

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5818819号  
(P5818819)

(45) 発行日 平成27年11月18日(2015.11.18)

(24) 登録日 平成27年10月9日(2015.10.9)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 C	3/02	(2006.01)	A 6 1 C	3/02	Z
B 2 3 C	5/10	(2006.01)	B 2 3 C	5/10	Z
B 2 3 P	15/34	(2006.01)	B 2 3 P	15/34	
B 2 3 P	11/02	(2006.01)	B 2 3 P	11/02	A
B 2 3 C	5/20	(2006.01)	B 2 3 C	5/20	

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-552490 (P2012-552490)
(86) (22) 出願日	平成23年2月11日 (2011.2.11)
(65) 公表番号	特表2013-519416 (P2013-519416A)
(43) 公表日	平成25年5月30日 (2013.5.30)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2011/000428
(87) 國際公開番号	W02011/098917
(87) 國際公開日	平成23年8月18日 (2011.8.18)
審査請求日	平成26年2月7日 (2014.2.7)
(31) 優先権主張番号	12/704,064
(32) 優先日	平成22年2月11日 (2010.2.11)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	512209807 サイブロン・カナダ・エルピー カナダ・KOC・1 XO・オンタリオ・モ リスバーグ・アリソン・アヴェニュー・1 O
(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】バーおよびバーを製作する方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転可能なチャックを有する機械と共に使用するためのバーであって、長軸を有すると共に、異なる材料から作られたヘッドおよびシャンクを備える細長部材であって、前記ヘッドの材料が、前記シャンクの材料よりも熱膨張係数が低い、前記細長部材と、

前記ヘッドと前記シャンクの間のジョイントと、を備え、

前記シャンクが、前記機械の前記回転可能なチャックと協動するように適合された把持部と、前記シャンクの一端に形成されると共に、前記長軸の方向に前記シャンクの内部へ延在する凹部と、を備え、かつ、前記シャンクが、前記把持部と前記凹部との間に首部分を有し、前記首部分が、前記ジョイントの横断面寸法以下の横断面寸法を有し、

前記ヘッドが、前記長軸に沿って延在すると共に、材料を除去するように適合された作業面と、前記凹部と協動する突出部と、を有し、

前記ジョイントが、前記突出部と前記凹部の間の境界面で形成され、それにより、前記突出部を含む前記ヘッドの一部が圧縮応力を受ける、バー。

## 【請求項 2】

前記突出部の円錐状の形状が、切頭円錐である、請求項 1 に記載のバー。

## 【請求項 3】

前記突出部の円錐状の形状は、その頂点における第 1 の角度により画定される円錐であり、また前記凹部のカップ状の形状は、その頂点における第 2 の角度により画定される円

10

20

錐であり、前記第2の角度が、前記第1の角度よりも大きいか、等しいか、或いは小さい、請求項1に記載のバー。

**【請求項4】**

前記突出部の円錐状の形状は、凹形または凸形の表面を有し、また前記凹部のカップ状の形状は、それぞれ、凸形または凹形の表面を有する、請求項1に記載のバー。

**【請求項5】**

前記バーが、前記シャンクと前記ヘッドの間の前記境界面の領域に空隙を含む、請求項1に記載のバー。

**【請求項6】**

前記ヘッドの材料の平均熱膨張係数が、前記シャンクの材料の平均熱膨張係数よりも少なくとも約30%小さい、請求項1に記載のバー。 10

**【請求項7】**

前記ジョイントが、前記ヘッドと前記シャンクの間における溶接ジョイントであり、また前記作業面が、歯の材料を除去するように構成された複数の切り刃を備える、前記回転可能なチャックを有する歯科用ハンドピースで使用するための請求項1に記載のバー。

**【請求項8】**

前記ヘッドが金属炭化物を含み、かつ/または前記シャンクがステンレス鋼を含む、請求項1から7のうちの何れか一項に記載のバー。

**【請求項9】**

長軸を有するシャンクであって、前記長軸に沿って前記シャンクの一端から該シャンクの内部へ延在する凹部を備えると共に、機械のチャック中で使用するように適合された把持部を有する前記シャンクを提供するステップと、 20

長軸を有するピルであって、前記ピルの前記長軸に沿って延在する突出部を有する前記ピルを提供するステップと、

前記ピルの前記突出部を前記シャンクの前記凹部の中に挿入して、前記突出部と前記凹部との間に境界面を形成するステップであって、それにより、前記ピルの前記長軸と前記シャンクの前記長軸とが実質的に位置合せされる、ステップと、

前記突出部を含む前記ピルの一部が圧縮応力を受けるように、前記境界面で前記ピルを前記シャンクに接続して、前記境界面の少なくとも一部に沿ってジョイントを形成するステップと、 30

前記ピルを前記シャンクに接続するステップの前に、または後に、前記ピルを機械加工して該ピルの表面に作業面を形成するステップであって、前記作業面が材料を除去するように構成される、ステップと、

前記ピルを前記シャンクに接続するステップの前に、または後に、前記シャンクを機械加工して、前記ジョイントの最大横断面寸法以下である横断面寸法を有する首部分を前記把持部と前記凹部の間に形成するステップと、

を含む、バーを製作する方法であって、

前記突出部が、円錐状の形状を有し、また前記凹部が、前記突出部の前記円錐状の形状を補完するカップ状の形状を有する、方法。

**【請求項10】**

前記シャンクがステンレス鋼を含み、かつ前記ピルが金属炭化物を含む、請求項9に記載の方法。 40

**【請求項11】**

前記接続するステップが、前記シャンクに前記ピルを溶接するステップを含む、請求項9に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、一般に、工具ビットに関し、より詳細には、材料の除去で使用するためのバーに関する。 50

**【背景技術】****【0002】**

材料の除去は多くの方法で達成することができる。1つの一般的な方法は、回転している工具ピットを、除去すべき材料に接触させることを含む。例えば、歯科手技では、歯科医は、工具ピットを取り付けたドリルホルダ、またはハンドピースを操作することができる。この用途では、ピットは、歯科用バー、または単にバーと呼ばれ、歯の材料を制御可能な方法で、かつ理想的には、痛みのない方法で除去するように設計された表面を有する。ハンドピースは、本質的に、特別に設計されたドリルまたは回転機械である。ハンドピースには、例えば、空気タービンを通って圧縮された空気により、または電気モータを介して電気によるなど、様々な方法で動力が与えられ、または駆動することができ、したがって、チャックに固定された、またはその他の形でハンドピースに保持されたバーは、40,000rpmを超える可能性のある速度で回転することができる。

10

**【0003】**

バーは単一部品構成のものとすることができるが、バーは、製作コストおよび性能基準に対処するために、複数の部品からの組立体であることが多い。例えば、バーは、概して、シャンクまたはシャフトに接合されたヘッドを含む2部品構成とすることができる。ヘッドは、目標とする材料を除去するように設計され、かつこの目的のために、歯または刃などの研磨性表面または切り刃を有する。動作においては、バーが回転し、かつヘッドの切り刃をより軟質の材料に接触させたとき、刃先が材料を切除または除去する。再度、例として歯科用バーを参照すると、歯科医は、回転するヘッドを歯と接触させることによる歯内治療中に、歯のエナメル質など歯の部分を除去するためにバーを使用することができる。

20

**【0004】**

高速に効率よく材料を除去するために、刃が鋭利なままであり、材料の表面を貫通する必要がある。この点に関して、バーのヘッドは、除去される材料よりも硬い材料から作られることが多い。最適な材料は、炭化タンゲステンなどの金属炭化物であるが、いくつかの用途では、ダイヤモンド含浸の、または電着されたダイヤモンド切り刃を使用することもできる。

**【0005】**

シャンクは、ハンドピースからの回転をヘッドに伝達するように、ならびにヘッドをハンドピースから距離を置くように働く。バーが2つの別個の部分から構成される場合、シャンクは、低コストの、機械加工が可能な、高い強度の材料、例えば、鋼から製作することができる。

30

**【0006】**

切り刃を接合し、かつ機械加工する前の炭化部品は、しばしば、ピル(pill)と呼ばれる。図1Aおよび1Bを参照すると、ピル10をシャンク12に接合してバー14を作るために使用される一技法は、2つの部品間で突合せジョイント16を形成することを含む。図1Aおよび1Bで示すように、突合せジョイント16は、1つの平坦な表面がピル10上にあり、1つの表面がシャンク12上にある平坦な2表面を合わせることを含み、平坦な2つの表面の間の境界面を溶接または蝶付けして突合せジョイント16を形成する。ピルおよびシャンクを接合するために実施されている他の接合構成(図示せず)は、ピル中に凹部を形成し、シャンクの一部を凹部内に挿入し、かつその2つを共に蝶付け、または溶接することを含む。

