

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6262446号  
(P6262446)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int.CI.

A 6 1 C 7/12 (2006.01)

F 1

A 6 1 C 7/12

請求項の数 17 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-93559 (P2013-93559)
(22) 出願日	平成25年4月26日 (2013.4.26)
(65) 公開番号	特開2013-226418 (P2013-226418A)
(43) 公開日	平成25年11月7日 (2013.11.7)
審査請求日	平成28年4月25日 (2016.4.25)
(31) 優先権主張番号	61/638, 617
(32) 優先日	平成24年4月26日 (2012.4.26)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	13/869, 406
(32) 優先日	平成25年4月24日 (2013.4.24)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	599025972 オルムコ コーポレイション アメリカ合衆国 カリフォルニア 928 67 オレンジ ウエスト コリンズ ア ベニュー 1717
(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(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	100110364 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】歯列矯正装置を製造するためのシステムおよび方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

歯列矯正装置の形態の成形体を脱脂するためのシステムであって、  
焼結可能粒子および結合剤を含む複数の成形体、ならびに前記結合剤を前記成形体から  
除去することができる超臨界流体を含むように構成された圧力容器と、  
前記圧力容器に連結され、流体化学物質を前記圧力容器へと供給するように構成された  
前記流体化学物質の供給源と、  
前記流体化学物質を少なくとも前記流体化学物質の超臨界温度に加熱するように構成さ  
れた熱源と、

前記流体化学物質を少なくとも前記流体化学物質の超臨界圧力に加圧するように構成さ  
れたポンプであって、前記超臨界圧力と前記超臨界温度との組み合わせが前記成形体の前  
記結合剤と接触する前記超臨界流体を形成するのに十分である、ポンプと、

前記流体化学物質および前記成形体から除去された前記結合剤を受けるように前記圧力  
容器に連結された収集容器であって、前記成形体から除去された前記結合剤を捕捉するよ  
うに構成された収集容器と、

前記流体化学物質および前記結合剤を前記圧力容器から前記収集容器へと流すために、  
前記圧力容器を前記収集容器に連結する管と、

前記結合剤が前記管を通って流れるととき前記結合剤を加熱するためのヒーターと、  
を含むシステム。

## 【請求項 2】

10

20

前記管の長さが 0 . 7 6 2 メートル未満である、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

前記圧力容器と前記収集容器との間で前記圧力容器に連結され、自動的に開閉するよう構成された出口弁をさらに含む、請求項 1 又は 2 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

前記流体化学物質の前記供給源と前記圧力容器との間で前記圧力容器に連結され、自動的に開閉するよう構成された入口弁をさらに含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 5】**

歯列矯正装置を製造する方法であって、

10

焼結可能粒子および結合剤を含む複数の成形体を、少なくとも前記結合剤の一部を前記成形体から除去するように圧力容器内の超臨界流体に露出するステップと、

前記超臨界流体が非超臨界流体へと移行すると、除去された前記結合剤を前記圧力容器とは別の収集容器内の前記超臨界流体から収集するステップと、

前記圧力容器を前記収集容器に連結する管を介して前記圧力容器から前記収集容器へ前記除去された結合剤を流すステップと、

前記除去された結合剤が前記管を通じて流れると、前記除去された結合剤を加熱するステップと、

を含む方法。

**【請求項 6】**

20

前記複数の成形体を露出する前に、前記方法は、前記複数の成形体を射出成形するステップをさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記成形体を露出するステップの前および / または間に、

標準温度および標準圧力で流体として存在する流体化学物質を、前記流体化学物質の臨界温度以上に加熱するステップと、

前記流体化学物質を、前記超臨界流体を形成するように前記流体化学物質の臨界圧力以上に加圧するステップと、

をさらに含む、請求項 5 又は 6 に記載の方法。

**【請求項 8】**

30

前記成形体を露出するステップが、圧力容器からの前記超臨界流体の流れがない期間、または前記圧力容器への前記超臨界流体の流れがない期間に前記成形体を前記圧力容器内の前記超臨界流体に露出するステップを含む、請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記流れがない期間に前記成形体を前記超臨界流体に露出した後、前記成形体を露出するステップが、別の超臨界流体を前記圧力容器へと流すステップと、前記超臨界流体を前記圧力容器から流すステップとを含む、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 10】**

40

前記除去された結合剤を収集するステップは、前記非超臨界流体を形成するために、臨界温度以下に前記超臨界流体の温度を冷やすステップ、及び / 又は臨界圧力以下に前記超臨界流体の圧力を減少させるステップを含む、請求項 5 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記方法は、前記複数の成形体を前記超臨界流体に露出した後、前記焼結可能粒子が焼結体へと固まるように、前記複数の成形体を焼結するステップをさらに含む、請求項 5 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 12】**

前記方法は、前記複数の成形体を前記焼結した後、歯列矯正装置を形成するために前記焼結体を仕上げるステップをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

50

**【請求項 13】**

前記超臨界流体がCO<sub>2</sub>を含む、請求項5～12のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 14】**

前記圧力容器と前記収集容器との間で流れる間に前記超臨界流体の圧力及び／又は温度が低下し、これにより、前記超臨界流体が少なくとも部分的に非超臨界流体へと移行し、前記除去された結合剤が前記非超臨界流体から分離される、請求項5～13のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 15】**

