[歯科ブランクの端材のリサイクル方法]

本実施形態のリサイクル粉末の製造方法は、歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である粉末を回収する回収工程、を含む、歯科ブランクの端材のリサイクル方法（以下、「本実施形態のリサイクル方法」ともいう。）、とみなすこともできる。上述の通り、リサイクル粉末は、歯科ブランクの原料粉末として供することができ、端材を水平リサイクルすることが可能である。

[0052] 本実施形態のリサイクル方法は、上述のリサイクル粉末の製造方法における、粉砕工程及び回収工程と同様であり、また、上述のリサイクル粉末の製造方法における分別工程及び不純物低減工程の少なくともいずれかを含んでいてもよい。

[リサイクル粉末]

本実施形態の製造方法により得られるリサイクル粉末は、再生ブランクの原料として使用できる粉末であればよいが、好ましいリサイクル粉末として、例えば、 L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下であるリサイクル粉末（以下、「本リサイクル粉末」ともいう。）、が挙げられる。

[0053] 本リサイクル粉末は L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下であり、更に $L^* a^* b^*$ 表色系における明度 L^* 、色相 a^* 及び色相 b^* が以下を満たすことが好ましい。

[0054] 明度 L^* ：90以上又は95以上、かつ、
100以下又は99以下であり、
色相 a^* ：0以上又は0.2以上、かつ、
1以下又は0.8以下、であり、
色相 b^* ：0以上又は0.2以上、かつ、
5以下、3以下又は0.8以下

本リサイクル粉末がこのような色調を示すことで、基調粉末として使用することができる。すなわち、本リサイクル粉末はこれをそのまま仮焼体（歯

科ブランク)の製造方法に使用することができる。これに加え、着色元素を含有する本リサイクル粉末を基調粉末として使用することができる。すなわち、従来は着色元素を含まない粉末をベース粉末とする粉末混合システムであり、ベース粉末に、着色元素を含有する粉末を混合することで歯科補綴物に適した仮焼体(歯科ブランク)が作製されていた。これに対し、本リサイクル粉末を使用することで、仮焼体(歯科ブランク)の水平リサイクルを可能にすることに加え、これまでになかった、着色元素を含む粉末をベースとする粉末混合システムを実現することができる。このような粉末混合システムによって、歯科補綴物に適した仮焼体(歯科ブランク)を作製することができ、着色元素を含まない粉末に加え、又は、着色元素を全く含まない粉末に代わり、本リサイクル粉末をベース粉末として任意の色調を呈する歯科補綴物が得られる。

[0055] リサイクル粉末の色調は、当該粉末3.0gを直径25mmの金型に充填し、圧力19.6MPaの一軸加圧成形をした後、圧力196MPaでCIP処理して厚み3.0±0.5mmの円板状に成形し、これを#800の耐水研磨紙を使用して測定面を0.1mm研磨し、測定すればよい。

[0056] 本リサイクル粉末は、歯科ブランクを原料とする粉末であるため、主成分がジルコニアであり、副成分として安定化元素及び着色元素などの金属元素を含む粉末であることが挙げられる。

[0057] 本リサイクル粉末が含有する安定化元素としてイットリウム、カルシウム及びマグネシウムの群から選ばれる1以上が挙げられる。また、本リサイクル粉末が含有する着色元素としてチタン、鉄、コバルト、ニッケル、マンガン、プラセオジウム、ネオジウム、ユーロピウム、ガドリウム、テルビウム、エルビウム及びイッテルビウムの群から選ばれる1以上が挙げられ、チタン、鉄、コバルト、ニッケル及びマンガンの群から選ばれる1以上の遷移金属元素と、プラセオジウム、ネオジウム、ユーロピウム、ガドリウム、テルビウム、エルビウム及びイッテルビウムの群から選ばれる1以上の希土類元素と、を含むことが好ましい。

[0058] 本リサイクル粉末は、成形及び仮焼を経た仮焼体が粉碎されることによって得られる粉末である。これらの工程を経るため、本リサイクル粉末においては、着色溶液への浸漬により含有された着色元素の状態や、固相混合により含有された着色元素の状態と、異なる状態でジルコニアに含有された着色元素も含むと考えられる。そのため、本リサイクル粉末における着色元素は、少なくとも一部の着色元素がジルコニアに固溶して含まれていることが好ましく、少なくとも一部の遷移金属元素がジルコニアに固溶して含まれていることがより好ましい。一方、着色元素はその他の化合物（例えば、酸化物）として含有されていてもよい。