40

**【0007】**

しかし、これらの構成のそれぞれは、その限界を有する。一例として、突合せジョイントは、簡単で、容易に形成されるジョイントであるが、突合せジョイントを有するバーは、材料除去中に遭遇する荷重を受けて破壊することがしばしばある。すなわち、ジョイントがこの構成の弱点となることが多く、有効寿命、およびバーの有効性を制限することもある。特に、また図1Bを参照すると、使用中に、バー14のヘッドまたはピル10上に加えられる横方向荷重L(矢印18)もしくはモーメントは、バー14の表面を張力状態(1で示される)に置き、したがって、ジョイント16もまた、少なくとも部分的に張力状態に置かれる

50

。したがって、加えられた荷重Lにより生じた応力は、ジョイント16が離れるように引っ張る傾向がある。これらの亀裂開口応力( $\sigma_2$ で示される)は、引張応力 $\sigma_1$ と正確に同じ大きさのものである。

#### 【0008】

他のジョイント構成は、シャンクを中に入れて接合されるピル中に凹部を形成することを含む。しかし、このジョイント構成は、機械加工するのにコストがかかり、また概して、製作環境では実際的ではない、特に適合させた接合技法が必要になることが多い。例えば、ピルが、炭化タングステンから作られる場合、ピルに凹部を機械加工することは、金属炭化物が、その極端な硬さでよく知られているが、通常、ダイヤモンド含浸の、または他のコストのかかるドリルビットを必要とする。したがって、極端に硬い材料から作られたピルに凹部を機械加工することは、製作工程に大幅なコストを加えることになる。さらに、この技法は、バーの使用中に遭遇する垂直応力に抗することのできるジョイントを提供することができない。10

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

したがって、前述の諸問題に対処するバーが求められている。特に、費用効果の高い方法で、強度があり、かつ製作できるバーが求められている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

これらの目的のために、本発明の一実施形態では、回転可能なチャックを有する機械と共に使用するバーは、長軸を有する細長部材を備え、かつ異なる材料から作られたヘッドおよびシャンクを含む。ヘッドおよびシャンクは、ジョイントにおいて共に接続される。ヘッドの材料は、シャンクの材料よりも低い熱膨張係数を有する。シャンクは、機械の回転可能なチャックと協動するように適合された把持部と、シャンクの一端に形成され、長軸の方向にシャンクの中へと延びる凹部とを含む。ヘッドは、長軸に沿って延び、材料を除去するように適合された作業表面と、凹部と協動する突出部とを有する。ジョイントは、突出部と凹部の間の境界面で形成され、それにより、突出部を含むヘッドの一部が圧縮応力を受ける。一実施形態では、シャンクの材料は、ステンレス鋼であり、またヘッドの材料は金属炭化物を含む。一実施形態では、突出部は、円錐状の形状を有し、また凹部は、突出部の円錐状の形状を補完するカップ状の形状を有する。他の実施形態では、突出部の円錐状の形状は、凹形または凸形の表面を有し、また凹部のカップ状の形状は、それぞれ、凸形または凹形の表面を有する。一実施形態では、バーは歯科用バーである。30

#### 【0011】

本発明の他の実施形態では、バーを製作する方法は、長軸を有するシャンクであり、この長軸に沿ってシャンクの一端からその内部へと延びる凹部を備えるシャンクを提供するステップを含み、シャンクは、機械のチャック中で使用するよう適合された把持部を有する。方法は、長軸を有するピルであり、ピルの長軸に沿って延びる突出部を有するピルを提供するステップと、ピルの突出部をシャンクの凹部の中に挿入して、それらの間で境界面を形成するステップであり、それにより、ピルの長軸、およびシャンクの長軸が、実質的に位置合せされる、ステップとをさらに含む。ピルおよびシャンクは、境界面で接合されて、その少なくとも一部に沿ってジョイントを形成し、したがって、突出部を含むピルの一部は、圧縮応力を受ける。ピルは、ピルをシャンクに接合する前に、またはその後に続いて機械加工され、その上に作業表面を形成するが、作業面は、材料を除去するように構成される。一実施形態では、ピルとシャンクを接合するステップは、ピルをシャンクに溶接するステップを含む。40

#### 【0012】

本明細書に組み込まれ、かつその一部を構成する添付の図面は、本発明の諸実施形態を示しており、上記で示した概略的な説明と、以下で示す詳細な説明を併せて、本発明の様々な態様を説明するように働く。

10

20

30

40

50

**【図面の簡単な説明】****【0013】**

【図1A】従来技術による突合せジョイントを有するバーの平面図である。

【図1B】切断線1B-1Bに沿った図1Aの横断面図である。

【図2A】本発明のバーの一実施形態の平面図である。

【図2B】切断線2B-2Bに沿った図2Aの横断面図である。

【図2C】図2Bの円で囲った領域2Cの拡大図である。

【図3】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図4】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図5】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

10

【図6】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図7】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図8】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図9】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図10】本発明によるピルおよびシャンク構成の実施形態の分解斜視図である。

【図11A】本発明の一実施形態の複数のブランクの写真である。

【図11B】図11Aのブランクの機械加工後における本発明の一実施形態による複数のバーの写真である。

【図12】本発明の一実施形態の横断面の走査型電子顕微鏡写真である。

【図13】突合せジョイントを有するバー、および本発明の一実施形態による例示的なバーに対する破壊荷重を示す、ジョイント構成-破壊荷重のポックスプロット図である。

20

**【発明を実施するための形態】****【0014】**

図面を、特に図2Aおよび2Bを次に参照すると、本発明の一実施形態では、バー100は、ジョイント106でヘッド104に接合されたシャンク102を含み、そのそれを、以下でさらに詳細に述べる。図示のように、バー100は、概して、長軸110を有する細長部材108であり、軸の周囲で、バー100が回転するように設計されている。さらに以下でより詳細に述べるように、シャンク102およびヘッド104は、異なる熱膨張係数を有するような異なる材料で作られる。図2Bを参照すると、シャンク102は、その一端に形成された凹部112を有し、またヘッド104は、対向しているが、相補的な突出部114を有し、したがって、突出部114の少なくとも一部が、シャンク102の少なくとも一部の中に嵌合し、係合し、または当接してジョイント106を形成する。突出部114および凹部112の細部は、以下でより十分に述べられるが、突出部114および凹部112の構成は、2つの材料の熱膨張係数の間の差と併せて、ヘッド104に、特に、突出部114の中および周囲に圧縮応力を生成する。したがって、例えば、図1Aで示した突合せジョイント16の構成を有するバー14と比較して、ヘッド104とシャンク102の間のジョイント106は、使用中、破壊されずに大きな応力に耐えることが可能であるので、バー100は、予想外に強度がある。さらに、特定の参照が「バー」、および歯科用途に対して行われているが、バー100は、例えば、プリント配線板の穴開け、金属切削、および形削り用途など、他の材料の除去用途で使用するのに適している可能性のあることが理解されよう。これらの用途では、バーは、「マイクロドリル」、「ピット」、「カッタ」、または他の同様の用語で呼ぶことができ、したがって、用語「バー」は、歯科用バーだけを指すものではない。

30

**【0015】**

図2A～2Cで示すシャンク102を参照すると、凹部112は、シャンク102の一端に形成されている。図示のように、シャンク102は、凹部112を画定する側壁116を有することができる。凹部112は、突出部114の少なくとも一部を受け入れ、したがって、突出部114は、側壁116の一部と協動する、またはそれに当接する。一実施形態では、凹部112は、概して、凹形の、またはカップ状の形状を有する。この態様では、凹部112は、多数の形状を有することができ、そのいくつかが、図3～10を参照して以下で述べられる。様々なカップ状の形状に加えて、側壁116の表面仕上げは、粗くすることができるが、あるいは凹部112の

40

50

形状とは無関係に組み込むことのできる溝または隆起(図示せず)で構成することができる。

#### 【 0 0 1 6 】

図2A～2Cを引き続き参照すると、一実施形態では、凹部112は円錐形であり、また特にバー100の長軸110周りで概して対称であり、かつ円錐の頂点118で角度Aにより画定される円錐とすることができます(図2Cを参照のこと)。角度Aは、例えば、0°と180°の間とすることができる。他の例として、角度Aは、約20°以上、約30°以上、または約40°以上とすることができます、また約160°以下、約130°以下、約110°以下、または約90°以下とすることができます。さらなる例として、角度Aは、約20°と約160°の間、約30°と約90°の間、約40°と約80°の間、または約55°と約65°の間とすることができます。一実施形態では、角度Aは約60°である。円錐形の凹部112の基部は、側壁116の縁部120により画定することができる。図示のように、縁部120は、ジョイント106で、シャンク102の横断面寸法と一致しているが、本発明の実施形態は、そのように限定されない。例えば、また図9で示すように、縁部120は、この位置において、シャンク102の横断面寸法未満である横断面寸法を有することができます。縁部120の横断面寸法と、シャンク102の外側表面の横断面寸法との間の差は、図示のように、棚部122を形成することができます。

