

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5998227号  
(P5998227)

(45) 発行日 平成28年9月28日(2016.9.28)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int.Cl.	F 1		
B 23 K 1/19	(2006.01)	B 23 K	1/19 Z
B 23 K 1/00	(2006.01)	B 23 K	1/00 330Z
B 23 K 35/32	(2006.01)	B 23 K	35/32 310B
C 22 C 14/00	(2006.01)	C 22 C	14/00 Z
H 01 J 35/10	(2006.01)	H 01 J	35/10 D

請求項の数 15 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-542640 (P2014-542640)	(73) 特許権者	390040486
(86) (22) 出願日	平成24年11月22日(2012.11.22)	プランゼー エスエー	
(65) 公表番号	特表2015-506839 (P2015-506839A)	オーストリア国	6600 ロイッテ メ
(43) 公表日	平成27年3月5日(2015.3.5)	タルヴェルク	プランゼー・シュトラーセ 71
(86) 國際出願番号	PCT/AT2012/000296	(74) 代理人	100075166
(87) 國際公開番号	W02013/075155	弁理士	山口 巍
(87) 國際公開日	平成25年5月30日(2013.5.30)	(74) 代理人	100133167
審査請求日	平成27年9月14日(2015.9.14)	弁理士	山本 浩
(31) 優先権主張番号	GM640/2011	(72) 発明者	ミュラー、トーマス
(32) 優先日	平成23年11月25日(2011.11.25)		オーストリア国 アー-6604 ヘーフ エン、オーベレ プラッテ 31
(33) 優先権主張国	オーストリア(AT)	(72) 発明者	エンネモーザー、クラウス オーストリア国 アー-6610 ヴェン グレ、ウンタードルフ 30

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】耐高温性接合体の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の非金属部分(10；26)をろう付け接合層(12；28)を介してMo、Mo基合金、WまたはW基合金から成る第2の金属部分に面状に接合することによる耐高温性接合体(2；22)の製造方法において、以下の工程

A) 第1の部分(10；26)、第1のZrろう(32)および中間層(34)から成る第1の積層体をこの順序で作り、その際中間層(34)の少なくとも90原子%がTa、NbおよびWの少なくとも1つの元素から形成される、

B) 第1のろう付け工程においてこの積層体を、Zrろう(32)は溶融するが中間層(34)は溶融せずに部分接合体(38)が得られるように加熱する、

C) 部分接合体(38)、中間層(34)に境接する第2のろう(40、42)および第2の部分(6；24)から成る第2の積層体をこの順序で作り、その際第2のろう(40、42)がTi、Ti基ろう組み合わせ、V基ろう組み合わせ、ZrまたはZr基ろう組み合わせの群の厳密に1つの材料から形成され、この材料が第2の積層体において第1のZrろう(32)よりも低い温度で溶融するように選ばれる、

D) 第2のろう付け工程において第2の積層体を、第2のろう(40、42)は溶融するが第1のZrろう(32)から得られたろう付け接合は溶融しないように加熱する、を有することを特徴とする耐高温接合体の製造方法。

## 【請求項 2】

第2のろう付け工程において到達する最高炉温度が、第1のろう付け工程において到達

する最高炉温度よりも少なくとも 100 低いことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

第 1 のろう付け工程における最高炉温度が 1800 ~ 2000 の範囲にあり、第 2 のろう付け工程における最高炉温度が 1550 ~ 1720 の範囲に調整されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

第 2 のろうの材料が、第 2 の積層体において 1550 から 1680 の範囲の融点を有することを特徴とする請求項 1 から 3 の 1 つに記載の方法。

【請求項 5】

第 2 のろう (40、42) が、以下のよう、 10

- ・ Ti ろう、
- ・ Ti - V ろう組み合わせ (40、42)、
- ・ Zr ろう、または
- ・ Zr - Ti ろう組み合わせ

の厳密に 1 つから形成されることを特徴とする請求項 1 から 4 の 1 つに記載の方法。

【請求項 6】

第 2 のろうが、 12 原子 % ~ 50 原子 % の V と、残部が Ti とからなる Ti - V ろう組み合わせ (40、42) により形成されることを特徴とする請求項 1 から 5 の 1 つに記載の方法。

【請求項 7】

部分接合体 (38) の中間層 (34) の表面が、第 2 の積層体の製造前に機械加工されることを特徴とする請求項 1 から 6 の 1 つに記載の方法。

【請求項 8】

中間層 (34) の平均厚さが、 0.1 mm ~ 2 mm の範囲であることを特徴とする請求項 1 から 7 の 1 つに記載の方法。

【請求項 9】

第 1 のろう (32) の平均厚さが 80 μm から 500 μm の範囲であり、第 2 のろう (40、42) の平均厚さが 30 μm から 400 μm の範囲であることを特徴とする請求項 1 から 8 の 1 つに記載の方法。

【請求項 10】

第 1 の部分 (10；26) が C 基材料から形成され、第 2 の部分 (6；24) が Mo または Mo 基合金から形成されることを特徴とする請求項 1 から 9 の 1 つに記載の方法。

【請求項 11】

第 1 の部分が、セラミックから形成されることを特徴とする請求項 1 から 9 の 1 つに記載の方法。

【請求項 12】

第 1 の部分 (10；26) 並びに第 2 の部分 (6；24) が、それぞれ X 線陽極 (2；22) の構成部材の一部を形成することを特徴とする請求項 1 から 11 の 1 つに記載の方法。

【請求項 13】

第 1 の非金属部分 (10；26) がろう接合層 (12；28) を介して Mo、Mo 基合金、W または W 基合金から成る第 2 の金属部分 (6；24) に接合され、

その際第 1 の部分 (10；26) が、Zr ろう (32) から形成されるろう付け接合を介して少なくともコア範囲が少なくとも 90 原子 % の Ta、Nb および W の少なくとも 1 つの元素から形成される中間層 (34) に接合され、

その際中間層 (34) が、Ti ろう、Ti - V ろう組み合わせ、Zr ろうまたは Zr - Ti ろう組み合わせから形成される第 2 のろう付け接合 (40、42) を介して、第 2 の部分 (6；24) に接合されることを特徴とする耐高温性接合体。