[再生ブランクの製造方法]

本実施形態の歯科ブランクの製造方法は、本実施形態の製造方法により得られるリサイクル粉末（以下、「本リサイクル粉末」ともいう。）を使用するリサイクル歯科ブランク（再生ブランク）の製造方法、であればよく、公知の歯科ブランクの製造方法と同様な方法において、本リサイクル粉末を原料粉末として用いればよい。さらに、本リサイクル粉末を使用するリサイクル歯科ブランクの製造方法においては、本リサイクル粉末を含む粉末を原料粉末として用いればよく、本リサイクル粉末を含む混合粉末、例えば、本リサイクル粉末と合成粉末との混合粉末、を原料粉末として用いてもよい。

[0059] 具体的な製造方法として、本リサイクル粉末を成形して成形体を得る成形工程、及び、成形体を仮焼する仮焼工程、を有するリサイクル歯科ブランクの製造方法、が挙げられる。

[0060] 成形工程に供する本リサイクル粉末は、目的とする歯科補綴物の色調に並び、適宜、色調や組成を調整したリサイクル粉末を使用すればよい。例えば、ビタ・クラシカルシェードのA 1に相当する色調を有する歯科補綴物を作製するための歯科ブランク（仮焼体）を製造する場合、基調粉末にリサイクル粉末を使用すればよい。一方、ビタ・クラシカルシェードのA 1より濃い色調を有する歯科補綴物を作製するための歯科ブランク（仮焼体）を製造する場合、基調粉末と調色粉末との混合粉末にリサイクル粉末を使用すればよい。

い。混合粉末において、基調粉末は調色粉末に対する希釈成分として、他方、調色粉末は基調粉末に対する着色元素として、互いに機能する。従って、より濃い色調の歯科補綴物を目的とする場合、混合粉末に占める調色粉末の含有割合を多くすればよい。

[0061] 成形工程における成形方法は、リサイクル粉末を成形体（圧粉体）とし得る方法であればよく、例えば、プレス成形、射出成形、シート成形、押出成形及び鑄込み成形の群から選ばれる1以上が挙げられる。成形方法は、歯科ブランクの製造に適した成形方法であればよく、プレス成形が好ましい。

[0062] 仮焼工程は、リサイクル粉末を構成する粒子が融着粒子となる仮焼（熱処理）であればよく、公知の歯科ブランクの製造における仮焼であればよい。仮焼条件として、例えば、大気雰囲気、800℃以上1200℃未満での処理が挙げられる。

[0063] 得られる再生ブランクは、公知の焼結方法により焼結体（歯科補綴物）とすることができる。焼結方法として、例えば、大気雰囲気1200℃以上1600℃以下の温度での焼結処理が挙げられる。

実施例

[0064] 以下、実施例により本開示について説明する。しかしながら、本開示は実施例に限定されるものではない。

<組成分析>

組成物の組成はICP分析で測定した。分析の前処理として、試料粉末は大気雰囲気、1000℃で1時間、熱処理した。

<平均粒子径>

粉末試料の平均粒子径は、SEM観察図を使用したプラニメトリック法により求めた。すなわち、以下の条件で得られたSEM観察図に面積が既知の円を描き、当該円内の粉砕物の粒子数（ N_c ）及び当該円の円周上の粉砕物の粒子数（ N_i ）を計測し、合計の粒子数（ $N_c + N_i$ ）が 250 ± 50 個となるようにした上で、上述の式（1）を使用して粉砕物の平均粒子径を求めた。

[0065] 加速倍率 : 15 V

観察倍率 : 5000倍

<仮焼体密度>

仮焼体の質量は電子天秤で測定することで求め、また、体積はノギスで測定した寸法から求めた。得られた質量及び体積から実測密度を求め、仮焼体密度とした。

<焼結体密度>

仮焼体の質量は電子天秤で測定することで求め、また、体積はJIS R 1634に準じたアルキメデス法により求めた。得られた質量及び体積から実測密度を求め、仮焼体密度とした。アルキメデス法は、溶媒としてイオン交換水を使用し、また、前処理は煮沸法により行った。