前記除去された結合剤を加熱するステップは、前記分離された結合剤を、前記分離された結合剤が流動的である所定温度に維持するステップを含む、請求項14に記載の方法。

10

**【請求項 16】**

前記分離された結合剤が流動的である前記所定温度は、前記超臨界流体の臨界温度より低い、請求項15に記載の方法。

**【請求項 17】**

前記除去された結合剤を前記収集容器内の前記超臨界流体から収集するステップは、前記収集容器内の前記非超臨界流体を大気へと通気するステップを含む、請求項5～16のいずれか一項に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

20

**【関連出願の相互参照】**

本出願は2012年4月26日に出願された米国特許仮出願第61/638,617号の優先権を主張するものであり、その開示全体を参照によって本明細書に援用する。

**【0002】**

本発明は一般に、歯列矯正装置を製造するためのシステムおよび方法に関する。

**【背景技術】****【0003】**

歯列矯正治療では、多くの場合、歯列矯正装置を歯に取り付ける。次いで、歯列矯正装置に加えられた力が歯に伝達され、これにより歯を移動させる。したがって、歯列矯正装置は、患者の歯列を改善するための歯列矯正治療の主要な構成部品である。歯列矯正装置は、ブラケット、アーチワイヤ、または他のデバイスを含むことができる。

30

**【0004】**

歯列矯正ブラケットを例として使用すると、歯科矯正医は、歯列矯正ブラケットを患者の歯に接着剤で接着し、アーチワイヤをそれぞれのブラケットのスロットへと係合することができる。アーチワイヤは歯列矯正ブラケットに曲げ応力および／またはねじり応力を加えて、歯を望ましい位置に向かって動かそうとする回転、傾斜、挺出、圧下、平行移動、および／またはトルク力を含む復元力を生成する。小さな弾性のOリングまたは細い金属ワイヤなどの一般的な結紮線を使用して、アーチワイヤをそれぞれのブラケットスロット内に維持することができる。個々の結紮線をそれぞれのブラケットに装着する際の困難により、アーチワイヤをブラケットスロット内に維持するためにラッチ、クリップまたはスライドなどの可動部分または部材を使用することによって結紮線を必要としない、自己結紮歯列矯正ブラケットが開発してきた。

40

**【0005】**

歯列矯正市場では、様々な材料が、その強度、硬度、審美性、生物学的／腐食耐性、および製造性の特徴的な組み合わせによって優位を占めている。例えば、歯列矯正治療の初期に使用されるアーチワイヤは、腐食耐性を有する超弾性特性の形状記憶合金(SMA)から形成することができる。ニチノールは周知の形状記憶合金であり、ニッケル(Ni)とチタン(Ti)の合金である。別の例では、アーチワイヤをステンレス鋼またはチタンモリブデン合金(TMA)などのチタン含有合金とすることができます。これらの金属はそれぞれ、あるレベルの強度、硬度、および腐食耐性を組み合わせている。同様に、歯列矯

50

正ブラケットは通常、強度があり、非吸収性で、溶接可能であり、形成および加工が比較的簡単なステンレス鋼から形成される。チタンおよびチタン合金ブラケットは、ステンレス鋼のニッケルフリー代替物としても利用可能である。チタンはステンレス鋼より腐食耐性が高いが、チタンはステンレス鋼より高価であり製造がより難しい。

#### 【0006】

金属歯列矯正ブラケットの代替物として、ある種の歯列矯正ブラケットは、下にある歯の色または形状をとり、または模倣する、透明または半透明の非金属材料、例えばセラミックなどのブラケット本体を組み込んでいる。しかし、金属の同等部品と比較すると、セラミック歯列矯正ブラケットは強度および硬度が比較的低い。さらに、セラミック歯列矯正装置は製造が難しく、費用がかかる。

10

#### 【0007】

射出成形プロセスは、金属またはセラミック歯列矯正装置などの複雑に形成された部品を製造することができる。形成された部品は、多くの場合、成形体とよばれ、未焼結粉末および結合剤の形成された混合物を含む。未焼結粉末は金属またはセラミック粉末を含むことができる。これらの粉末のいずれかを用いる粉末射出成形（PIM）はそれぞれ、金属射出成形（MIM）またはセラミック射出成形（CIM）ともいう。未焼結粉末および結合剤の混合物が加熱されて結合剤を軟化させ、次いで加熱された混合物が金型へと噴射される。噴射された後、結合剤は射出成形フォーム内で粒子をともに保持するように冷えて硬化する。最終製品を形成するために、結合剤が除去される。次いで、結合剤が含まれない成形体が高温に加熱されて、粒子をともに焼結し、したがって粉末粒子が焼結体へと固まる。その後の最終製品は、焼結体を最終的な歯列矯正装置へと変形する必要がある場合がある。