【請求項 14】

第 2 のろう付け接合 (40；42) が、1860 を超えない再溶融温度を有する Ti ろ 50

うから形成されることを特徴とする請求項 1 3 記載の耐高温性接合体。

【請求項 1 5】

第 2 のろう付け接合が、1780 を超えない再溶融温度を有する Ti - V ろう組み合わせ (40 ; 42) から形成されることを特徴とする請求項 1 3 記載の耐高温性接合体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 の非金属部分がろう付け接合層を介して、Mo (モリブデン)、Mo 基合金、W (タンゲステン) または W 基合金からなる第 2 の金属部分に接合される耐高温性接合体の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

この種の耐高温性接合体は、特に X 線回転陽極の製造の分野において提供される必要がある。X 線回転陽極は、X 線管において X 線を発生するのに使用される。この種の X 線回転陽極を備えた X 線機器は、特に医療分野では画像診断において使用されている。使用中に電子が X 線管の陰極から放出され、焦点合わせされた電子線の形で回転中の X 線回転陽極上に向けて加速される。電子線のエネルギーの大半は、X 線回転陽極において熱に変換されるのに対し、ごく一部は X 線として反射される。X 線回転陽極の回転により、局部的な過熱に対処している。

【0003】

20

高い温度負荷のために X 線回転陽極の基材は通常は高融点材料から形成されるが、この材料はさらに熱を放散するための良好な熱伝導性を持たなければならない。さらに基材は、高温でも高い回転速度でも十分な機械的安定性を提供しなければならない。基材として好適な材料は、特にモリブデン並びにモリブデン基合金 (たとえば TZM、MHC) であり、またタンゲステンまたはタンゲステン基合金も可能である。これに関連して MHC としては、1.0 ~ 1.3 重量% の Hf (Hf = ハフニウム) 成分、0.05 ~ 0.12 重量% の C (炭素) 成分、0.06 重量% 以下の O (酸素) 成分および残りは Mo (モリブデン) 成分 (不純物を除く) を有するモリブデン合金が挙げられる。有効な熱反射性を保証するためには、X 線回転陽極の基体の背面の一部に非金属材料からなる反射体が設けられ、基体に面状に (通常はろう付けで) 接合される。反射体の好適な材料は特に黒鉛であり、これはその反射特性、耐熱性および軽量の点で優れている。X 線回転陽極が高い線出力用に設計すべきときにはまさに、高温、大きな温度勾配および (大きな回転速度による) 大きな機械的負荷のために、X 線回転陽極の基体の強度および基体と反射体との接合の安定性および長寿命性に対する特に大きな要求が課せられる。

30

【0004】

専門分野では公知のように、成形 (たとえば鍛造) により Mo、Mo 基合金 (たとえば TZM、MHC)、W、W 基合金の特に高い強度を得ることができる。これらが成形工程後にその再結晶温度以上に加熱されると、その強度は減少する (熱老化)。したがって、X 線回転陽極の製造時には基体の熱老化を最小にするため、成形工程後に過度の加熱が生じないように注意しなければならない。他方では、基体と反射体との間のろう付け接合のために高い使用温度でも十分な安定性を保証するようなろうが使用される必要がある。付加的にろう接合には、両接合パートナー間に発生する機械的応力に耐え得る、という要求も課せられる。特に、ろう接合面に作用する力成分を有するこのような機械的応力は、特に、両接合パートナーの熱膨張係数の相違、高い温度勾配および / または回転により作用する力により発生する。

40

【0005】

X 線回転陽極の分野では異なる構想も生まれているし生まれてきたが、この構想には非金属部分と Mo、Mo 基合金、W または W 基合金から成る金属部分との間に必要な面状接合に関して顕著な課題設定がある。さらに、このような面状接合に関する顕著な課題設定は X 線陽極においても一般的であり (たとえば固定陽極)、並びに一部では上述の材料か

50

ら成る耐高温性接合体でも一般的に生じている。

【0006】

特許文献1には、モリブデン合金基板と黒鉛板を接合してX線回転陽極を作る方法が記載されているが、ここでは第1工程でモリブデン合金板が黒鉛板と純金属ろうによりろう付けされ、第2工程でメッキされた黒鉛裏地が特殊なろう合金の使用下にモリブデン合金基板とろう付けされる。好適なろう合金としては、特にTi-Cr-Be合金(チタン・クロム・ベリリウム合金)並びにTi-Si合金(チタン・けい素合金)が記載されている。

【0007】

特許文献2には、X線陽極の製造方法が記載されており、ここではモリブデンまたはモリブデン合金から成る基材から出発して炭素基材に向かってNb-Ti合金を有する第1のろう付け層、NbまたはNb合金を有する第2のろう付け層およびZrを有する第3のろう付け層が積層され、これらの積層体が一工程において1730～1900の範囲の温度でろう付けされる。特許文献3には、別のX線陽極の製造方法が記載されており、ここではモリブデンまたはモリブデン合金から成る基材から出発して黒鉛基材に向かってTa-Ti合金から成る第1のろう付け層、TaまたはTa合金から成る第2のろう付け層およびZrから成る第3のろう付け層が積層され、これらの積層が一工程において、1750～1900の範囲の温度でろう付けされる。特許文献2でも特許文献3でも、ZrおよびMoの拡散を回避するためにそれぞれ第2のろう付け層が設けられている。第1のろう付け層では、第2のろう付け層(NbもしくはTa)の材料がTiに合金化され、第1のろう付け層の融点を第2のろう付け層の比較的高い融点と純Tiの比較的低い融点との間に調整している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願公開第2002/0085678号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2011/0103553号明細書

【特許文献3】特開2010-140879号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

したがって本発明の課題は、第1の非金属部分をろう付け接合を介してMo、Mo基合金、WまたはW基合金から成る第2の金属部分に接合し、一方では金属部分の熱老化を大幅に回避し他方ではろう付け接合が両部分間の高い温度、高い温度勾配および高い機械的応力に耐えることのできる耐高温性接合体およびそのような耐高温性接合体の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この課題は、請求項1に記載の方法および請求項13に記載の耐高温性接合体により解決される。本発明の有利な実施態様は従属請求項に提示されている。

【0011】

本発明によれば、第1の非金属部分をろう付け接合層を介してMo(Mo=モリブデン)、Mo基合金、W(W=タンゲステン)またはW基合金から成る第2の金属部分との面状接合による耐高温性接合体の製造方法が提供される。この方法は、以下の工程、

A) 第1の部分、第1のZr(Zr=ジルコニウム)ろうおよび中間層から成る第1の積層体をこの順序で作り、その際中間層はTa(Ta=タンタル)、Nb(Nb=ニオビウム)および/またはWの少なくとも1つの元素の少なくとも90原子%で形成される、