<色調>

JIS Z 8722の幾何条件cに準拠した照明・受光光学系を備えた分光測色計（装置名：CM-700d、コニカミノルタ社製）を使用し、測定試料の背景として黒色校正ボックスを配置した方法（黒バック測定）によって、色調を測定した。測定条件は以下のとおりである。

[0066] 光源 : D65光源

視野角 : 10°

測定方式 : SCI

粉末試料の色調は、粉末3.0gを直径25mmの金型に充填し、圧力19.6MPaの一軸加圧成形をした後、圧力196MPaでCIP処理して厚み3.0±0.5mmの円板状に成形し、#800の耐水研磨紙で測定面を0.1mm研磨してから測定した。

[0067] 仮焼体試料の色調は、#800の耐水研磨紙を使用して、測定面を0.1mm研磨した後に測定し得た。

[0068] 焼結体試料は、焼結体の両面を鏡面研磨し、厚み1.0±0.1mm及び表面粗さ(Ra)が0.02μm以下とした後に測定した。

<全光線透過率>

全光線透過率を、ヘーズメータ（装置名：NDH4000、日本電色社製）を用い、D65光源を使用して、JIS K 7361-1に準拠した方法によって測定した。測定試料は、表面粗さ $Ra \leq 0.02 \mu m$ となるように両面研磨した、厚み $1.0 \pm 0.1 mm$ の円板状の焼結体を使用した。

[0069] 合成例＜仮焼体の作製＞

歯科ブランクの端材の模擬試料として、以下の方法により、歯科ブランクと同等な組成及び特性を有する仮焼体を作製した。市販のジルコニアの粉末（合成粉末；仮焼体1乃至4においてはZpex、Zpex-Yellow、Zpex-Gray及びZpex-Pink。仮焼体5乃至8においてはZpex4、Zpex4-Yellow、Zpex-Gray及びZpex-Pink。仮焼体9乃至12においてはZpex-Smile、Zpex-SmileYellow、Zpex-Smile-Gray及びZpex-Pink。いずれも東ソー社製）を表1～3に示す粉末の配合割合〔質量％〕で200mLのポリプロピレン製容器に充填し、該容器を撹拌することでこれを乾式混合した。得られた粉末26gを57mm×34mmの金型に充填し、圧力19.6MPaの一軸加圧成形をした後、圧力196MPaでCIP処理して成形体を得た。得られた成形体を以下の条件で焼成し、仮焼体を得た。

[0070] 仮焼温度 ：1000℃
 仮焼時間 ：1時間
 昇温速度 ：50℃／時
 仮焼雰囲気：大気雰囲気
 降温速度 ：300℃／時

同様な操作を繰り返し、表1～3に示す仮焼体1乃至12を、それぞれ4個ずつ作製した。なお、下表の仮焼体組成における残部はジルコニアである。

[0071]

[表1]

	粉末配合割合 [wt%]				仮焼体組成				
	Zpex	Zpex~ Yellow	Zpex~ Gray	Zpex~ Pink	Y [mol%]	Er [mol%]	Fe [wt%]	Co [wt%]	Al ₂ O ₃ [wt%]
仮焼体 1	68.39	30.00	1.61	0	2.863	0.049	0.045	0	0.050
仮焼体 2	68.92	30.00	1.08	0	2.877	0.033	0.045	0	0.050
仮焼体 3	62.25	30.00	1.08	6.67	2.878	0.033	0.045	0.003	0.050
仮焼体 4	31.18	60.00	2.15	6.67	2.849	0.066	0.090	0.003	0.050

[0072] [表2]

	粉末配合割合 [wt%]				仮焼体組成				
	Zpex4	Zpex4~ Yellow	Zpex~ Pink	Zpex~ Gray	Y [mol%]	Er [mol%]	Fe [wt%]	Co [wt%]	Al ₂ O ₃ [wt%]
仮焼体 5	72.67	25.50	1.83	0	3.992	0.057	0.051	0	0.050
仮焼体 6	73.21	25.50	1.28	0	4.013	0.040	0.051	0	0.050
仮焼体 7	68.82	23.50	1.08	6.60	3.944	0.033	0.047	0.003	0.050
仮焼体 8	47.82	43.00	2.58	6.60	3.887	0.080	0.086	0.003	0.050