10

#### 【 0 0 1 7 】

図2Aおよび2Bを参照すると、上記で紹介したように、シャンク102はヘッド104に接合され、バー100をその長軸110の周りで回転できるようにする。そのために、シャンク102は、ドリル(図示せず)、またはバー100を強制的に回転させることのできる同様の装置内に固定されるように構成することができます。例として、医療用途では、ドリルはハンドピースとすることができます。この点に関して、シャンク102は、ドリルと協動する把持部124を有し、また特にドリル用として構成することができます。図2Aで示すように、把持部124は、ヘッド104から概して離間させて、ヘッド104とドリルの間に隙間を作り、ユーザ(例えば、歯科医)が、使用中にヘッド104の位置を見ることができるようにする。のために、把持部124を含むシャンク102の長さは、ドリルのタイプ、ならびにバー100の他の寸法を含む用途に従って変化する可能性がある。例として、バー100の長さは、約0.700インチ(約17.8mm)とすることができます。さらに、把持部124は、特にドリルのタイプおよび用途によって決まる任意の数の形状を有することができます。一実施形態では、把持部124は、バー100を、例えば、爪タイプ、またはコレットタイプのチャックなど、チャックまたは工具ホルダ内に摩擦で固定できるようにする円形の横断面を有することができます。例として、円形の横断面の場合、シャンク102の直径は、約0.063インチ(約1.60mm)から約0.092インチ(約2.29mm)までとすることができますが、それより小さい、または大きい直径を使用することも考えられる。知られているように、これらの、かつ他のタイプのチャックは、バー100、特に円形の横断面を有するものを、使用中に所定の位置に固定するために摩擦嵌めを利用する。しかし、把持部124は、用途、およびバー100が使用中に保持されるドリルもしくは機械に応じて、他の横断面形状を有することができます。さらなる例として、把持部124は、ドリルの回転可能な部分における同様の形状の工具ホルダ内に嵌合できるように、またはその他の形で、チャックにより、さらにしっかりと把持されうるように、正方形の、または他の非円形横断面形状を有することができます。さらに、または代替的に、把持部124の横断面形状は、バー100が、ドリル内で固定される、かつ/またはドリルにより駆動されうるようにする突起部、平坦部、または何らかのタイプのキー(key)部などの機構を有することができます。

20

#### 【 0 0 1 8 】

上記で述べたように、シャンク102およびヘッド104は、異なる材料から製作され、したがって、異なる熱膨張係数を有する。シャンク102の材料と、ヘッド104の材料との間の熱膨張における差は、バー100の強度を高めるために使用することができます。熱膨張係数について、シャンク102の材料は、以下で述べるように、ヘッド104のものよりも高い熱膨張係数を有することにより特徴付けられる。所与の材料の熱膨張係数は、材料の温度が変化したとき、材料の膨張および収縮を表すことが理解されよう。それは、温度変化に対する

30

40

50

単位長さ当たりの長さの変化の比として、または単位容積当たりの容積変化の比として、定量的に表すことができる。線熱膨張係数を、 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$ または $\mu\text{in}/\text{in}\cdot{}^{\circ}\text{F}$ の単位で表すことが一般的である。したがって、概して、各材料が同じ温度変化を受ける場合には、比較的大きい熱膨張係数を有する材料は、加熱または冷却されたとき、低い熱膨張係数を有する材料よりも大きく拡大することになる。知られているように、熱膨張係数は、温度と共に変化する。したがって、当業者は、しばしば、特定の温度範囲にわたる平均的な熱膨張係数を参照することになる。

#### 【0019】

図2Aおよび2Bを参照すると、熱膨張の差に起因して、シャンク102は、同じ温度範囲にわたり、ヘッド104よりも大きな割合で、膨張および収縮することになる。限定するのではなく、例としてあるが、シャンク102は、炭素鋼、またはオーステナイト系もしくはマルテンサイト系ステンレス鋼、あるいは主要な合金元素としてクロムを含む他の鋼などの鋼とすることができます。例として、炭素鋼は、約21から約750の温度範囲で、約14.8 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$ の平均熱膨張係数を有するS2工具鋼とすることができます。しかし、他の工具鋼を使用することもできる。さらなる例として、シャンク102は、あるとしても、合金元素としてわずかなニッケル(例えば、2.5重量%未満)を含有する400系ステンレス鋼もしくは同等物から製作することができます。さらに、シャンク102の鋼は、硬化させない状態とすることができます。あるいは当技術分野で知られた工程に従って硬化させることもできる。平均線熱膨張係数に関して、ステンレス鋼は、0から最高で1000の温度範囲で、約10から約20 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$ の範囲の平均線熱膨張係数を有するものとして特徴付けられる。しかし、所与の鋼の平均線熱膨張係数は、鋼のタイプに、特に、鋼における何らかの合金元素の量および種類、ならびに熱膨張係数が測定される温度範囲に依存することが理解されよう。したがって、シャンク102の平均熱膨張係数は、平均熱膨張係数がヘッド104の材料の平均熱膨張係数よりも大きい場合、20 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$ を超える、または10 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$ 未満とすることができます。さらに、ヘッド104の平均熱膨張係数よりもわずかに大きいだけである平均熱膨張係数を有する材料のシャンク102を有するバーは、大幅な強度の大きさの改善を示すことはできないが、以下でさらに詳細に述べるように、ヘッド104の少なくとも突出部14において、圧縮応力をなお含むことができることを理解されよう。

#### 【0020】

熱膨張係数の差に加えて、シャンク102の材料は、ヘッド104の材料とは異なることのできる他の機械的特性を有する。例えば、シャンク102の材料は、ヘッド104の材料よりも軟質のもの、すなわち、その材料ほど硬くないものとすることができます。シャンク102の材料は、概して、ヘッド104の材料よりも大きな韌性を有する。したがって、こうすることにより、シャンク102の把持部124を、ドリル内でさらに有效地に固定できるようにし、その場合、例えば、チャックの爪はシャンク102よりも硬く、また爪がシャンク102の把持部124に「食い込む」ことを可能にするが、シャンク102は、使用中に加えられる応力により破壊されることはない。

#### 【0021】

一実施形態では、シャンク102はステンレス鋼から製作される。したがって、ステンレス鋼シャンクは、使用中に、生体液などの液および他の腐食性環境に曝されたとき、腐食に抗することができるので有利である。さらに、炭化物ヘッドを有する従来技術のバーとは異なり、本発明の一実施形態による炭化物ヘッドに接合されたステンレス鋼シャンクを有するバーは、歯科用途で使用するための強度が十分にある。これは、ステンレス鋼と金属炭化物の間の熱膨張係数の比較的大きな差にもかかわらずそうである。さらに、耐食性が望ましい場合、ステンレス鋼を使用することは、シャンク102上に耐食性の被覆を付着させるために使用できるニッケルメッキなど、その後のメッキ、または処理をなくすことができ有利である。腐食に対する耐性は、バー100の有効寿命を延ばすことができる。例えば、ステンレス鋼シャンクを有するバー100は、炭素鋼シャンクを有するバーよりも長く持続することができる。ステンレス鋼シャンクおよび炭化物鋼シャンク上のそれぞれのヘッドが、等しい有効寿命を有することができるとしても、ステンレス鋼シャンクを有す

10

20

30

40

50

るバーは、炭素鋼は腐食する可能性があるので、炭素鋼シャンクを有するバーよりも長持ちするはずである。腐食は、シャンク102の強度劣化を生じ、したがって、その有効寿命を低下させる可能性がある。さらに、シャンク102の腐食は、歯科における特定の問題を有する可能性がある。腐食生成物は、生物学的危険はないはずであり、また腐食したシャンクは十分な強度を保持しており、使用中に破壊され、または変形することがないかもしれません。しかし、シャンクの腐食に起因するバーの変色は、美的に満足できるものではなく、かつ患者に「不潔に」見えることになり、患者はその場合、その腐食したバーを自分の口内で使用することに反対することもありうる。