B) 第1の積層体を第1のろう付け工程において、Zrろうは溶融するが中間層は溶融しないようにして部分接合体が得られるように、加熱する、

C) 部分接合体、中間層に境接する第2のろうおよび第2の部分から成る第2の積層体を

10

20

30

40

50

この順序で作り、その際第2のろうはT i、T i基ろう組み合わせ、V基ろう組み合わせ、Z rまたはZ r基ろう組み合わせの群の厳密に1つの材料から形成され、この材料が第2の積層体において第1のZ rろうよりも低い温度で溶融する。

D) 第2の積層体を第2のろう付け工程において、第2のろうは溶融するが第1のZ rろうから得られたろう付け接合は溶融しないように、加熱する、  
を有する。

#### 【0012】

本発明は、さらにこのような本発明方法により製造された耐高温性接合体に関する。本発明方法では、さらに以下に述べる実施形態および発展形態の1つまたは多数も実現可能である。

10

#### 【0013】

第1のZ rろうの使用により、特に炭素基材料（たとえば黒鉛）から形成される第1の非金属部分における良好な支持が達成される。上述のT a、N bおよび/またはWの材料から成る中間層は高い融点を有するので両ろう付け工程では溶融しないので、中間層を介しての元素の拡散を効果的に防ぐ。特に第1の部分が炭素基材料から形成される場合には、（たとえばMoまたはMo合金から成る）第2の金属部分への炭素の拡散が回避される。さらに中間層により、第2の金属部分がMoまたはMo基合金から形成されている限り、拡散による第1のZ rろうからのZ rと第2の部分からのMoとの混合が生じて共融混合物が形成されることが回避される。比較的低い融点を有するこのような共融混合物の形成は特に高い使用温度用に設定される接合体では望ましくない。

20

#### 【0014】

第2のろうとして、第2の積層体において第1のろうよりも低い温度で溶融する材料が選ばれることにより、第2のろう付け工程は、第1のろう付け工程よりも低い温度で実施することができる。第2のろうに要求されるろう材は（単独でまたはこれに境接する第2の部分との組み合わせで）低い溶融温度を有し、特に中間層と第2の金属部分との耐負荷性の接合の形成に好適である。第2の金属部分は、第2のろう付け工程を実施する場合にのみ（比較的低い温度に）加熱されるので、第2の部分の熱老化は大幅に避けられる。これは特に、第2の部分および/またはこれに固く接合された部分が成形材料から成るときに特に有利である。

30

#### 【0015】

さらに本発明による方法は、3層の（または場合によってはさらに多層の）ろう付け接合層により、第1と第2の部分の間に生じる応力を効果的に相殺する接合が作られるので有利である。この相殺効果は、特に、中間層の材料としてTaおよび/またはNbを使用するときに達成される。この場合、特に中間層がTaおよび/またはNbの少なくとも90原子%、特にTa単独で少なくとも90原子%またはNb単独で少なくとも90原子%から形成されると有利である。なぜなら、この両材料では中間層は使用温度で弾性の部分的に塑性の特性を有し、両部分間に生じる応力並びに境接するろう層の一部に形成される亀裂を効果的に相殺するからである。中間層は、Taおよび/またはNbの少なくとも99原子%、特に厳密に1つの元素、すなわちTa単独またはNb単独の少なくとも99原子%から形成されると有利である。Nbは、低価であり軽量の点で有利である。弾性塑性特性は、中間層が主として1つの元素からのみ成り、できるだけ高い純度で形成されると特に顕著になる。逆に、ほかの元素の添加（たとえば10原子%まで、特に5原子%まで）により中間層の大きな強度を所期通りに調整することができる。W（すなわち少なくとも90原子%、特に少なくとも99原子%）から成る中間層が使用されると、この中間層は効果的な拡散バリアを形成し、高い使用温度でも殆ど維持される大きな強度を示す。

40

#### 【0016】

冒頭に述べたように、本発明方法はX線回転陽極の製造の枠内においてMo、Mo基合金（特にTZMまたはMHC）、WまたはW基合金から成る金属基体と、特に黒鉛から形成される非金属部分との接合に特に好適である。特に、TZM（または場合によってはたとえばMHCなどのほかのMo基合金）から成る基体と黒鉛から成る反射体との接合に好

50

適である。過去においてまた将来的な発展においてX線回転陽極の分野では第1および第2の部分に対してほかの材料の組み合わせも可能である。このような組み合わせは、特に、基体および/または反射体用にほかの材料を使用する(たとえば基体用に純Mo、WまたはW基合金、反射体用に炭素繊維強化炭素または炭素繊維強化炭化けい素)ことにより、X線回転陽極のほかの部材が本発明方法により接合される(たとえばX線回転陽極の領域で)またはX線回転陽極の実現化のためのほかの構想が開発されることにより、生じる。ほかの構想とはたとえば、(重量の最適化の観点から)X線回転陽極の基体がC基材料(たとえば炭素繊維強化炭素)またはセラミック(たとえば炭化けい素(SiC)、窒化けい素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化アルミニウム(AlN)、炭化ほう素(B<sub>4</sub>C)、炭素繊維強化炭化けい素(C-SiC)または炭化けい素繊維強化炭化けい素(SiC-SiC)から形成され、これに焦点軌道(たとえばWまたはたとえばタンクステン・レニウム合金などのW基合金から成る)が直接ろう付けされ、その際接合用に本発明方法が適用されるような開発が考えられる。代替的に、このような非金属基体にまず金属接合部分(たとえばMoまたはたとえばTZMまたはMHCなどのMo基合金から成る)が本発明方法によりろう付けされ、接合部分に次いで焦点軌道(たとえばWまたはW基合金から成る)が載置されるようにすることもできる。さらに本発明方法は、非金属基体を別の金属接合パートナーに、たとえば所望の領域で接合するのに適用することもできる。

#### 【0017】

さらに本発明方法は一般に、実施形態によっては同様に相応する材料から成る2つの部分の耐高温接合が要求されるX線陽極(たとえば固定陽極)にも応用可能である。さらに、またX線回転陽極の分野以外においても、それぞれ負荷を受ける材料から成る2つの部分を耐高温接合により、互いに接合するため本発明の方法を適用する用途が生じている。