[0073] [表3]

	粉末配合割合 [wt%]				仮焼体組成				
	Zpex Smile	Zpex Smile~ Yellow	Zpex~ Pink	Zpex Smile~ Gray	Y [mol%]	Er [mol%]	Fe [wt%]	Co [wt%]	Al ₂ O ₃ [wt%]
仮焼体 9	73.85	24.00	2.15	0	5.190	0.067	0.048	0	0.050
仮焼体 10	74.39	24.00	1.61	0	5.218	0.050	0.048	0	0.050
仮焼体 11	72.43	20.00	1.08	6.49	5.245	0.034	0.040	0.003	0.050
仮焼体 12	58.28	32.00	3.23	6.49	5.135	0.101	0.064	0.003	0.050

実施例 1 乃至 12 <リサイクル粉末の製造>

以下の方法で仮焼体を粉砕し粉砕物を得た。すなわち、仮焼体 1 を 4 個用意し、これを目開き 1 mm の篩を通過するまで、ジルコニア製乳鉢で粗粉砕し、粗粉砕物を得た。得られた粗粉砕物を、粉砕媒体にジルコニアボールを使用したボールミルを使用して粉砕し、平均粒子径が 0.4 μm である粉砕

物を得、これを実施例 1 のリサイクル粉末とした。仮焼体 2 乃至 12 について同様な操作を行い、平均粒子径が 0.4 μ m の粉碎物を得、それぞれ、実施例 2 乃至 12 のリサイクル粉末とした。

[0074] 得られたリサイクル粉末の評価結果を下表に示す。

[0075] [表4]

	原料	リサイクル粉末の色調			
		L*	a*	b*	C*
実施例 1	仮焼体 1	97.0	0.6	3.5	3.6
実施例 2	仮焼体 2	96.8	0.5	3.2	3.2
実施例 3	仮焼体 3	97.0	0.2	3.3	3.3
実施例 4	仮焼体 4	95.2	0.2	3.9	3.9
実施例 5	仮焼体 5	97.6	0.4	3.1	3.1
実施例 6	仮焼体 6	97.6	0.3	3.0	3.0
実施例 7	仮焼体 7	97.2	0.0	3.0	3.0
実施例 8	仮焼体 8	96.5	0.1	3.6	3.6
実施例 9	仮焼体 9	97.7	0.5	3.0	3.0
実施例 10	仮焼体 10	97.5	0.4	3.1	3.1
実施例 11	仮焼体 11	97.9	0.1	3.0	3.0
実施例 12	仮焼体 12	97.2	0.2	3.5	3.5

得られたリサイクル粉末は、明度 L* が 90 以上 100 以下（95.2 以上 97.9 以下）、色相 a* が 0 以上 1 以下（0.0 以上 0.6 以下）、色相 b* が 0 以上 5 以下（3.0 以上 3.9 以下）、及び、彩度 C* が 3.0 以上 3.9 以下であり、いずれも基調粉末としてリサイクル可能な粉末であった。

[0076] 実施例 13 乃至 25 <再生ブランクの製造>

実施例 1 乃至 12 のリサイクル粉末 3 g をそれぞれ直径 25 mm の金型に充填し、圧力 19.6 MPa の一軸加圧成形をした後、圧力 19.6 MPa で CIP 処理して成形体を得た。得られた成形体を以下の条件で焼成し、実施例 13 乃至 25 の再生ブランクを得た。

[0077] 仮焼温度 ： 1000℃
 仮焼時間 ： 1 時間
 昇温速度 ： 50℃／時
 仮焼雰囲気： 大気雰囲気

降温速度 ： 3 0 0℃／時

得られた再生ブランクの評価結果を下表に示す。

[0078] [表5]