20

#### 【0008】

金属射出成形（MIM）法またはセラミック射出成形（CIM）法によって歯列矯正装置を形成するために、その後の処理中に、結合剤材料を除去しなければならない。このプロセスは脱脂（debinding）ともいう。したがって、一般に成形体には結合剤を除去するプロセスを行う。結合剤の除去は、多くの場合、成形体を炉の中で結合剤が分解し、または気化する高温へと加熱することによって達成される。炉内の気体の流れによって、気化され、または分解された結合剤が成形体から取り除かれる。炉または熱によるシステムに加えて、化学および水によるシステムも結合剤を成形体から除去するための既知の方法である。成形体のサイズおよび結合剤のタイプ、ならびに他の要因によって、結合剤の除去は、一般にはそれより長くなることはないとしても数時間の長い時間がかかることがある。したがって、結合剤の除去に必要な長時間によって、その後の焼結作業が遅れ、製造プロセスが全体的に長期化することになる。さらに、これらのプロセスはそれぞれ、多量のエネルギーを使用し、高価および／または嵩張る機器を必要とし、一般に環境規制の対象である気体または他の化学物質の排気流を生成する場合がある。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

【特許文献1】米国特許出願第12/540,638号明細書

40

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

したがって、これらおよび他の欠点を克服する、歯列矯正装置を製造する改善されたシステムおよび方法が必要とされている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明は、歯列矯正装置の製造における使用が知られているシステムおよび方法の上記の短所および欠点並びに他の短所および欠点を克服する。本発明はある実施形態に関して説明するが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことを理解されたい。反対に、本

50

発明は、すべての代替、修正および等価物を、本発明の趣旨および範囲内に含むことができる。

【0012】

本発明の原理によれば、歯列矯正装置の形態の成形体を脱脂するためのシステムは、焼結可能粒子および結合剤を含む複数の成形体と、結合剤を成形体から除去することができる超臨界流体を含むように構成された圧力容器を含む。システムはさらに、圧力容器に連結され、流体化学物質を圧力容器へと供給するように構成された流体化学物質の供給源と、流体化学物質を少なくとも流体化学物質の超臨界温度に加熱するように構成された熱源とを含む。システムはさらに、流体化学物質を少なくとも流体化学物質の超臨界圧力に加圧するように構成されたポンプを含む。超臨界圧力および超臨界温度の組み合わせは、成形体の結合剤と接触する超臨界流体を形成するのに十分である。システムはさらに、成形体から除去された流体化学物質および結合剤を受けるように圧力容器に連結された収集容器を含む。収集容器は、成形体から除去された結合剤を捕捉するように構成されている。10

【0013】

一実施形態では、流体化学物質および結合剤を圧力容器から収集容器へと流すように、管が圧力容器を収集容器に連結する。管の長さは2.5フィート(0.762メートル)未満である。

【0014】

本発明の一態様では、歯列矯正装置を製造する方法は、少なくとも結合剤の一部を成形体から除去するように、焼結可能粒子および結合剤を含む複数の成形体を超臨界流体に露出すること、及び、超臨界流体が非超臨界流体へと移行すると、除去された結合剤を超臨界流体から収集することを含む。20

【0015】

一実施形態では、成形体を超臨界流体に露出する前に、方法はさらに、成形体を射出成形することを含む。

【0016】

一実施形態では、成形体を超臨界流体に露出する前および/または間に、方法はさらに、標準温度および標準圧力で流体として存在する流体化学物質を、流体化学物質の臨界温度以上に加熱すること、及び、超臨界流体を形成するように、流体化学物質を流体化学物質の臨界圧力以上に加圧することを含む。30

【0017】

一実施形態では、成形体を露出することは、圧力容器からの前記超臨界流体の流れがない期間、または圧力容器への超臨界流体の流れがない期間に成形体を圧力容器内の超臨界流体に露出することを含む。

【0018】

一実施形態では、流れがない期間に成形体を超臨界流体に露出した後、方法はさらに、成形体を圧力容器へ、および圧力容器からの別の超臨界流体の流れに露出することを含む。

【0019】

一実施形態では、超臨界流体はCO<sub>2</sub>を含む。40

【0020】

一実施形態では、成形体は歯列矯正プラケットの構成である。

【0021】

一実施形態では、成形体の重さはそれぞれ1/10グラム未満である。

【0022】

一実施形態では、成形体の全露出表面積は少なくとも約800平方インチである。

【0023】

一実施形態では、成形体の全露出表面積は約850平方インチから約2,000平方インチの範囲である。

【0024】

50

一実施形態では、焼結可能粒子は金属粒子またはセラミック粒子を含む。

【0025】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示し、以下の詳細な説明とともに、本発明の様々な態様を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態による脱脂システムの概略図である。