#### 【0018】

Mo基もしくはW基合金とは、少なくとも50原子%のMoもしくはW、特に少なくとも90原子%のMoもしくはWを有する合金を考慮している。特に、第2の金属部分はMo合金から形成され、その際TZMはX線回転陽極の分野において特に実績のあるMo合金である。さらに、MHCもしばしば使用される。「面状接合」は、接合すべき面が平坦であるか曲面であるかとは無関係である。「耐高温接合体」とは、ろう付け接合が特に(局部的にろう付け接合にかかる)1000-1600の範囲の温度に耐え、第1および/または第2の部分が使用中に高温を示すことのできる(たとえばX線回転陽極では焦点軌道の範囲では2500までは通常である)接合体が考慮される。

#### 【0019】

(第1並びに第2のろうにおける)Zrろうとは、主として、特に少なくとも90原子%が純Zrから成るろうが考慮される。この際注意すべきことは、通常使用されるZrろうが一般に典型的には5原子%の範囲にある比較的高い不純物もしくは添加物成分(たとえばHf; Hf=ハフニウム)を有することである。通常、たとえばHf成分は2.35原子%である。「ろう組み合わせ」とは、当該元素がすでに合金としてまたは微細混合ペースト(液状バインダー相を有する金属粉末)である場合も、並びにろう組み合わせが異なる組成の2つ以上の箔または個別層、特にそれぞれ個別元素から成る箔または個別層から形成される場合も考慮される。さらに(第1および第2の)ろうは、専門分野で公知のように、なかんずく箔、金属層(たとえばCVD、プラズマ射出などにより載置)またはペーストとして施される。第2のろうに関しては、Ti、VまたはZr基のろう組み合わせとともに、当該元素がTi、VもしくはZrを少なくとも50原子%有するろうが考慮される。第2のろうは、厳密に1つまたは最大で2つの元素から形成されると有利である(最大5原子%の成分となり得る不純物または添加物を除く)。Tiろうとは、主として特に少なくとも95原子%が純Tiから成るろうが考慮される。第2のろうとして、V基またはZr基のろう組み合わせが使用される場合には、ろう組み合わせの第2の(および好適には唯一の別の)成分はTiであると有利である。これにより、第2のろう組み合わせの比較的低い融点が達成される。第2のろうに対しては、本発明の実施態様の範囲内で第1のろうよりも低い融点を有する材料が選ばれる。これは、当業者には公知のように、

10

20

30

40

50

2成分系もしくは3成分系相図により求められる。場合によっては、第2のろうだけが第1のろうよりも高いか同じ融点を有することもでき、この場合低い融点は第2の部分への当接によって初めてもしくは場合によっては中間層への当接によっても生じるので、ろう付け中に生じる拡散により融点の低下が生じ、第2のろうは当接面の側から溶融することになる。これが生じるのはたとえば、Moにより（第2の部分から）低い溶融温度の共融混合物を形成するZrろうおよびZr基のろう組み合わせである。第2のろう付け工程中の加熱工程（工程D）では、加熱は比較的低い温度でのみおよび/または比較的短時間でのみ行われ、第2のろうだけが溶融し、第1のろうは溶融しないようとする。

#### 【0020】

第1部分および第2部分は、場合によってはそれぞれ大きな部材または部材群の一部と 10 することができる。本発明によるろう付け接合層は、厳密に3つの層（第1のろう、中間層、第2のろう）から形成される。基本的には、第1および第2の部分間に別の層を設けることも可能である。

#### 【0021】

1つの実施態様によれば、第2のろう付け工程での最大炉温度は第1のろう付け工程での最大炉温度よりも少なくとも100 低くされる。このようにすれば、第2の部分の熱老化が効果的に回避される。特に温度差が200 から400 の間の範囲であると、この有利な効果がさらに高められる。この温度差をどのような大きさにするか（もしくは各ろう付け工程における最小温度をどのように設定すべきか）は、それぞれ使用されるろうに関係する。「最大炉温度」とはこの場合、温度プロファイルの通過時に最大に達する炉温度が考慮される（通常は5 - 10分間保持される）。さらに1つの実施態様では、第1のろう付け工程で最大炉温度は1800 から2000 、特に1900 から1980 の範囲に調整され、第2のろう付け工程では最大炉温度は1550 から1720 、特に1550 から1650 の範囲に調整される。第2のろうのろう材次第では、第2のろう付け工程ではたとえば最大炉温度は1620 (+/- 10) 、場合によっては1550 (+/- 10) も可能である。この最大炉温度は所定の時間、特に3分から20分、好適には5分から10分の間保持されると有利である。通常はこの場合前提となるのは、溶融すべき各ろうがほぼこの最大炉温度に達していることである。

#### 【0022】

1つの実施態様によれば、第2のろうの材料は、第2の積層体において1550 ~ 1680 、特に1600 （たとえばTi - Vろう組み合わせ）~ 1670 （たとえばTiろう）の範囲の融点を有するように選ばれる。このようにすれば、第2のろう付け工程の温度は相応して低く選択でき、第2の部分の熱老化が避けられる。各ろうがろうの組み合わせから形成される場合には、基本的には融点は、このようなろう組み合わせがどのようなものであるか（たとえば合金、ペースト、別個の箔の形をとるかどうかなど）に関係なく、当該ろうの（相図による）組成により生じるものが規準とされる。なぜなら別個の箔として設けられる場合にも、この組成範囲がまず境界面に拡散効果により生じ、ろう組み合わせは境界面から溶融することから出発すべきであるからである。さらにろうおよびこのろうに接する材料によっては、この境界面の範囲にも拡散効果に基づき融点の低下が生じ得る。特にZrろう並びにZr基のろう組み合わせでは、Moとの組み合わせにおいて共融混合物を形成することに注意しなければならない。したがって、MoまたはMo基合金から成る部分へのろうの当接によりおよび拡散効果により、ろう単独の融点よりも低い融点（一般には共融混合物の融点）が生じる。

#### 【0023】

1つの実施態様によれば第2のろうは厳密に以下のろう、すなわち

- ・ Tiろう、
- ・ Ti - Vろう組み合わせ、
- ・ Zrろう、または
- ・ Zr - Tiろう組み合わせ

の1つにより形成される。このろう組み合わせでは、以下に詳述するように、特に低い融 50

点が達成される。これにより、第2の金属部分の熱老化は大幅に避けられる。2成分のろう組み合わせは、それぞれ液状状態において完全な溶解性を示すので、ろう付けの実施に当たっては有利である。さらにこれらのろうは、特に第2の金属部分との確実な接合に適している。このような有利な特性は、特に第2のろうがTi - Vろう組み合わせにより形成されるときに達成される。なぜなら、TiおよびVの2成分系は最小融点を示すので、純Tiの場合よりも低い融点が達成されるからである。特にTi - Vろう組み合わせは、12原子% ~ 50原子%のV成分と残りTi成分を有する。Ti - Vろう組み合わせのV成分は、特に20原子% ~ 40原子%の範囲である。Ti - Vろう組み合わせのV成分は、厳密に31原子%または31原子% (たとえば+/-4原子%) の範囲であると、2成分系の最小融点に相当するので特に有利である。