#### 【0022】

図2A～2Cで示すように、ヘッド104は、シャンク102の把持部124と概して反対側にあるバー100の一端を形成する。上記で述べたように、突出部114は、シャンク102の凹部112と協動してジョイント106を形成する。バー100のヘッド104は、バー100が回転したとき、材料を除去するように設計される。材料の除去を達成するために、ヘッド104は、作業面126を有する。図2Aを参照すると、作業面126は、突起部132、または他の適切な機構で構成され、それにより、被加工物(図示せず)から材料を除去することができる。当業者であれば、多くの適切な突起部が存在すること、および突起部のタイプの選択は、しばしば、バー100が設計された用途により決まることが観察されよう。歯科では、例えば、作業面126は、歯のエナメル質を除去するように設計することができる。例としてだけあり、限定するものではないが、突起部132は、ヘッド104へと機械加工される縦溝(例として図11Bで示される)により離間された複数の刃とすることができます。これらの刃は、バー100の切削動作を変えるために、作業面126に対する接線に対して異なる角度で配置することができる。知られているように、より鈍角である角度は、バー100の強度および寿命を増加させる、いわゆる「負のすくい角」を作ることになる。他方で、より鋭角である角度は、刃が「より鋭利に」なるように、「正のすくい角」を作ることになる。しかし、正のすくい角を有する刃は、速く切れ味が悪くなる可能性がある。刃は、さらなる機構を有することができる。例として、また図11Bを特に参照すると、切削効率を高めるために、各刃を横断してさらなる切削部(cuts)を追加することができる。

#### 【0023】

図2Aを参照すると、作業面126は、円筒状の形状をとることができるが、本発明の実施形態は、そのように限定されない。ヘッド104の形状は、突出部114を除き、所与の用途、機械、または材料に依存する可能性があり、また特に、球形、倒立した円錐、真っ直ぐな割れ目、テーパの付いた割れ目、および洋ナシ形状のヘッドを含むことができる。さらに、ヘッド104、ジョイント106、およびシャンク102の横断面は、寸法、または形状が同様である必要はない。例えば、ヘッド104の横断面寸法は、シャンク102の横断面寸法よりも大きい、等しい、またはその寸法未満にすることができる。

#### 【0024】

突出部114に関して、突出部114の表面は、ジョイント106において、シャンク102の側壁116に対向している。のために、突出部114は、凹部112内で少なくとも部分的に嵌合するように構成され、したがって、突出部114の表面の一部は、側壁116の表面と当接する。突出部114は、したがって、突合せジョイント16(図1Aおよび1Bで示す)に対して凹形にすることができる。突出部114の凹形形状は、いくつかの形状のうちの任意の1つとすることができます、そのいくつかを、図3～10を参照して以下で述べる。

#### 【0025】

例示的な一実施形態では、図2A～2Cで示すように、突出部114は、側壁116のほぼ全体表面が、突出部114の全体表面に当接するように、凹部112の寸法に対応することができる。したがって、凹部112が円錐形を有する場合、突出部114はまた、同様の円錐(conical or cone)形とすることができます。図示のように、円錐形の突出部114は、概して対称的であり、かつ円錐の頂点128、または先端部で角度Bにより画定することができ、円錐の基部は、肩部130における突出部114の表面と作業面126の交差部の横断面寸法に対応することができる。一実施形態では、角度Bは、凹部112の角度Aに実質的に一致することができるが、2

10

20

30

40

50

つの角度は、以下で詳細に述べるように、例えば、組立てを簡単化するために異なる可能性もあることが理解されよう。

#### 【0026】

上記で述べた凹部112と同様に、一実施形態では、突出部114の頂点128は、長軸110上に存在することができ、また例えば、0°と180°の間の角度とすることができます。さらなる例として、角度Bは、約20°以上、約30°以上、または約40°以上とすることができます、また約160°以下、約130°以下、約110°以下、または約90°以下とすることができます。さらなる例として、角度Bは、約20°と約160°の間、約30°と約90°の間、約40°と約80°の間、または約55°と約65°の間とすることができます。一実施形態では、角度Bは約60°である。ジョイント106におけるシャンク102の横断面寸法と比較して、突出部114の基部の横断面寸法は、例えば、肩部130で、縁部120の横断面寸法よりも大きい、実質的に同じ寸法である、またはそれよりも小さくすることができる。したがって、突出部114は、凹部112内に完全に位置することも、位置しないこともありうる。しかし、図示された例示的な実施形態では、肩部130の寸法は、ジョイント106における縁部120と一致している。10

#### 【0027】

上記で紹介したように、ヘッド104の材料は、シャンク102の材料よりも低い熱膨張係数を有する。したがって、ヘッド104の材料は、上記で述べたように、シャンク102の材料よりも拡大する量は少ない。例えば、ヘッド104の材料は、約20 μm/m・Kよりも低い、または10 μm/m・Kよりも低い熱膨張係数を有することができる。例として、ヘッド104の材料は、シャンク102の材料の平均熱膨張係数より少なくとも30%低い平均熱膨張係数を有することができる。他の例では、ヘッド104の材料は、シャンク102の材料の平均熱膨張係数より少なくとも50%低い平均熱膨張係数を有することができ、いくつかの場合では、ヘッド104の材料は、シャンク102の材料の平均熱膨張係数よりも最高で70%低い平均熱膨張係数を有することができる。20

#### 【0028】

一実施形態では、ヘッド104の材料は、例えば、バナジウム(V)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、および/またはモリブデン(Mo)から選択された金属の任意の1つ、またはそれらの組合せの金属炭化物などの金属炭化物を含む。しかし、同様の硬度、および熱膨張係数を有する他のタイプもしくはグレードの炭化物、および他の適切な材料を使用することもできる。例えば、ヘッド104は、金属酸化物、窒化チタン(TiN)などの金属窒化物、または金属酸化物、金属窒化物、もしくは他の硬いセラミック材料を含むサーメットとすることができます。炭化タンゲステン(WC)などの金属炭化物は、約6 μm/m・Kの熱膨張係数を有することができる。しかし、ヘッド104の材料は、コバルト(Co)およびニッケル(Ni)、または同様の金属の合金の金属基に結合された金属炭化物の粒子の任意の1つ、またはそれらの組合せを含む金属基複合材料とすることができます。例として、金属基は、約10重量%コバルトを含むことができる。金属基は、金属炭化物よりも大きい平均熱膨張係数を有することができる。したがって、ヘッド104の材料は、上記で述べたように、金属炭化物単独の熱膨張係数よりも大きいが、シャンク102の金属の平均熱膨張係数未満である平均熱膨張係数を有することができる。金属基複合材料の場合、ヘッド104の熱膨張係数は、金属炭化物のタイプおよび割合、ならびに金属基のタイプおよび割合により決まることが理解されよう。本発明の実施形態によれば、最小の強度要件を満たすために、ヘッドの選択された材料の利点が犠牲になることはない。30

#### 【0029】

ヘッド104とシャンク102の間の熱膨張係数の差に加えて、ヘッド104の材料は、概して、シャンク102の材料よりも硬く、かつより剛性がある。当技術分野で知られているように、金属炭化物および他の同様の材料は、概して、モース硬度スケールで約8.0を超える硬度により特徴付けられるが、いくつかのものは、約8.5を超える硬度により特徴付けられ、さらに他のものは、モース硬度スケールで約9.0の硬度を有する。ヘッド104の硬度、特に突起部132の硬度により、突起部が歯のエナメル質または金属など、軟質の材料を除去することが可能になる。高い硬度は、材料の除去を向上させるが、さらに、いくつかの40

用途でバー100の寿命も改善することができる。

#### 【0030】

さらに、一実施形態では、ヘッド104の材料は、シャンク102の材料よりもさらに剛性がある。例えば、炭化タングステンは、鋼よりも約3倍大きい剛性がありうる。しかし、高い剛性は、もろい材料、すなわち、脆性破壊により破壊される材料に関連することが多い。高い硬度、ならびに他の特性の結果、これらの材料の剛性および硬度により、シャンク102を把持するのを困難にし、さらに、シャンク102が使用中に破壊されることにより壊れる可能性が高くなるため、シャンク102は、これらの金属から製作されないはずである。しかし、シャンク102は、シャンク102が作られる鋼と関連する知られた硬化工程を受けることにより達成可能な硬度によって特徴付けることもできる。