【図2】本発明の方法の一実施形態にしたがって作製された自己結紮歯列矯正ブラケットの斜視図であり、結紮ラッチが開位置で示されている。

【図3】図2に示す自己結紮歯列矯正ブラケットの斜視図であり、結紮ラッチが閉位置で示されている。 10

【発明を実施するための形態】

【0027】

既存のプロセスおよびシステムの欠点に対処するために、本発明の実施形態によるシステムは、歯列矯正装置の形態である成形体を脱脂するために超臨界流体を使用する。したがってシステムは、金属粒子またはセラミック粒子と結合剤の混合物を含む成形体を超臨界流体に露出するように構成されている。超臨界流体は、成形体の粒子を残しながら結合剤の全部または一部を除去することができる。結合剤除去後、成形体の形状を維持する粒子を焼結し、歯列矯正装置を製造することができる別のプロセスを行うことができる。本明細書で使用される歯列矯正装置とは、歯列矯正治療で使用される構成部品のことをいう。例えば、歯列矯正装置は、図2および3に示す歯列矯正ブラケット、アーチワイヤ、歯に直接的または間接的に取り付け、または固定することができる他の歯列矯正装置、または歯列矯正治療で使用される器具を含むが、これに限定されない。システムは、同じ量の結合剤を除去するのに必要なエネルギーを低減しながら、炉などの熱脱脂システムよりも迅速に結合剤を除去することができる。一実施形態では、1時間あたりの除去される結合剤の量は、熱脱脂システムより実質的に高い。さらに、本明細書で開示される実施形態では、システムは成形体から除去される結合剤の全部ではなくとも少なくとも一部を捕捉または収集するので、システムは、周囲に放出される結合剤の量を低減する。 20

【0028】

これらまたは他の目的のために、図1は複数の成形体210を脱脂するためのシステム200を示す。上記で簡潔に述べたように、成形体は結合剤によってともに保持された焼結可能粒子を含む三次元体である。成形体210は、金属射出成形(MIM)法またはセラミック射出成形(CIM)法など、当技術分野で知られている射出成形法によって作製することができる。例えば、限定はされないが、成形体210は、歯列矯正ブラケットなどの歯列矯正装置に似せることができるが、より体積が大きい未焼結状態の成形体である。成形体の密度は結合剤の除去により脱脂後に低減することができ、体積および密度は成形体の多孔性が低くなることにより焼結後に低減することができる。焼結可能粒子は、例えば17-4ステンレス鋼および3-16ステンレス鋼などのステンレス鋼などの鉄金属粒子、および例えばチタンまたはチタン合金または他の金属合金粒子またはそれらの混合物などの非鉄金属粒子を含むことができる。あるいは、焼結可能粒子は、例えばアルミニウム(A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の粒子または別の金属酸化物の粒子などのセラミック粒子を含むことができる。成形体内の金属またはセラミック粒子は、特定の材料に対応する高温で焼結するよう、十分に平均的なサイズおよび分布のものである。 30

【0029】

焼結可能粒子に加えて、成形体210は結合剤を含む。上記で述べたように、結合剤は、成形体210の形成中、焼結可能粒子をともに保持し、その後、成形体の脱脂中および焼結前に除去される。結合剤は、ワックスなどの有機結合剤を含むことができ、これらの有機結合剤は、炭化水素および脂肪酸のエステルを含むことができる。例えば、結合剤はパラフィンワックス、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレンおよび/またはステアリン酸を含むことができる。しかし、焼結可能粒子を成形体210の形態でともに保持 40

することができるので十分となりうる他の有機結合剤も企図されていることが理解されよう。これらは、いくつか例を上げると、ポリオレフィン、アクリル、ラテックス、ポリブロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、およびポリビニルアルコールなど、様々なポリマーを含む。成形体 210 は任意で、成形体の成形を容易にする添加剤および / または焼結プロセスを助ける材料などの他の材料を含むことができる。

#### 【0030】

成形体 210 内の焼結可能粒子の割合は、作製している歯列矯正装置および / または焼結可能粒子および結合剤の材料によって異なりうる。例をあげると、焼結可能粒子の割合は約 25 重量% から約 98 重量% の範囲とすることができますが、焼結可能粒子の割合は約 50 重量% から約 98 重量% の範囲とすることもでき、他の例では、成形体 210 の約 90 重量% から約 95 重量% の範囲とすることができます。一実施形態では、成形体 210 は約 1 / 10 グラム未満、例えば約 0.06 g であり、結合剤含有量が約 1 / 100 グラム未満、例えば約 0.005 g である。結合剤の重量に対する焼結可能粒子の重量の相対比率は、成形体 210 内の結合剤のタイプおよび粒子のタイプによって異なりうる。一実施形態では、成形体 210 の比例的均衡は結合剤である。すなわち、この場合、成形体 210 は焼結可能粒子および結合剤から基本的に構成される。本明細書で使用される「基本的に構成される」とは、成形体 210 に他の材料が意図的に追加されないことを意味する。しかし、成形助剤、焼結助剤、および原材料または製造プロセスの不純物含有量を企図することができる。

#### 【0031】

図 1 に示すように、システム 200 は圧力容器 220 を含む。成形後、成形体 210 は脱脂のために圧力容器 220 内に置かれる。図示されていないが、成形体 210 は、るつぼまたは後に圧力容器 220 内に置かれる別の装置内に置くことができる。圧力容器 220 は、超臨界状態の以下で説明する化学物質を含むように構成されている。本明細書で説明するように成形体 210 を脱脂するプロセス中、圧力容器 220 内の圧力を、例えば約 5,000 psi ( 約 34,474 kPa ) 、または超臨界流体を形成するのに必要な臨界圧力を超える別の圧力まで上げることができる。

#### 【0032】

圧力のほかに、図 1 には示されていないが、容器 220 付近にヒーターを配置し、容器 220 の内容物を高圧で高温に加熱するように構成することができる。圧力容器 220 内の高温は、化学物質から超臨界流体を形成するのに必要な臨界温度を超えるのに十分とすることができ、例えば、圧力容器 220 の温度を約 65 ℃まで上げることができる。しかし、圧力容器 220 内の温度および圧力の組み合わせは、超臨界流体を形成することができるが、約 5,000 psi ( 約 34,474 kPa ) 未満および / または約 65 ℃未満とすることができますが理解されよう。したがって、脱脂中、成形体 210 を超臨界流体に露出することができる。