10

#### 【0024】

本発明による方法はさらに、第1の部分との中間層の接合後に中間層の(自由)表面の後加工を行うことを可能にする。1つの実施態様によれば、部分接合体の中間層の表面は第1のろう付け工程後および第2の積層体の製造前に機械的および/または化学的に加工されるが、特に機械的加工が有利である。このようにすれば、(比較的高温で実施される)第1のろう付け工程中に安定した中間層が使用できる。したがって、第1のろう付け工程に生じ得る不所望な変形またはひずみが効果的に回避される。続いて、中間層は所望の厚みまたは所望の厚みプロファイルに減少させることができる。特に、中間層により用意される局部的な均一化効果を所期通りに調整することができる。たとえば、焦点軌道の範囲では、残りの範囲よりも種々の厚みを調整することができる。代替的にまたは付加的に所望のパターンを施して、たとえば第2のろうの粘着性を高めることができる。1つの実施態様によれば、部分接合体の中間層の表面は第1のろう付け工程後および第2の積層体の製造前に機械的に加工して、少なくとも2つの異なるレベルを有するようにされる。たとえば、X線回転陽極では中間層に一定のより低いレベルの環状の凹みが加工される。レベル差は、(中間層の全体の厚さ次第では)たとえば0.2 ~ 0.8mmの範囲にすることができる。特に、少なくとも1つのレベル差の段階的形成が有利である。これにより、第2の金属部分の接合すべき面部分の相応する形状形成の際に材料結合に付加して形状的な結合も用意されるので、使用中の安定性が(特に半径方向において)さらに高められる。後者の場合、中間層と第2の金属部分との間に挿入される少なくとも1つのろう箔も相応して複数の部分ろう箔に分割されるので、中間層および第2の金属部分の各エッジへの良好なアクセスが可能となるので有利である。

20

#### 【0025】

1つの実施態様によれば、中間層の平均厚みは100μmから2000μmの範囲にある。良好な成果は特に600μmの範囲の層厚で得られたが、この範囲(+/-50μm)はコストの理由からも有利である。中間層の主成分としてNbおよび/またはTaを使用する場合、問題となる使用温度におけるそれらの弾性塑性特性に基づきこれらは比較的厚く形成し(たとえば1200μmから2000μmまでの範囲も可能である)、第1の部分と第2の部分との間に良好な補償機能を用意すると有利である。第1のろう付け工程後に中間層を加工して材料を削減するときには、上述の厚みに中間層の減少された(場合によっては平均)層厚が参考にされる。中間層の加工前に使用された層厚は特に相応して高く、たとえば350μmから3000μmまでの範囲である。第1のろう付け後に中間層の加工がおこなわれると、1000μmの範囲の(初期の)層厚において特に良好な成果が達成され、この場合、この範囲(+/-50μm)はコストの理由からも有利である。一般に(ろう付け前後の)層厚の呈示に際しては、当該層に対し垂直方向の断面(X線回転陽極では特に半径方向の断面)で測定した厚さが参考にされる。当該断面内の経過上の層厚が変化すると、これは平均化され、このため断面に沿った層経過上に均等に分布された多数の測定点の算術平均が利用される。

30

#### 【0026】

1つの実施態様によれば、第1のろうの平均厚さは80μmから500μmの範囲にあり、250μm(+/-50μm)の範囲の厚さが特に好適である。1つの実施態様によ

40

50

れば、第2のろうの平均厚さは30μmから400μmまでの範囲であり、180μm(+/-50μm)の範囲の厚さが特に好適である。この場合、ろうの工程前の厚さが参酌される(少なくともそれぞれ純ろう材から成る箔または被層が使用される場合に対して)が、ペーストの場合には(組成に応じて)若干高い層厚が生じ得る。ろう付け工程後に、少なくとも境界面の範囲では拡散効果が発生する。

#### 【0027】

1つの実施態様によれば、第1の部分はC基材料から形成される。好適な材料は特に黒鉛または炭素繊維強化炭素(CFC英語=carbon-fiber-reinforced carbon)である。1つの実施態様によれば、第1の部分はセラミックから形成される。好適なセラミックは特に炭化けい素(SiC)、窒化けい素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化アルミニウム(AlN)および炭化ほう素(B<sub>4</sub>C)である。1つの実施態様によれば、セラミックは繊維強化セラミックより形成される。好適な繊維強化セラミックはなかんずく炭素繊維強化炭化けい素(C-SiC)および炭化けい素繊維強化炭化けい素(SiC-SiC)である。さらに1つの実施態様によれば、第2の部分はMoまたはMo基合金から形成される。上述のように、これは特にX線陽極の分野で使用される材料である。特に用いられている材料は特に第1の部分に対しては黒鉛であり、第2の部分に対してはMo基合金(特にTZMまたはMHC)である。1つの実施態様によれば、第1の部分も第2の部分もそれぞれX線陽極、特にX線回転陽極の構成部材の一部を形成する。特に、(上述のように)第1の部分は反射体により、第2の部分はX線回転陽極の基体により形成される。上述のように、本発明の方法はX線回転陽極のほかの構成部材の接合にも好適である。さらに本発明方法は、X線回転陽極の別様の構想の実現に際しても、X線回転陽極またはそれに当接する構成部材の相応する部分を接合すべきときには使用することができる。