10

#### 【0031】

概して、バー100は、バー100を用いて被加工物に、荷重Lの方向(矢印134)と同様の横方向に接触させることにより材料を除去するように構成される。比較として、ドリルビットは、軸方向に、または矢印134の方向から90°にドリルビットを加えることにより材料を除去する。当技術分野で知られているように、荷重Lは、図2Bで示す方向に加えられたとき、ジョイント106に対して曲げモーメントまたはトルクを生ずることになる。横方向の荷重は、したがって、長軸110に概して平行な引張応力をバー100に生ずる。したがって、最大の引張応力<sub>A</sub>は、荷重Lを受けるジョイント106におけるバー100の表面に形成されうる。引張応力<sub>A</sub>は、亀裂開口応力<sub>B</sub>を、ジョイント106の境界面に対して実質的に直角に形成させる。亀裂開口応力<sub>B</sub>は、ジョイント106における境界面に実質的に垂直な方向を向いた引張応力であり、ジョイント106を引き離すように働く。亀裂開口応力<sub>B</sub>は、その応力が、ジョイント106の引張強度を超えた場合、バー100を破壊させることが理解されよう。

20

#### 【0032】

本発明の一実施形態によれば、凹部112および突出部114は、ジョイント106で観察される亀裂開口応力<sub>B</sub>を低減するように構成される。そのために、一実施形態では、ジョイント106の少なくとも一部が、引張応力<sub>A</sub>に対して角度θの方向を向いている。言い換えると、ジョイント106は、加えられる荷重に対して平行ではなく、したがって、引張応力<sub>A</sub>は、ジョイント106の少なくとも一部に直角ではない。したがって、角度θの方向に向いたジョイント106の部分に沿って、亀裂開口応力<sub>B</sub>が、引張応力<sub>A</sub>とほぼ同じ大きさのものから、<sub>A</sub>に満たない値へと減少する。概して、角度θは、90°から減少する(すなわち、加えられた荷重Lに対して、ジョイント106の一部が平行である方向から離れる)につれて、亀裂開口応力<sub>B</sub>も減少する。

30

#### 【0033】

ジョイント106の形状、すなわち、凹部112との突出部114の境界面は、概して、バー100の任意の所与の横断面の角度θを決める。例として、また図2Cを引き続き参照すると、凹部112を画定する側壁116に当接する円錐形の突出部114の場合では、角度AおよびBは、概して、角度θを決定する。角度AおよびBが減少すると、角度θが減少し、また亀裂開口応力<sub>B</sub>が、荷重により観察される引張応力<sub>A</sub>に対して減少する。一実施形態では、亀裂開口応力<sub>B</sub>は、突合せジョイントを有する比較する工具で観察される亀裂開口応力よりも少なくとも約30%少ない。一実施形態では、亀裂開口応力<sub>B</sub>は、突合せジョイントを有する比較する工具で観察される亀裂開口応力よりも最高で約50%少ない。特定の例では、各頂点118、128における凹部112および突出部114の角度AおよびBが、それぞれ約60°である場合、角度θは約30°である。さらにこの実施形態では、角度θは、バー100の長軸110と、ジョイント106の外側表面との間の境界面に沿って実質的に一定である。しかし、図2Cを参照すると、凹部112および突出部114の形状に応じて、角度θは、長軸110と、ジョイント106の外側表面との間の任意の点で変化しうるので、本発明の実施形態は、そのように限定されないことが理解されよう。これは、さらなる利点を有することができるが、それを以下でさらに十分に述べるものとする。

40

#### 【0034】

50

さらに、また本発明の他の実施形態によれば、ジョイント106の強度は、所与の横断面寸法に対して、ジョイント106におけるヘッド104とシャンク102の間の境界面の表面積を増加することにより、高めることができる。概して、境界面における表面積が増加するにつれて、荷重Lにより加えられる引張応力<sub>A</sub>は、より広い面積に広がるため、亀裂開口応力<sub>B</sub>が減少する。表面積の増加は、ジョイント106の形状による。ジョイント106の横断面寸法を増加することなく、シャンク102とヘッド104の間の表面積を増加するにはいくつかの方法があることが理解されよう。例として、ジョイント106の凸形/凹形の性質を増加すること(すなわち、例えば、図6および7で示すように、突出部114をより凸形にし、凹部112をより凹形にするなど)により、境界面の面積を増加することができる。これは、ジョイント106の境界面に沿った点における、長軸110と、ジョイント106の外側表面との間の角度<sub>α</sub>を変化させることにより達成することができる。すなわち、バー100の1つまたは複数の横断面に沿った、側壁116と突出部114の間の境界面は、曲線で形成されうる。境界面が次第にさらに湾曲してくると、境界面の表面積は、概して増加することができる。代替的に、または上記と併せて、凹部112および円錐形の突出部114の頂点118、128における角度AおよびBを減少させることはまた、ジョイント106の表面積を増加させることになる。

#### 【0035】

上記で紹介したように、突出部114の少なくとも一部は、バー100が使用されていないとき、圧縮応力を受ける。すなわち、突出部114の少なくとも一部は、残留圧縮応力を含む。残留圧縮応力は、バー100を補強するように働き、それにより、バー100は破壊に対して強化される。圧縮応力は、それぞれ上記で述べた、ヘッド104の材料と、シャンク102の材料との間の熱膨張の差と共に、突出部114および側壁116の構成から生ずる。

#### 【0036】

一実施形態では、残留圧縮応力は、以下で述べるように、ヘッド104およびシャンク102が共に接合された後、少なくとも突出部114で形成される。これは、図1Aおよび1Bで示された突合せジョイントとは対照的であり、その場合、ジョイント106の構成は、ジョイント106の近傍のヘッド104で引張応力が生ずることが分かる。さらに、熱膨張係数間の差が増加すると、突合せジョイントの強度が減少し、かつ/または残留引張応力が増加する可能性がある。金属炭化物は硬いが、鋼よりもさらにもろく、金属炭化物から作られた対象物は、引張応力を受けたとき、破壊する可能性のあることが理解されよう。言い換えると、ヘッドの材料は張力に弱い。したがって、残留引張応力は、バーを、特にヘッドの領域で弱めるように作用し、それにより、突合せ接合の後、ヘッドが「はじけて飛ぶ(pop off)」可能性が生ずる。

#### 【0037】

有利には、本発明の実施形態によれば、突出部114の少なくとも一部、およびいくつかの実施形態では、ヘッド104の作業面126の一部は、残留圧縮応力を含む。バー100を破壊させるのに十分な引張応力を受けることになる圧縮面に対して、加えられる荷重は、まず、何らかの引張応力が観察される前に、残留圧縮応力に打ち勝つ十分な大きさのものでなくてはならない。したがって、ヘッド104の残留圧縮応力は、バー100の強度の正味の増加をもたらす。つまり、ジョイント106で観察される亀裂開口応力<sub>B</sub>を低減する突出部114の形状、および凹部112の形状の結果、かつ少なくともジョイント106の強度を高めるヘッド104の少なくとも一部における残留圧縮応力の結果、本発明のバーは、突合せジョイントを有する同様のバーと比較して、破損することなく、高い荷重に耐える。

#### 【0038】

本発明の他の実施形態では、また図2A～2Cを参照すると、バー100は、把持部124とジョイント106の間に首部分もしくは首部136を有する。図示のように、首部136は、減少させた横断面寸法を有する、バー100の長軸110に沿った領域である。首部136は、バー100の最小の横断面寸法を有することができる。一実施形態では、首部136の横断面寸法は、ジョイント106の最大横断面寸法未満である。例として、首部136は、約0.018インチ(約0.046mm)と約0.020インチ(約0.05mm)の間の寸法とすることができる。示された実施形態では、

10

20

30

40

50

首部136は、把持部124から、ジョイント106ではなく、その近傍の最小の横断面寸法へのテーパとして構成され、その最小位置では、首部136は、次いで、ジョイント106の横断面寸法へとテーパが付けられている。首部136は、したがって、ユーザが、被加工物に対するヘッド104の深さまたは位置を測定することを可能にする基準の距離を提供することができる。例えば、歯科医は、視認できる首部136の割合を観察することにより、ヘッド104が歯の中にある深さを測定することができる。

#### 【0039】

図3を参照すると、上記で述べたバー100の実施形態は、その端部に凹部112を有する1つの材料のシャンク102を、その端部に突出部114を有する他の材料のピル138に接合してプランクを形成し(図11Aの写真で示される)、次いで、ピル138の他端を機械加工してヘッド104を形成し(例えば、図2Aで示す)、かつ任意選択で、シャンク102を機械加工して把持部124を形成し、さらに首部136(例えば、図10で示す)を機械加工してバーを形成する(図11Bの写真で示される)ことにより製作される。しかし、首部136および/または把持部124の機械加工は、シャンク102をピル138に接合する前に行うことができることが理解されよう。のために、シャンク102は、市販の棒材から切削することができ、また当技術分野で知られた方法に従って、所望の横断面寸法に機械加工することができる。機械加工は、棒材の一端に凹部112を加工すること、および/またはその他端に把持部124を加工すること、および/またはそれらの間に首部136を加工することを含み、シャンク102を形成することができる。しかし、シャンク102は、鋳造、粉末冶金、または鍛造工程など、当技術分野で知られた他の方法により用意することができ、その場合、凹部112、および任意選択で、把持部124および/または首部136を含むシャンク102は、仕上げ機械加工を用いて、または使用せずに形成することができる。特に、凹部112は、上記で述べた原理による様々な形状の任意の1つを有することができる。凹部112のカップ状の形状は、シャンク102の側壁116が、例えば、円錐(図示のように)を、または他の対称的なカップ状の凹部を画定するように、旋盤、または他の同様の金属切削機器を用いて形成することができる。しかし、凹部112は対称である必要はないことが理解されようが、当業者であれば、対称的な凹部は、旋盤または同様の機器を用いて、より容易に加工できることも理解されよう。