#### 【0033】

圧力容器 220 は、複数の成形体 210 を含むのに十分なサイズのものとすることができます。例えば、圧力容器 220 は約 1 L の体積を封じ込めることができ、歯列矯正プラケットの形態に構成された、例えば約 12,000 の成形体など、約 10,000 から約 15,000 の成形体を含み、または保持することが可能である。しかし、圧力容器 220 は 1 L より大きいまたは小さい体積を封じ込めることができる。これに関して、一実施形態では、圧力容器 220 の使用可能な室体積に対する複数の成形体 210 の体積の比は、約 10 % から約 15 % であり、他の例では約 12.5 % である。成形体の露出面積が大きいことが理解されよう。例えば、露出面積は少なくとも約 800 平方インチとすることができます、約 850 平方インチから約 2,000 平方インチの範囲とすることができますが、他の例では、約 900 平方インチから約 1,600 平方インチの範囲とすることができます。成形体あたりの露出面積の増加によって、結合剤の除去速度を促進し、または増加することができる。

#### 【0034】

10

20

30

40

50

超臨界流体は、最初に気体状態または最初に液体状態で存在することができる流体化学物質から形成することができる。最初に液体として存在する流体化学物質から超臨界流体が形成される一実施形態では、液体供給システム 230 が出口 221 で圧力容器 220 に連結されており、液体化学物質を圧力容器 220 へと供給するように構成されている。そのため、液体供給システム 230 は、液体化学物質があらかじめ充填されたボトルを含むことができ、および / または液体化学物質の連続供給を含むことができる、液体供給源 232 を含むことができる。例えば、限定はされないが、液体供給源 232 が液体二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) を圧力容器 220 へと供給することができるよう、流体化学物質は  $\text{CO}_2$  を含むことができる。しかし、本発明の実施形態が超臨界流体を液体  $\text{CO}_2$  などの液体化学物質から形成することに限定されないように、超臨界流体は最初に気体状態で存在する流体化学物質から形成することができることも企図されている。液体供給システム 230 は 1 分あたり約 30 から約 40 リットルの流速 (1 pm) で液体を供給することができる。しかし、より高いまたはより低い流速も企図されており、流速は圧力容器 220 のサイズ、液体供給源 232 内の液体の量、および液体の温度によって異なりうる。

#### 【0035】

一実施形態では、液体供給システム 230 は、液体供給源 232 に連結されたポンプ 234 を含むことができる。ポンプ 234 は、液体供給源 232 から液体化学物質を給送するように、駆動されるピストンであり圧縮空気 236 の供給源を必要とすることができる。例えば、圧縮空気 236 は約 100 psi (約 689 kPa) 以上の空気圧をポンプ 234 へと供給することができる。しかし、他のポンプ構成を使用して、供給源 232 から液体化学物質を給送することもできる。ポンプ 234 は液体化学物質を液体供給源 232 内に配置されたサイフォン管 (図示せず) を通して引き出すことができ、または他の方法で液体化学物質を液体供給源 232 から圧力容器 220 へと送り込むことができる。ポンプ 234 はまた、液体化学物質が超臨界相になるように、液体化学物質の圧力を、標準温度および圧力 (STP) (つまり、14.504 psi すなわち 100 kPa) より高い圧力、または液体化学物質の臨界圧力を超える圧力以上の圧力へと増加することができる。

#### 【0036】

図 1 を引き続き参照すると、液体供給システム 230 はさらに、液体供給源 232 によって供給される液体化学物質を加熱するためのヒーター 238 を含むことができる。超臨界流体の形成を容易にするために、ヒーター 238 は、STP 温度を超える温度、すなわち 0 、または液体化学物質の臨界温度以上の温度まで液体化学物質を加熱することができる。これに関して、ヒーター 238 によって提供される熱およびポンプ 234 によって提供される圧力の組み合わせによって、液体化学物質は、圧力容器 220 内および / または圧力容器 220 へと入る直前の液体供給システム 230 内で、超臨界流体になることができる。ヒーター 238 およびポンプ 234 は、液体化学物質を加熱し、加圧するように、順次または同時に動作することができることが理解されよう。

#### 【0037】

超臨界相では、液体化学物質は臨界温度以上および臨界圧力以上である。超臨界相は、最初に気体または液体とすることができます流体化学物質が気体状態と液体状態との間の特性をとる、流体様の状態である。例えば、流体化学物質は STP で気体または液体として存在することができるが、本発明の実施形態はこれに限定されない。知られているように、物質の相図は、温度および圧力の様々な組み合わせで複数の相を示すことができる。例えば、これらの相は気相、固層、液相を含むことができ、超臨界流体相を示すこともできる。例えば、STP で気体である物質などの物質の温度および圧力を調整することによって、物質は固体、液体、または超臨界流体へと変化することができる。この変化は可逆性である。例えば、気体が  $\text{CO}_2$  である場合、臨界温度は 31.1 であり、臨界圧力は約 1,071 psi (約 7,384 kPa) である。したがって、 $\text{CO}_2$  気体の温度および圧力を STP から 31.1 以上の温度および 1,071 psi (7,384 kPa) 以上の圧力へと上昇することによって、超臨界  $\text{CO}_2$  が形成されることになる。