#### 【0028】

本発明はさらに、第1の非金属部分がろう付け接合層を介して、Mo、Mo基合金、WまたはW基合金から成る第2の金属部分に接合される耐高温性接合体に関する。この場合、第1の部分はZrろうから形成される第1のろう付け接合を介して、少なくともコア範囲において少なくとも90原子%がTa、Nbおよび/またはWの少なくとも1つの元素からなる中間層に接合される。同様に中間層は、Tiろう、Ti-Vろう組み合わせ、ZrろうまたはZr-Tiろう組み合わせから形成される第2のろう付け接合を介して第2の部分に接合される。本発明による耐高温性接合体では、本発明方法とほぼ同じ利点が達成される。上述のように、特に上述のろう材料(Tiろう、Ti-Vろう組み合わせ、Zrろう、Zr-Tiろう組み合わせ)は、それらの低い融点に基づいて第2のろう付け接合を実現するために比較的低いろう付け温度を必要とすることを可能にする。したがって、(ろう付け法が2段階で実施される限り)金属部分の熱老化は大幅に回避される。特に金属部分は接合体内において、強度が第2のろう付け工程中に減少しないかごくわずかに減少するだけなので、高い強度を示す。さらに、本発明による接合体の第2の部分が第2のろう付け工程中の低いろう付け温度のために高い平均曲げ破壊強度を示し、さらに(曲げ破壊強度の値の)分布の統計的幅がZrろうの溶融に必要な最大(より高い)ろう付け温度での統一的なろう付け工程の実施の場合より狭い、という第2の部分の統計的評価が生じる。曲げ破壊強度の高い値も狭い分布曲線も特に、生産の枠内において接合体内での第2の金属部分の所望の比較的高い強度が求められるときには有利である。

#### 【0029】

各ろう接合が上述のろうの1つから形成される特徴とともに、ろうがそれぞれの部分と中間層との間の接合を形成するため専ら上述のろう材料から形成される態様が参考にされる。しかし、ろう付け中に拡散が生じ、したがってろう付け層内に(各ろう付け工程後)特に中間層からの材料と各部分からの材料とが含まれることも考慮しなければならない。さらに、第1および/または第2の部分および/または中間層に、たとえば拡散バリアまたは各部分の保護として役立つ皮膜(たとえばCVD皮膜、PVD皮膜、プラズマ射出皮膜)を設けるようにすることもできる。しかし有利なのは、ろうがそれぞれ第1および/または第2の部分ならびに中間層の基材に直接境接することである。

10

20

30

40

50

## 【0030】

特に、TiろうおよびTi-Vろう組み合わせを使用する場合および部分的に一般にTi基ろう組み合わせにおいても、これらが比較的低い融点を有するという有利な効果がある。さらに、第2のろう付け工程の実施中に接合体の（第2）積層体において、材料が境接する中間層からおよび材料が境接する第2の部分からろう付け層に拡散することが有利である。これらのろうにおいては、このような拡散は当該の材料において融点の上昇を生じさせる。その結果、（中程度の温度での）ろう付けの実施中にろう付け層の材料は第2の部分および中間層に境接する境界面から始まってろう付け層の中心に向かって凝固する。このような凝固工程の進行は、ろう付け層の形成にとって有利である。さらに、特に比較的高い使用温度での用途では、第2のろう付け接合の再溶融温度が第2の純ろうの溶融温度よりも高いので有利である。第2のろう付け温度が高ければ高いほどおよび／または期間が長ければ長いほど拡散効果は著しく高まり、したがって再溶融温度は相応してさらに高まる。第2のろう付け工程が主として比較的低い温度で実施されると、拡散効果は、たとえば特許文献2および特許文献3に記載されているような統一的なろう付け工程に比較して小さくなる。したがって、第2のろう付け工程中における比較的低い温度に帰せられる第2のろう付け接合を特徴づける1つの特徴は、それぞれ使用されるろうに対する比較的低い再溶融温度である。

10

## 【0031】

1つの実施態様によれば、第2のろう付け接合は最大1860の再溶融温度を有するTiろうから形成される。特に、再溶融温度は1740～1790の範囲にある。1つの実施態様によれば、第2のろう付け接合は1780を超えない再溶融温度を有するTi-Vろうから形成される。特に、再溶融温度は1650～1700の範囲にある。この場合、これらの値は新規状態（すなわちろう付けの実施後）における接合体に関連する。なぜなら、高温での使用に際してはさらに拡散が生じ、再溶融温度のさらなる上昇を生じる恐れがあるからである。再溶融温度を求めるために適用可能な測定方法は、以下に図を参照して説明する。

20

## 【0032】

（ろう付けされた）耐高温性接合体内の第1のろう付け接合、中間層のコア範囲および第2のろう付け接合の平均厚さに対する好適な範囲は、それぞれ第1のろう、中間層および第2のろうの平均厚さに対して上述した値に相応する。ろう付け工程の実施中に、上述の拡散効果が境界面の範囲に生じる。ろう付けされた状態における1つの層もしくは1つの部分の境界面としては特に、当該層もしくは当該部分の材料の濃度が90原子%に降低する面が選ばれる。さらに考慮すべきことは、ろうの一部がろう付け工程の実施中に縁部範囲で漏洩する恐れがあることである。したがってこのような作用は、ろう付けされた耐高温性接合体において層の一定の厚さが所望される場合には考慮しなければならない。

30

## 【0033】

本発明のさらなる利点および合目的性は添付の図面を参照して以下の実施例の説明に基づき明らかにされる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0034】

40

【図1】図1はX線回転陽極の概略横断面図である。

【図2】図2は寸法を付けた引っ張り試験片の概略図である。

【図3】図3はTi-V-Moの3元系の相図である。

【図4】図4はTi-V-Taの3元系の相図である。

【図5】図5は本発明の第1の実施形態の第1のろう付け工程を説明するための概略横断面図である。

【図6】図6は第2のろう付け工程を説明するための概略横断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0035】

図1には、X線回転陽極2の1実施形態の概略構造が示されている。X線回転陽極2は

50

、回転対称軸 4 に対し回転対称に形成されている。X 線回転陽極 2 は、相応する軸に取り付け可能な皿状の基体 6 を有している。基体 6 の蓋側には、環状の焦点軌道箔 8 が施されている。環状焦点軌道箔 8 が設けられている部分は、(平坦な円錐の)裁頭円錐形を示している。焦点軌道箔 8 は、使用中に電子線で走査される基体 6 の範囲を少なくとも覆っている。基体 6 は、裏側および焦点軌道箔 8 の対向面では反射体 10 と面状に接合されている。基体 6 は、反射体 10 とろう付け接合層 12 を介して接合され、このようにして全体が本発明による耐高温性接合体の一実施例を形成する。この実施形態では基体 6 は成形された TZM から成り、反射体 10 は黒鉛から形成される。この場合反射体 10 は、Zr ろうから成る第 1 のろう付け接合を介して純 Ta (少なくとも Ta 98 原子%) から成る中間層に接合される。中間層は、Ti - V ろう組み合わせから成る第 2 のろう付け接合を介して基体 6 に接合される。10