	原料粉末	色調				仮焼体 密度 [g/cm ³]
		L*	a*	b*	C*	
実施例 13	実施例 1	98.2	0.2	2.4	2.4	3.28
実施例 14	実施例 2	97.8	0.3	2.2	2.2	3.30
実施例 15	実施例 3	98.1	0.1	2.0	2.0	3.30
実施例 16	実施例 4	98.3	0.5	2.8	2.8	3.36
実施例 17	実施例 5	98.5	0.1	1.9	1.9	3.21
実施例 18	実施例 6	98.6	0.1	1.9	1.9	3.29
実施例 19	実施例 7	98.3	0.0	1.6	1.6	3.22
実施例 20	実施例 8	97.5	0.2	2.8	2.8	3.26
実施例 21	実施例 9	98.6	0.3	1.5	1.5	3.20
実施例 22	実施例 10	98.5	0.4	1.6	1.6	3.23
実施例 23	実施例 11	98.8	0.1	1.5	1.5	3.22
実施例 24	実施例 12	98.1	0.1	1.6	1.6	3.26

実施例の方法で製造されたリサイクル粉末は、成形及び仮焼が可能であり、仮焼体（再生ブランク）の原料粉末として利用できることが確認できた。また、得られる仮焼体（再生ブランク）は、合成粉末より得られる再生ブランクと同等な色調を呈することが確認できた。

[0079] さらに、得られた仮焼体を以下の条件で焼結して焼結体とした。

[0080] 焼結方法 ： 常圧焼結
 焼結雰囲気 ： 大気雰囲気
 保持温度 ： 1 4 5 0℃（実施例 1 3 乃至 1 6、2 1 乃至 2 4）
 1 5 0 0℃（実施例 1 7 乃至 2 0）
 保持時間 ： 2 時間

得られた焼結体の評価結果を、合成例で得られた主な仮焼体を同様な条件で焼結して得られた焼結体の評価結果と併せて下表に示す。なお、色調名は、ピタ・クラシカルシェードの指標に沿った色を示している。

[0081]

[表6]

	色調				色調名	全光線透過率 [%]	焼結体密度 [g/cm ³]
	L*	a*	b*	C*			
実施例 13	78.1	-2.3	9.2	9.5	A1	36	6.09
実施例 14	78.2	-2.5	9.7	10.0	B1	36	6.09
実施例 15	76.2	-1.3	8.2	8.3	C1	31	6.09
実施例 16	75.4	0.4	14.1	14.1	D2	26	6.09
実施例 17	76.7	-1.8	8.8	9.0	A1	40	6.08
実施例 18	77.0	-2.3	8.7	9.0	B1	41	6.08
実施例 19	74.7	-1.2	7.0	7.1	C1	36	6.08
実施例 20	72.2	0	12.2	12.2	D2	32	6.08
実施例 21	73.6	-2.5	8.4	8.8	A1	44	6.05
実施例 22	74.5	-2.3	9.1	9.4	B1	44	6.05
実施例 23	72.5	-2.1	5.5	5.9	C1	42	6.05
実施例 24	70.3	-0.9	10.2	10.2	D2	39	6.06
仮焼体 1	78.3	-2.5	9.5	9.8	A1	36	6.09
仮焼体 5	77.1	-2.2	9.0	9.3	A1	40	6.08
仮焼体 9	73.9	-2.1	8.7	8.9	A1	44	6.05

上表より、実施例により得られた再生ブランクから、歯科補綴物として適した審美性を有する焼結体を得られることが確認できた。また、実施例 13 及び仮焼体 1、実施例 17 及び仮焼体 5、並びに、実施例 21 及び仮焼体 9 の比較から、実施例の再生ブランクから得られた歯科補綴物は、合成粉末から得られた歯科ブランクと同じ透光性及び焼結体密度を示し、且つ、同様な色調を呈していた。これにより、リサイクル粉末から得られる焼結体（歯科補綴物）は、合成粉末から得られる焼結体（歯科補綴物）と同等な焼結体であることが確認できた。

[0082] 実施例 25 <混合粉末による再生ブランクの製造>

実施例 5 乃至 8 で得られたリサイクル粉末と、調色粉末として合成粉末（製品名：Z p e x 4 - Y e l l o w、Z p e x - G r a y 及び Z p e x - P i n k、いずれも東ソー社製）を使用したこと、及び、下表に示す配合割合としたこと以外は合成例 1 と同様な方法で混合粉末を得た。