## 【0038】

図1を参照すると、一実施形態では、圧力トランステューサ240を使用して、圧力容器220または圧力容器220付近の液体化学物質の圧力を測定する。圧力測定は、コンピュータ(図示せず)によって利用されて、液体化学物質の圧力をあらかじめ定められたプロセスにしたがって増加または減少することができるようにポンプ234を作動することができる。

## 【0039】

一実施形態では、液体化学物質が圧力容器220へと噴射され、または流された後、成形体210を含む圧力容器220が密封される。圧力容器220内の圧力および温度は、超臨界流体を形成するのに必要な臨界温度および臨界圧力を超えるように調整することができる。

10

## 【0040】

このように、および本発明の実施形態では、成形体210は超臨界流体に露出される。圧力容器220は、成形体210を一定のあらかじめ定められた期間、超臨界流体に露出するように密封することができる。すなわち、この「静止」期間中、圧力容器220から、または圧力容器220への流れは生じない。したがって、超臨界流体は結合剤の全部または一部を成形体210から溶解し、または他の方法で除去することができる。圧力容器220は液体化学物質で充填する前に空にすることが可能であるが、成形体210を搭載すると導入される圧力容器220内の残留大気気体は超臨界流体形成に問題を与えないことができる。

20

## 【0041】

この最初の「静止」期間後、超臨界流体は圧力容器220から放出される。圧力容器220から放出される時点で、超臨界流体は飽和し、または少なくとも成形体210から溶解され、または除去された結合剤を含むことができることが理解されよう。例えば、静止期間は約1分から約5分以上、持続することができる。一実施形態では、超臨界流体が圧力容器220から放出される前に、成形体210内のすべての結合剤が除去される。

## 【0042】

一実施形態では、超臨界流体および除去された結合剤の放出後、追加の新しい液体化学物質が圧力容器220に向かって流される。すなわち、新しい液体化学物質はまだ結合剤に露出されておらず、したがって溶解された結合剤を含んでいない。追加の新しい液体化学物質の圧力および温度は、上記のように、追加の新しい液体化学物質が圧力容器220内または圧力容器220付近で超臨界相になるように、ポンプ234、ヒーター238、および/または圧力容器ヒーター(図示せず)によって調整することができる。これは脱脂プロセスの「動的段階」ということができる。

30

## 【0043】

動的段階中、液体化学物質または新しい超臨界流体の圧力容器220への流れおよび圧力容器220からの流れは連続的とすることができます、成形体210内に残っている結合剤または残留する結合剤を除去し、または溶解することができます。動的段階は約30分から約60分、持続することができる。超臨界流体の容器220を通る静止および/または動的流れの一方または両方によって、結合剤除去速度は約0.5g/分から約1g/分とすることができる。したがって、脱脂プロセスは、圧力容器220内に配置された成形体210の構成および数によって、約31分から約90分かかることがある。これは、約24時間かかることがある同じ数およびタイプの成形体210の熱脱脂プロセスと比較することができる。

40

## 【0044】

図1を引き続き参照すると、システム200は、成形体210の脱脂を容易にする追加の構成要素を含むことができる。例えば、入口弁242が圧力容器220を液体供給源232から分離することができる。弁242は、あらかじめ定められた時間、温度、および/または圧力で液体化学物質が圧力容器220へと流れるように、PLCまたは他のコンピュータなどによって自動的に開閉することができる。

50

**【 0 0 4 5 】**

一実施形態では、システム 200 はさらに、圧力容器 220 に連結された収集容器 244 を含む。超臨界流体は、圧力容器 220 から放出されると、導管または管 246 を通つて収集容器 244 に向かって流れれる。超臨界流体が圧力容器 220 から出ると、超臨界流体の圧力および温度は低下しはじめることができる。したがって、超臨界流体内の結合剤の溶解度も低下することができ、収集容器 244 に到達する前に管 246 内で結合剤が超臨界流体から分離することになる。

**【 0 0 4 6 】**

一実施形態では、収集容器 244 と圧力容器 220 との間の管 246 内のあらかじめ定められた温度を維持するために、絶縁体（図示せず）が管 246 を覆うことができ、管 246 を加熱するようにヒーターを配置することができる。管 246 は、温度を均一に制御することができる限られた距離のみを延びることができます。例えば、管 246 の長さは 2 と 1 / 2 フィート未満とすることができます、他の例では、約 1 フィート（約 0.3048 メートル）から約 2 フィート（約 0.6096 メートル）の長さとすることができる。一実施形態では、管 246 の長さは約 1 と 1 / 2 フィートである。さらに、例えば、管 246 の直径は約 1 / 8 インチ（約 0.3175 センチメートル）より大きい直径とすることができ、約 1 / 4 インチ（約 0.635 センチメートル）より大きい内径を有することができる。例えば、超臨界流体が非超臨界状態になり、または非超臨界流体になると、超臨界流体は液相または他の流体相へと再び移行し、管 246 内の気体から分離しはじめた結合剤は加熱されたままとなることができ、収集容器 244 へと流れれる。例えば、ヒーターは管 246 の内容物を、例えば約 180 の温度など、約 100 以上の温度に加熱することができる。管 246 および絶縁体を含むヒーターの構成によって、分離された結合剤が上記の除去速度で管 246 に詰まる可能性を低減し、またはなくすことができる理解されよう。さらに、一実施形態では、超臨界流体の圧力低下を制御するように、管 246 に圧力調整部 260 が配置される。