#### 【0036】

以下に、再溶融温度を求めるのに適用可能な測定方法を概略説明する。この場合考慮すべきことは、この測定方法により求められる再溶融温度は典型的に + / - 20 の範囲の変動を有することである。まず、ろう付けされた接合体から引っ張り試験片 14 が取り出され、その延在方向は検査すべきろう付け接合層 16 の面に対して垂直であり、ろう付け接合層 16 は中央に配置されている。引っ張り試験片 14 の主要な寸法は図 2 に示されており、ミリメータで示されている。重要な寸法値は、特に引っ張り試験片 14 の中央範囲における円形断面の直径  $d$  の 12 mm であり、これは 22 mm の長さ 1 にわたり一定である。引っ張り試験片 14 の全長  $g$  は 50 mm であり、端部側部分 18、20 は拡大された円形断面を有する。引っ張り試験を実施するための固定用に端部側部分 18、20 には外ねじが形成されており、これは 1 ピッチのメートル M 24 ねじ (すなわち外径 24 mm) により形成される。20

#### 【0037】

引っ張り試験片は加熱引っ張り炉に入れられ 90 N (N = ニュートン) の一定のバイアス力を加えられる。高温で生じる拡散効果は再溶融温度の測定結果に影響する恐れがあるので、温度は極めて迅速に 50 / min (min = 分) の加熱率で予期される再溶融温度の 50 下まで高められる。再溶融温度が 1650 と仮定すると引っ張り試験片はたとえばこの高い加熱率で 1600 の炉温度まで加熱される。引っ張り試験片の完全加熱に役立つ 10 min の保持時間後温度は 5 / min (min = 分) の十分に小さい加熱率でさらに高められる。この加熱中に、引っ張り試験片に加えられるバイアス力がいつゼロ (0 N) もしくはほぼゼロに降下するかが測定され、この時点で測定された炉温度が再溶融温度の基準値として求められる。引っ張り試験片が 60 分に亘って 1000 以上の炉温度に保持されても再溶融温度に達しなかった場合には、この引っ張り試験片での実験は中止される。なぜならそうでなければ拡散効果が測定結果に過度に影響する恐れがあるからである。このときには新しい引っ張り試験片による新しい実験が開始され、高い加熱率で相応するより高い温度値に加熱され、実験を相応に実施する。30

#### 【0038】

1000 以上の温度で高真空での温度測定は高い精度を示さない恐れがあるので、一定に測定可能な溶融温度を有する引っ張り試験片で試験装置を校正すると有利である。それゆえ、Zr ろうから形成され少なくとも一方の側が、Mo または Mo 基合金から成る部分に境接する (Zr ろう付け接合の他方の側は黒鉛部分に境接する) ただ 1 つのろう付け接合を有する (上述の寸法を有する) Zr ろう付け引っ張り試験片が、加熱引っ張り炉に入れられ上述の測定法で測定される。Zr と Mo の (確実に実現可能な) 共融混合物の形成により、1550 の溶融温度から出発する。この融点が測定により確かめられる (すなわち測定された融点は 1550 の予期される融点の + / - 25 の範囲にある) と、行われた温度測定は許容可能である。そうでなければこの予期される融点が確かめられるまで温度測定の相応する適合を実施しなければならない。代替的に、ほかの同等な校正法も加熱引っ張り炉内での正確な温度測定に使用できる。40

#### 【0039】

10

20

30

40

50

以下に図5、6を参照してX線回転陽極22により形成される本発明の接合体の製造の実施例を説明する。この実施例では、TZMから形成される基体24が黒鉛から成る反射体26とろう接合層28を介して面状に接合される。まず、黒鉛反射体26の接合すべき表面が機械加工により、パターン、特に溝パターンを施される。溝パターンは約350μmの深さを有する。続いて、黒鉛反射体26の熱衝撃洗浄および高真空焼きなましが行われる。さらに、ろう付け中の各部品の位置決めに役立つ位置決めアダプタ30が黒鉛から作られる。1mm厚のTaろう箔(少なくともTa98原子%)と0.2mm厚のZrろう箔(少なくともZr95原子%)がレーザー刃により切断され超音波洗浄にかけられる。続いて、第1の積層体を作るため黒鉛反射体26、Zrろう箔32およびTaろう箔34がこの順序で上下に被層され(図5参照)、位置決めアダプタ30が各層の位置決めに用いられる。第1の積層体は、高真空炉内で第1のろう付け工程に処せられる。この場合、第1の積層体は、まず平均加熱率が10/minから20/min(min=分)、特に15/minの加熱率で高真空下で1600に加熱される。1600で10~20分の範囲(特に15分)の保持時間が、各成分の完全加熱を保証するために設定される。続いて温度が、10/minから20/min(min=分)の範囲の加熱率、特に15/minの加熱率で最高温度1915まで高められる。1915の温度に達した後に、改めて(この温度での)保持時間が5~10分(特に8分)の範囲に設定される。その後、第1の積層体は緩慢に炉内で高真空下で室温に冷却される。これにより得られた部分接合体38が、非破壊試験(超音波試験)に供される。

【 0 0 4 0 】

図示の実施形態では、蓋側に焦点軌道箇 3 6 が設けられる基体 2 4 が機械加工され、続いて超音波洗浄に処される。この実施形態では、部分接合体 3 8 の T a 中間層も T a 中間層の所望の厚さを作るために機械加工される。続いて、部分接合体 3 8 も超音波洗浄に処せられる。第 2 のろう付け工程の準備の枠内で新しい位置決めアダプタ 3 0 が（必要とされる限り）作られる。T i - V ろう組み合わせの用意のため、0.1 mm 厚の V ろう箇（少なくとも V 9 8 原子%）と 0.25 mm 厚の T i ろう箇（少なくとも T i 9 8 原子%）がレザーブレードにより切断され、続いて超音波洗浄に処せられる。続いて第 2 の積層体を作るため部分接合体 3 8 、 T i ろう箇 4 0 、 V ろう箇 4 2 および基体 2 4 がこの順序で上下に被層され（図 6 参照）、その際各層の位置決めのため位置決めアダプタ 3 0 が用いられる。第 2 の積層体は、高真空炉内で高真空下に第 2 のろう付け工程に処せられる。この場合、第 2 の積層体はまず 20 / min ~ 40 / min (min = 分) の範囲の平均加熱率、特に 30 / min の加熱率で 1500 に加熱される。1500 で 10 ~ 20 分（特に 15 分）の範囲の保持時間が、各成分の完全加熱を保証するために設定される。続いて、10 / min から 30 / min (min = 分) の範囲の加熱率、特に 20 / min の加熱率で最高温度 1650 まで高められる。1650 の温度に達した後に、改めて（この温度での）保持時間が 5 ~ 10 分（特に 8 分）の範囲に設定される。その後、得られた接合体は緩慢に高真空炉内で高真空下で室温に冷却される。得られた接合体は、非破壊試験（超音波試験）に供される。