#### 【0040】

図3～10で示す例示的な実施形態を参照すると、凹部112は、円錐状の、または円錐形の形状を有することができる。例えば、凹部112は、図3および4で示すように、円錐の形状とすることができます。しかし、凹部112は、図5で示すような切頭円錐など、他の同心の円錐状の形状を有することができる。他の変更したカップ状の形状は、図6および7でそれぞれ示された凸形、および凹形の円錐状の形状を含むことができる。これらの実施形態では、ジョイント106は、ジョイントを通る横断面にわたって曲線になるはずである。

#### 【0041】

図8および9を参照すると、さらに他の変更されたカップ状の形状は、まず、シャンク102の一端にドリルで穴を開けることにより形成される凹部112を含む。穴は、凹部112の残りの部分を次に機械加工するのをガイドするようにし、それにより、シャンク102の外側表面と凹部112との同心度を向上させることができる。例として、シャンク102の側壁116は、その場合、図示のように、ガイド穴140の残部分を有するように見えることがある。ガイド穴140の残部分は、側壁116の表面が突出部114に当接したときの逃げを提供することができる。

#### 【0042】

図3で示す例示的な実施形態を再度参照すると、ピル138の突出部114は、凹部112と協動する円錐状の、または円錐形の形状を有することができる。ヘッド104に関して上記で述べたように、ピル138は、シャンク102の材料に満たない熱膨張係数を有する材料から、かつシャンク102の材料よりも硬くすることのできる材料から製作することができる。ピル138の突出部114は、機械加工、鋳造、および/または粉末金属処理により、シャンク102と組み立てる前に形成される。例えば、ピル138の突出部114は、ダイヤモンド工具、または他の十分に硬い工具を用いてロッドを研削することにより、材料のロッドから機械加工す

10

20

30

40

50

ることができる。代替的には、特に、当技術分野で知られているように、ヘッド104が金属基複合材料である場合、ピル138は、粉末金属処理により形成することができる。例えば、ピル138は、金属炭化物の粒子、および金属基の粒子を含む粉末金属成形体に圧力を加え、かつ焼結させることにより作ることができる。この点に関して、ピル138の突出部114は、ほぼ最終的な形状とすることができる、したがって、シャンク102と接合する前に、あるとしても、わずかな機械加工を必要とするだけである。作業面126は、シャンク102と接合する前に、またはその後に、ピル138に形成することができる。突出部114の形成、組立て、および、もしあれば、さらなる機械加工の後に、ピル138は、バー100のヘッド104となる。

## 【0043】

10

本発明の一実施形態では、ピル138の突出部114は、凹部112の形状に適合する形状を有することができる。例えば、突出部114は、図3で示された円錐形など、凸形を有することができる。上記で述べたように、円錐の突出部114は、頂点128で測定された円錐の角度Bを有する頂点128により画定することができる。したがって、突出部114および凹部112の形状が適合する場合、凹部112の頂点118における角度Aは、ほぼ角度Bと同じとすることができます。しかし、突出部114の角度B、または凹部112の角度A、または角度AとBの両方は、ピル138をシャンク102と組み立てるのを容易にするために変えうることが理解されよう。例えば、突出部114の角度Bは、凹部112内でピル138の心出しを容易にするために、凹部112の角度Aよりも小さくすることができる。この構成はまた、突出部114が側壁116に当接したとき、突出部114および凹部112それぞれの頂点118、128の近傍で、側壁116と突出部114の間で小さな間隙を設けることができる。したがって、シャンク102およびピル138を接合したとき、突出部114と凹部112の相対的な形状は、ピル138およびシャンク102のそれぞれの長軸を、バー100の長軸110と位置合せするように構成することができる。

20

## 【0044】

図2、3、および5で示すように、突出部114および凹部112は、それぞれの全体表面が、他のものと当接するように、実質的に同じ形状とすることができますが、本発明はそのように限定されない。図4、8、および9で示す他の実施形態では、突出部114は、切頭円錐形とすることができます。切頭円錐形は、上記で述べたように、円錐を形成するように機械加工する、または成形体を焼結することにより形成することができ、その後に、機械加工して円錐の頂点を除去する、あるいは切頭円錐は、焼結後の機械加工をわずかに、または全く行わずに成形体を焼結することにより直接形成することができる。対応する凹部は、図3および4で示すものなど、円錐状の形状を有することができる。これらの実施形態では、突出部114および側壁116のそれぞれの表面は、互いに完全に接触していない。したがって、1つの突出部114が、円錐形状の凹部112の中に挿入されたとき、バー100に、間隙または空隙144が形成されうる。

30

## 【0045】

シャンク102およびピル138の前処理に続いて、シャンク102およびピル138は、ピル138の突出部114の少なくとも一部を、シャンク102の凹部112の中へと挿入することにより組み立てられる。組み立てられた後、突出部114の一部が、側壁116の一部に当接する。突出部114および凹部112の形状が異なる場合、空隙144が、突出部114と側壁116の中間にどこにでも生成されうる。一実施形態では、空隙144は、以下で述べる接合工程を容易にするために、バー100の長軸110の近傍に形成されうる。

40

## 【0046】

組み立てられた後、シャンク102およびピル138は、2つの部品間で金属結合が形成されるように、少なくとも突出部114と側壁116、およびシャンク102とヘッド104の隣接する領域を加熱することにより、共に接合される、または溶融される。例として、シャンク102およびピル138は、2つの部品を共に溶接または蛍付けすることにより接合することができる。特に、さらなる例として、溶接は、抵抗溶接、高周波抵抗溶接、またはレーザビーム溶接により達成することができる。溶接では、接合すべき2つの部品は、共に加圧され、かつ加熱されうる。両方からの材料を含むことのできる溶融した金属の層が、2つの部品

50

の間に形成される。接合中、シャンク102とヘッド104の間の境界面は、ピル138およびシャンク102の材料に応じて、1,000 以上程度の温度になる可能性がある。境界面に隣接する領域も加熱されるが、これらの領域は、溶融することはない。さらに、接合することは、ジョイントが形成される領域の周囲に保護雰囲気を提供することを含む。保護雰囲気は、2つの部品の周囲に、それぞれが加熱され、溶融金属の層が形成されると、アルゴン(Ar)、窒素(N<sub>2</sub>)、またはヘリウム(He)などの不活性ガスが流れることを含むことができる。部品が冷却された後、ジョイント106が形成される。一実施形態では、溶接は、縁部120の円周の周囲に形成され、またジョイント106に沿って頂点128の方向に、限定された長さまで延びることができる。したがって、溶接ジョイント106は、当接する表面の間の境界面全体を通して形成されない可能性がある。

10

#### 【 0 0 4 7 】

代替的には、シャンク102およびピル138は、ピル138およびシャンク102を共に蝋付けにより接合することができる。当技術分野で知られているように、シャンク102をピル138に蝋付けすることは、突出部114と側壁116の間に溶加材または合金を挿入すること、および側壁116と突出部114を蝋付け材の溶融温度まで加熱することを含むことができる。通常、これは、シャンク102および突出部114を、450 を超えるが、シャンク102の材料、またはピル138の材料の溶融温度より低い温度まで加熱することを含む。代替的に、蝋付けは、蝋付け材料が毛管作用により境界面に入るよう、2つの部品を緊密に嵌合させた状態で、ピル138とシャンク102の間に蝋付け材料を送ることを含むことができる。いずれにしても、溶加材を、2つの部品の間で、その溶融(液相線)温度以上にする。溶加材が溶融し、次いで、ピル138とシャンク102の間で冷却された後、蝋付け材料とシャンク102の間で、かつ蝋付け材料とピル138の間で金属結合が形成される、あるいはその他の形で、2つの構成要素を共に接合する。しかし、必要な溶加材のために、蝋付けの追加されるコストに起因して、シャンク102およびピル138を共に溶接することが、蝋付けよりも好まれる。