**【 0 0 4 7 】**

さらに、温度および圧力の一方または両方が必要な臨界値より低く低下し続けるため、圧力容器 220 と収集容器 244 との間の何らかの位置または収集容器 244 において、超臨界流体は全体的または部分的に液相へと再び変化することができる。これが起きるとき結合剤は最終的な液相または他の相から分離することができ、その後の分離のために収集容器 244 に捕捉される。これに関して、収集容器 244 内の流体の圧力を、臨界圧力より低く低下するように制御することができる。しかし、収集容器 244 内の温度は、結合剤を流動的な状態に保つのに十分な温度以上に維持することができる。例えば、収集容器 244 付近のヒーター（図示せず）が、収集容器 244 内の温度を約 90 以上の温度に維持することができる。

**【 0 0 4 8 】**

一実施形態では、システム 200 は、収集容器 244 から延び、収集容器 244 からの流体を大気へと通気する通気ライン 248 を含む。通気ライン 248 は、収集容器 244 からの気体の流出量を測定するための流量計 250 を含むことができる。一実施形態では、システム 200 は、容器 244 の過度の加圧を防ぐための安全策として収集容器 244 に連結された逃がしライン 252 および逃がし弁 254 を含む。

**【 0 0 4 9 】**

一実施形態では、排出ライン 256 が収集容器 244 に連結され、収集容器 244 から延びている。結合剤は静止および／または動的段階の各周期中に収集容器 244 に収集されると、収集容器 244 から排出され、排出ライン 256 を介して再利用することができる。結合剤が 1 セットの成形体から除去されると、結合剤が含まれない成形体が圧力容器 220 から除去され、その後焼結され、次いで新たなセットの成形体 210 を圧力容器 220 内に置くことができる。

**【 0 0 5 0 】**

システム 200 はさらに、圧力容器 220 と収集容器 244 との間に配置された出口弁

10

20

30

40

50

258を含むことができる。入口弁242とともに、出口弁258は、あらかじめ定められたスケジュールにしたがって開閉するように、PLCまたは別のコンピュータシステム(図示せず)によって自動的に制御することができる。例えば、上記で説明したプロセスでは、静止段階の後、出口弁258は、超臨界流体を圧力容器220から逃がし、収集容器244に向かって流れるようにすることができるよう開くことができる。次いで、必要であれば成形体210をさらに脱脂するように、その後の動的段階中、出口弁258を部分的または完全に開くことができる。

#### 【0051】

システム200はさらに、圧力容器220の出口223または出口223付近で圧力容器220に連結された自動通気弁262を含むことができる。自動通気弁262を使用して、圧力容器220を大気圧へと通気し、収集容器244および出口弁258を迂回することができる。例えば、成形体210の取り出しあり再搭載のために圧力容器220を大気圧と平衡させる必要がある脱脂プロセスの終了付近で、自動通気弁262を使用することができる。

10

#### 【0052】

システム200はさらに、圧力容器220の出口223と直接連結された大気放出板264を含むことができる。大気放出板264は、圧力容器220が過度に加圧され、通気弁262および出口弁258のそれぞれが開かなかった場合、圧力容器220を大気へと通気することができる。

#### 【0053】

ここで図2および3を参照すると、本明細書で説明されるプロセスまたはシステム200の実施形態にしたがって製造することができる例示的な歯列矯正ブラケット10が示されている。歯列矯正ブラケット10は、参照によってその全体を本明細書に援用する2008年8月13日に出願された米国特許出願第12/540,638号に開示されている。

20

#### 【0054】

図示するように、歯列矯正ブラケット10は、ブラケット本体12およびブラケット本体12に連結された可動閉鎖部材を含む。一実施形態では、可動閉鎖部材は、ブラケット本体12に摺動的に連結された結紮スライド14を含むことができる。一実施形態では、ブラケット本体12および結紮スライド14の形に構成された成形体は、上述のようにCIM法によって作製される。次いで、成形体はシステム200内に置かれ、上記で説明した超臨界流体脱脂プロセスを行う。脱脂後、成形体は、ブラケット本体12および結紆スライド14を形成するように焼結される。歯列矯正ブラケット10の構成の成形体は、代替的にMIM法によって作製し、本明細書に開示された実施形態にしたがって脱脂することもできることが理解されよう。さらに、他の歯列矯正装置の構成の他の成形体を、他のPIM法によって作製し、上記で説明したように、脱脂し、焼結することもできることが理解されよう。