[0083]

[表7]

	粉末配合割合				
	リサイクル粉末		Zpex4~ Yellow [wt%]	Zpex~ Pink [wt%]	Zpex ~ Gray [wt%]
	種類	配合割合 [wt%]			
実施例25	実施例5	31.7	56.0	5.2	7.1
実施例26	実施例6	62.8	36.0	1.2	0.0
実施例27	実施例7	28.5	57.3	0.8	13.4
実施例28	実施例8	86.2	12.8	1.0	0.0

[0084] 得られた混合粉末を使用したこと以外は実施例13乃至24と同様な方法で再生ブランクを作製した。得られた再生ブランクの評価結果を下表に示す。

[0085] [表8]

	色調				色調名	仮焼体 密度 [g/cm ³]
	L*	a*	b*	C*		
実施例25	95.9	0.8	4.8	4.9	A4	3.30
実施例26	96.9	0.5	3.9	3.9	B4	3.27
実施例27	95.9	0.6	4.4	4.4	C4	3.30
実施例28	97.1	0.4	3.2	3.2	D3	3.28

これらの結果より、本実施例のリサイクル粉末は混合粉末として、再生ブランクの原料として使用できることが確認できた。得られた仮焼体（再生ブランク）を使用したこと以外は実施例13乃至24と同様な方法でこれを焼結し、焼結体を得た。

[0086] 結果を下表に示す。

[0087] [表9]

	色調				色調名	全光線 透過率 [%]	焼結体 密度 [g/cm ³]
	L*	a*	b*	C*			
実施例25	69.8	2.5	15.1	15.3	A4	28	6.09
実施例26	74.1	-0.7	15.6	15.6	B4	34	6.08
実施例27	68.6	1.5	13.9	14.0	C4	26	6.08
実施例28	71.7	0.5	13.3	13.3	D4	33	6.08

上表より、実施例のリサイクル粉末は調色粉末と混合した混合粉末とする

ことで、より色調の濃い歯科補綴物として適した審美性を有する焼結体を得られること、及び、そのためのリサイクル原料として使用できることが確認できた。同時に、実施例のリサイクル粉末から、着色元素を含有するジルコニアの粉末をベース粉末とした場合であっても、粉末混合システムであっても、歯科補綴物に適した任意の色調を呈する焼結体（歯科補綴物）が得られることが確認できた。

[0088] 令和5年11月29日に出願された日本国特許出願2023-201429号及び令和6年1月19日に出願された日本国特許出願2024-006646号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本開示の明細書の開示として、取り入れる。

請求の範囲

- [請求項1] 歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である粉末を回収する回収工程、を含む、リサイクル粉末の製造方法。
- [請求項2] 前記粉砕工程に先立ち、端材を分別する分別工程を含む、請求項1に記載のリサイクル粉末の製造方法。
- [請求項3] 前記分別工程における分別方法が、基調色調を有する端材からなる色調単位と、基調色調と異なる色調を有する端材からなる色調単位と、に端材が分別される方法、請求項2に記載のリサイクル粉末の製造方法。
- [請求項4] 前記粉砕工程が、端材を乾式粉砕して粗粉砕物を得る粗粉砕工程、及び、粗粉砕物を湿式粉砕する粒子径調整工程、を有する粉砕工程である、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のリサイクル粉末の製造方法。
- [請求項5] 前記回収工程における回収方法が、前記粉砕工程により得られる粉砕物を一定の単位に分け、色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である色調を有する粉砕物に対応する単位を回収する回収方法である、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のリサイクル粉末の製造方法。
- [請求項6] 歯科ブランクの端材を粉砕して粉砕物を得る粉砕工程、及び、前記粉砕物から色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下である粉末を回収する回収工程、を含む、歯科ブランクのリサイクル方法。
- [請求項7] 請求項1又は2で得られるリサイクル粉末を使用する、リサイクル歯科ブランクの製造方法。
- [請求項8] 色調が L^* が90以上100以下、 a^* が0以上1以下、 b^* が0以上5以下であるリサイクル粉末。