20

#### 【 0 0 4 8 】

ピル138とシャンク102の間の熱膨張の不一致を考慮すると、シャンク102の加熱された部分は、ピル138の加熱された部分以上に膨張する。具体的には、凹部112の縁部120の直径は、当接する位置において、突出部114の直径よりも多く膨張することになる。接合工程中に加熱されたシャンク102の他の領域はまた、突出部114の当接部分よりも大きく膨張して、突出部114の当接部分に対して凹部112の全般的な拡大を生ずる。2つの部分は、そのそれぞれの加熱された、または膨張した寸法で接合される。特に、また本発明の一実施形態では、凹部112と突出部114の間の熱膨張の不一致は、室温における寸法に対して、(上記で述べたように、溶接または蝋付けに起因する)高温において、ジョイント106を含む領域で寸法の不一致が生ずる。

30

#### 【 0 0 4 9 】

シャンク102およびピル138が接合され、次いで冷却された後、高温で生じた寸法の不一致の少なくとも一部は、室温においても維持される。具体的には、冷却中、シャンク102およびヘッド104の加熱された部分は、その元の室温寸法を回復するように、そのそれぞれの熱膨張係数に従って収縮しようとする。その高い熱膨張係数により、シャンク102は、ピル138よりも大きく収縮しようとするが、シャンク102の一部は、ヘッド104への取付けによって、完全に収縮するのが抑制される。すなわち、シャンク102の一部は、その元の室温寸法へと収縮することはできない。シャンク102の抑制された収縮により、ヘッド104の一部に残留圧縮応力が生成され、シャンク102の一部は、残留張力中に置かれる。したがって、室温では、ヘッド104の少なくとも一部は圧縮状態にあり、シャンク102の一部は張力状態にある。前に述べたように、この残留応力状態は、バー100の強度を劣化させるのではなく向上させるが、それは、脆性破壊を最も受けやすいヘッド104が、これらの位置に何らかの引張応力が形成される前に、使用中に越える必要のある残留圧縮状態にあるからである。

40

#### 【 0 0 5 0 】

一実施形態では、シャンク102およびピル138には、接合工程中、共に圧力を加えること

50

ができる。加熱されたとき、特に、シャンク102およびピル138を共に溶接するのに必要な温度まで加熱されたとき、突出部114および/またはシャンク102は、共に保持されている間に塑性的に変形する可能性がある。したがって、突出部114および側壁116の正確な形状は、接合すると変化することがある。例えば、シャンク102のわずかな変形が生ずる可能性がある。この変形は、シャンク102およびピル138が加熱される温度、ならびに、あるとすれば、それが加熱されている間に、ピル138およびシャンク102を共に保持するためには使用される力の大きさに依存する可能性がある。

#### 【0051】

さらに、接合前に完了していない場合には、ピル138は、さらに機械加工されて、被加工物から材料を除去するように設計された作業面126の何らかの突起部、または他の表面機構を形成することができる。例として、接合後の機械加工は、ピル138に複数の縦溝を切削または機械加工してヘッド104を形成することを含むことができる。機械加工はまた、接合部106の外側表面を機械加工して除くことを含むことができる。さらに、当技術分野で知られているように、バーは、毎分数十万回転で回転するはずであり、したがって、接合中のピル138およびシャンク102のわずかな取付け不良が、バー100に不釣り合い状態を生じ、またはその他の形で、バー100の長軸110と一致しない軸の周りで回転する可能性がある。この場合、シャンク102およびピル138が組み立てられた後、高回転速度で使用するようにバー100をバランスさせるためのさらなる機械加工が必要になりうる。個々の長軸の位置合せが望ましいが、位置合せは必ず必要なものではなく、特に、バー100が、回転速度が比較的低い用途で使用される場合、または接合後の機械加工が行われる場合は必要ではない。

#### 【0052】

本発明のより完全な理解を容易にするために、以下の非限定的な例を提供する。

#### 【0053】

##### (実施例)

図11A、11B、および12を参照すると、本発明の一実施形態によるバーが製作されている。バー形状はNo.557である。タイプ420のステンレス鋼シャンクには、約6%コバルト(Co)を有する浸炭させた炭化タンゲスタンピルを溶接した。シャンクおよびピルには、最大4重量ポンド(lbf)(約18ニュートン)で共に圧力を加え、かつ溶融池が境界面の周囲に形成されるまで、保護雰囲気中で加熱した。形成したプランクを、保護雰囲気中で約0.5秒の間冷却し、次いで、室温まで空気冷却させ、その後に、溶接後の焼戻し処理を行った。機械加工前のプランクは、図11Aで示されており、溶接ジョイント部は矢印142で示されている。次いで、ピルをそれぞれ機械加工して、ヘッドのそれぞれに突起部および縦溝を形成し、さらにピルをそれぞれ機械加工して、図11Bで示すように、首部を形成した。

#### 【0054】

図11Aのプランクの1つの長軸に沿った横断面が図12で示されている。図示のように、ピルの突出部は、切頭円錐形(例えば、図8を参照のこと)を有しているが、対応する完全に形成された円錐の頂点における角度は、約60°になっているはずである。凹部はまた、凹部の円錐形のテーパを切削する前に、シャンクに事前に穴開けすることにより作られた残留ガイド穴を備えた円錐形状をしている(例えば、図8を参照のこと)。図12で示すように、ガイド穴中の材料は、顕微鏡検査のためのサンプルの事前処理から残された鋼である。図示のように、凝固した溶接池が、溶接の後にピルの縁部の周囲に形成されている。しかし、溶接後、ジョイントの外側表面は除去した。

#### 【0055】

突合せジョイント構成を有するバーと比較して強度を測定するために、図12で示すジョイント構成を有するバーを試験した。バーを試験するために、それぞれの接線方向破壊強度を測定した。したがって、ヘッドには荷重を加えた。荷重は、バーが破損するまで徐々に増加させた。破壊荷重を記録した。50個のバーに対する破壊荷重が図13でプロットされている。

#### 【0056】

10

20

30

40

50

図13は、上記で述べた例示的なバー(「ステンレス鋼の60°カップ-円錐ジョイント」と名付けられる)の破壊荷重を示す。図13はまた、ステンレス鋼シャンクに溶接することにより接合された炭化タングステンのヘッド突合せ部(「ステンレス鋼の突合せジョイント」と名付けられる)を有するバーに対する破壊荷重、およびS2工具鋼シャンクに溶接することにより接合された炭化タングステンのヘッド突合せ部(「工具鋼の突合せジョイント」と名付けられる)を有するバーに対する破壊荷重を示している。

#### 【0057】

図示のように、本発明の例示的なバーは、約12lbf(約53ニュートン)以上の破壊荷重により特徴付けられており、その値は試験した他の構成を共に超えている。さらに、いくつかの破壊は、ジョイントそれ自体に位置していないことにも注目した。むしろ、破壊のいくつかは、ヘッド、または首部で生じている。したがって、図13で示すように、例示的なバーの破壊荷重のいくつかは、ジョイントの強度を示していない。むしろ、実際のジョイント強度は、図13で示したものよりも高い。

#### 【0058】

比較すると、突合せ接合された工具鋼、および炭化タングステンのバーは、ジョイント部で、約12lbf(約53ニュートン)未満の荷重で、特に約8lbf(約36ニュートン)と約11lbf(約49ニュートン)の間の荷重で破壊した。さらに、図示のように、ステンレス鋼の突合せジョイント構成に対する破壊荷重は、概して、本発明の例示的なバーより小さく、これらのバーの多くは、約5lbf(約22ニュートン)に満たない破壊荷重を示している。バーを使用するための最小の仕様は、約5lbfであった。したがって、ステンレス鋼で突合せ接合されたバーの多くは、必要な最小5lbfを満たしていない。さらに、ステンレス鋼の突合せジョイントの強度は、大きく変化しており、最も高い「非異常値」強度だけが、上記で述べた本発明の例示的なバーの最小の「非異常値」強度に接近しているに過ぎない。

#### 【0059】

本発明を、その1つまたは複数の実施形態の記述により示してきており、かつ諸実施形態をかなり詳細に述べてきているが、それらは、このような細部に、添付の特許請求の範囲を制限する、または何らかの形で限定することを意図していない。さらなる利点および変更形態は、当業者であれば容易に明らかとなろう。したがって、本発明は、その広い態様において、特定の細部に限定されず、また示されかつ述べられた例示的な諸例に限定されない。したがって、全体的な本発明の概念の範囲から逸脱することなく、このような細部から逸脱することも可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0060】