30

#### 【0055】

図示するように、ブラケット本体12は、歯に矯正力を加えるためにアーチワイヤ18(仮想線で示す)を受けるように適合されて形成されたアーチワイヤスロット16を含む。結紆スライド14は、アーチワイヤ18がアーチワイヤスロット16へと挿入可能な開位置(図2)と、アーチワイヤ18がアーチワイヤスロット16内に維持される閉位置(図3)との間で可動である。ブラケット本体12および結紆スライド14は総体的に、歯列矯正治療で使用するための自己結紆歯列矯正ブラケット10を形成する。

40

#### 【0056】

以上、本発明を様々な実施形態の説明によって示し、これらの実施形態をある程度詳細に説明したが、発明者らは添付の特許請求の範囲をそのような詳細に限定しようとするものではない。したがって、当業者であれば別の利点および修正を容易に理解するであろう。本発明の様々な特徴は、使用者の必要性および好みに合わせて、単独でまたは組み合わせて使用することができる。

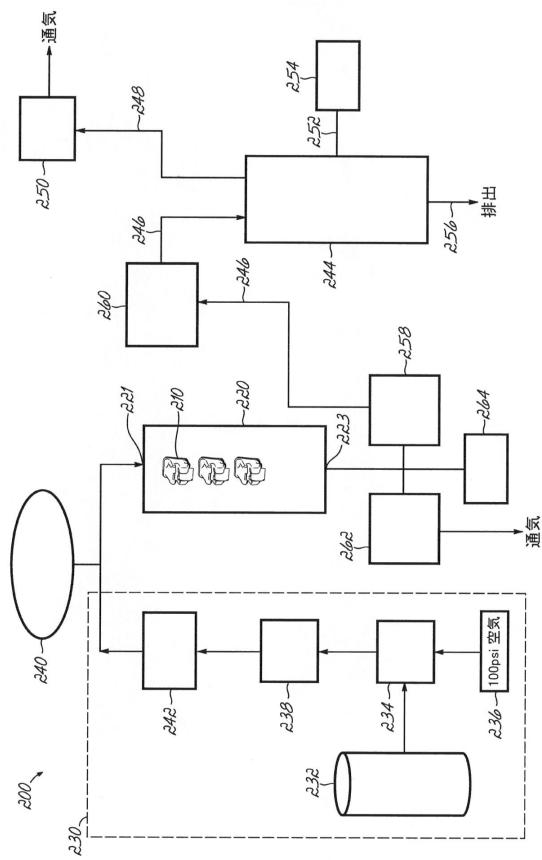
50

## 【符号の説明】

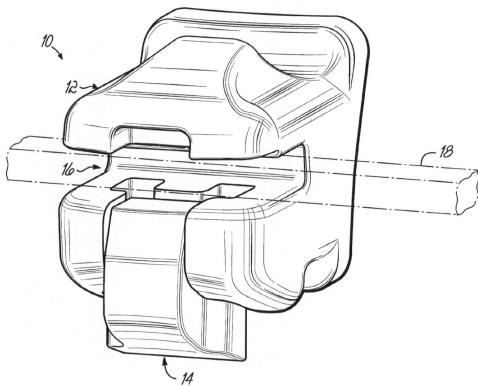
## 【0057】

1 0	歯列矯正プラケット	
1 2	プラケット本体	
1 4	結紮スライド	
1 6	アーチワイヤスロット	
1 8	アーチワイヤ	
2 0 0	システム	
2 1 0	成形体	
2 2	圧力容器	10
2 2 1	出口	
2 3 0	液体供給システム	
2 3 2	液体供給源	
2 3 4	ポンプ	
2 3 6	圧縮空気	
2 3 8	ヒーター	
2 4 0	圧力トランスデューサ	
2 4 2	入口弁	
2 4 4	収集容器	
2 4 6	管	20
2 4 8	通気ライン	
2 5 0	流量計	
2 5 2	逃がしライン	
2 5 4	逃がし弁	
2 5 6	排出ライン	
2 5 8	出口弁	
2 6 0	圧力調整部	

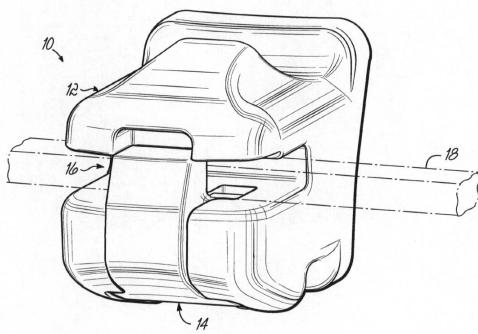
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 デリック・マーク・ムノズ  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91762・オンタリオ・ウエスト・エフ・ストリート・93  
3  
(72)発明者 ピリー・チマン・イム  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91710・チノ・ハリアナ・アヴェニュー・13365  
(72)発明者 フィリップ・ブレア・コリン  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91701・アルタ・ローマ・シトリーン・ストリート・64  
51  
(72)発明者 シウ・カウ・タム  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91773・サン・ディマス・カーレ・リセータ・2267

審査官 立花 啓

(56)参考文献 特開平07-252111(JP,A)  
特開昭63-011577(JP,A)  
特開昭61-155265(JP,A)  
特表平06-501936(JP,A)  
The Journal of Supercritical Fluids, 米国, 2010年, Vol.51, No.3, p.339-344  
Journal of the European Ceramic Society, 英国, 2002年, Vol.22, No.7, p.1067-1072

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61C 7/00 - 7/36