- 100 バー
- 102 シャンク
- 104 ヘッド
- 106 ジョイント
- 108 細長部材
- 110 長軸
- 112 凹部
- 114 突出部
- 116 側壁
- 118 頂点
- 120 縁部
- 122 棚部
- 124 把持部
- 126 作業面
- 128 頂点
- 130 肩部
- 132 突起部

10

20

30

40

50

134 矢印  
 136 首部  
 138 ピル  
 140 ガイド穴  
 142 矢印  
 144 空隙  
 角度

A 引張応力  
 B 亀裂開口応力

【図 1 A】

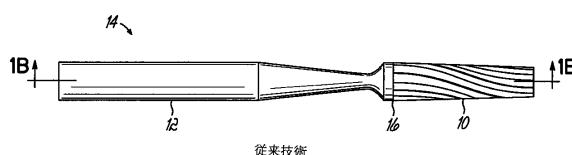


FIG. 1A

【図 1 B】

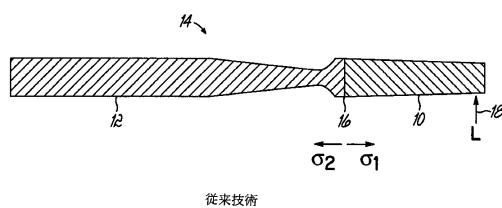


FIG. 1B

【図 2 A】

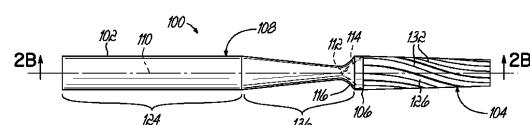


FIG. 2A

【図 2 B】

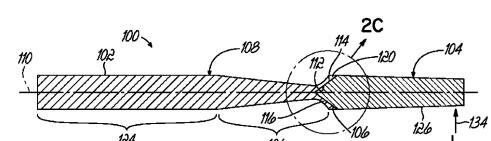
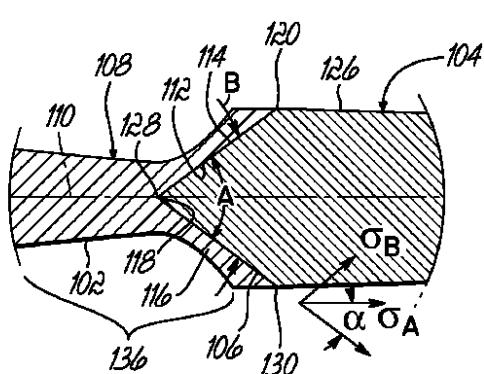


FIG. 2B

【図 2 C】



【図3】

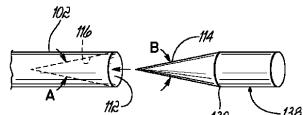


FIG. 3

【図4】

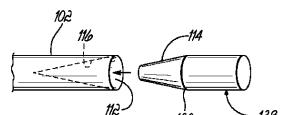


FIG. 4

【図5】

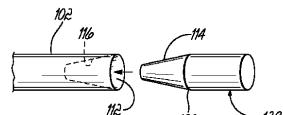


FIG. 5

【図6】

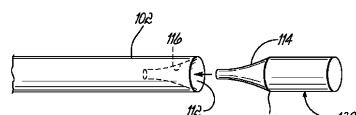


FIG. 6

【図7】

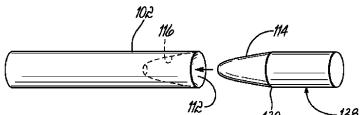


FIG. 7

【図8】

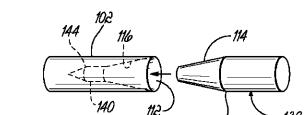


FIG. 8

【図9】

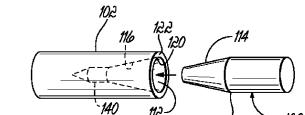


FIG. 9

【図10】

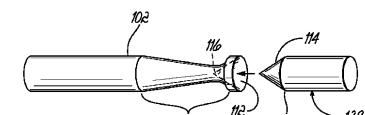


FIG. 10

【図11A】

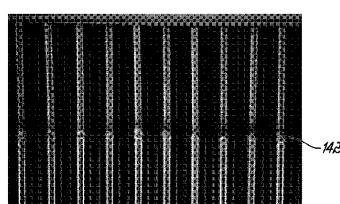


FIG. 11A

【図11B】

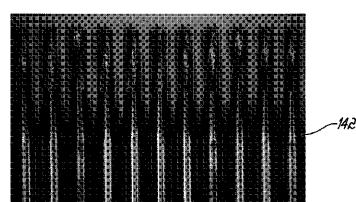


FIG. 11B

【図13】

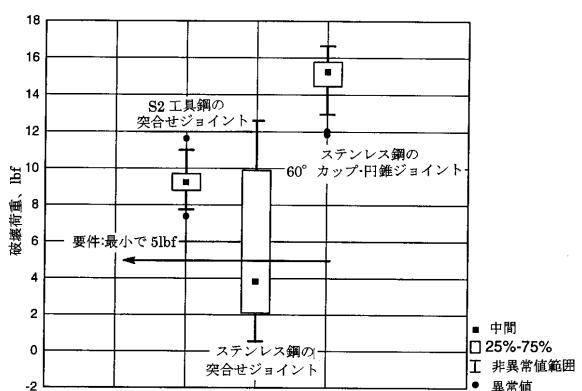
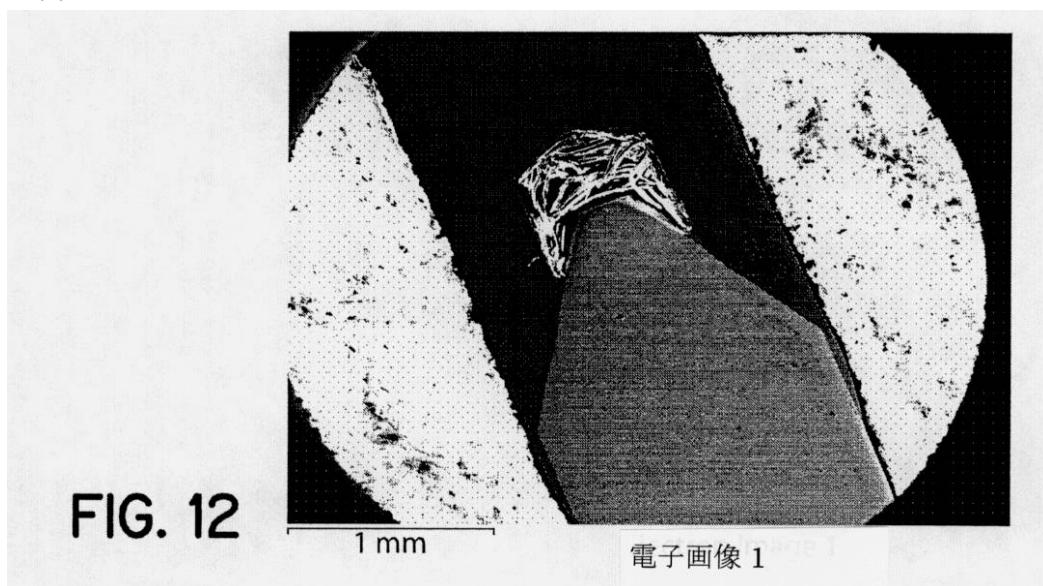


FIG. 13

【図 12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン・シュウェン・スン  
カナダ・K 1 V · 0 Y 7 · オンタリオ・オタワ・トゥーズリー・ドライブ・220

(72)発明者 アリソン・オレガリオ  
カナダ・K 2 G · 6 N 8 · オンタリオ・ネピーアン・レッドバス・ドライブ・220

(72)発明者 キース・レスリー・スチュワート  
カナダ・K 0 E · 1 E 0 · オンタリオ・カーディナル・シャンリー・ロード・アールアール1 · 3  
0 5 1

(72)発明者 サイ・ワイ・イブ  
カナダ・K 4 A · 3 J 6 · オンタリオ・オタワ・ポコノ・クレセント・595

審査官 石田 宏之

(56)参考文献 国際公開第2009/107595 (WO, A1)  
米国特許第02708853 (US, A)  
特開2003-117703 (JP, A)  
英国特許出願公開第692749 (GB, A)  
特表2001-514923 (JP, A)  
特許第5205647 (JP, B2)  
実開平2-45724 (JP, U)  
実公昭57-40967 (JP, Y2)  
特表2006-515784 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 C	3 / 02
B 23 C	5 / 10
B 23 C	5 / 20
B 23 P	11 / 02
B 23 P	15 / 34