〔 0 0 4 1 〕

上述の製造方法は、Ta中間層の代わりに別の上述の中間層が使用される場合には相応して実施可能である。さらに、第2のろうに対してもほかの上述の材料が使用可能であり、使用材料に応じて第2の積層体内の予期される融点が評価され、それに応じて第2のろう付け工程中の最高温度が適合される。

[ 0 0 4 2 ]

第2のろうに対する特に有利な材料は、特にTiろう、Ti-Vろう組み合わせ、並びにZr-Tiろう組み合わせである。これらの材料では、以下に詳述するように特に低い融点が達成され、これは少なくとも一定の組成範囲内の上述のろう組み合わせで有效である。これにより、第2の金属部分の熱老化が大幅に回避できる。

【 0 0 4 3 】

有利な材料のグループの1つは、融資が1670 のところと最小融資が1600

で組成が V 3 1 原子%、 Ti 6 9 原子%の Ti - V ろう組み合わせである。 Ti - V ろう組み合わせの比較的低い融点はしかし V が 2 0 ~ 4 0 原子%の比較的広い組成範囲に亘り得られる。この関係は、図 3、4 に示した三元系 Ti - V - Mo (図 3) および Ti - V - Ta (図 4) の相図から見て取れる。さらに図 3、4 の相図から、当該ろう (Ti ろうもしくは Ti - V ろう組み合わせ) への Mo および / または Ta の拡散の増大とともに第 2 のろうの融点の相応する上昇が (相応して Nb 中間層においても) 生じることも明らかである。したがって、 Ti ろうおよび Ti - V ろう組み合わせは、第 2 のろう付け工程を比較的低い炉温度で実施することを可能にする。特に第 2 のろう付け工程に対しては、 1600 ~ 1720 の範囲の最大炉温度が、ろうの溶融を確実にするために融点との温度安全距離をどの程度高く選ぶ (通常は予期される融点より 50 上) かに応じて選ばれる。さらに、これらのろうは上述の拡散効果に基づき、それから得られたろう付け接合が比較的高い使用温度に耐えることを可能にする。

#### 【 0 0 4 4 】

有利な材料のほかのグループは、 Zr ろう並びに Zr - Ti ろう組み合わせである。上述の拡散効果に基づき、これらのろうが Mo または Mo 合金から成る第 2 の部分に直接境接しているときには、融点が 1550 の Zr と Mo の共融混合物が確実に形成される。 Zr - Ti ろう組み合わせが使用されると、このろう組み合わせの約 1554 の最小融点の範囲で作業が行われる。特に第 2 のろう付け工程に対しては、 1550 ~ 1630

の範囲の最大炉温度が、ろうの溶融を確実にするために融点との温度安全距離をどの程度高く選ぶ (通常は予期される融点より 50 上) かに応じて適している。したがって、これらのろうでは第 2 のろう付け工程に特に低いろう付け温度が可能となる。材料に応じて耐温度負荷は、上述の Ti ろうおよび Ti - V ろう組み合わせの場合よりも部分的に若干低くすることができる。

#### 【 0 0 4 5 】

さらに考慮すべきことは、第 2 のろうに対して 2 つのろう箔から形成された Ti - V ろう組み合わせの場合に、 Ti ろう箔が中間層に境接して形成されるのが有利であることがある。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 6 】

2	X 線回転陽極	30
4	回転対称軸	
6	基体	
8	焦点軌道箔	
10	反射体	
12	ろう付け接合層	
14	引っ張り試験片	
16	ろう付け接合層	
18	端部部分	
20	端部部分	
22	X 線回転陽極	40
24	T Z M 基体	
26	黒鉛反射体	
28	ろう付け接合層	
30	位置決めアダプタ	
32	Zr ろう箔	
34	Ti ろう箔	
36	焦点軌道箔	
38	部分接合体	
40	Ti ろう箔	
42	V ろう箔	50

【図1】

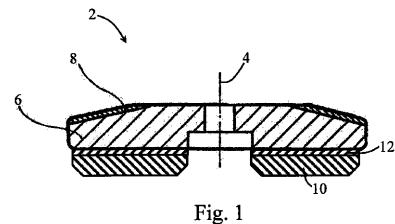


Fig. 1

【図2】

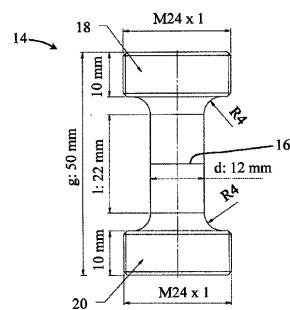


Fig. 2

【図3】

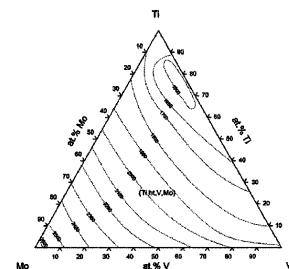


Fig. 3

【図4】

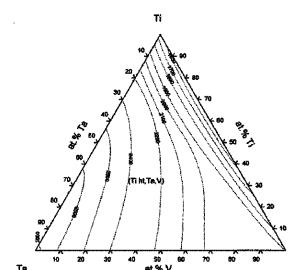


Fig. 4

【図5】

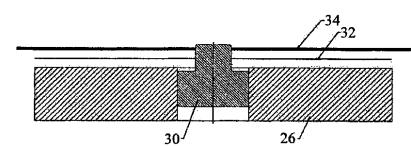


Fig. 5

【図6】

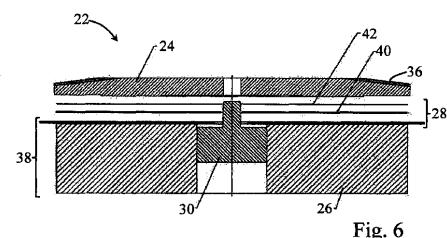


Fig. 6

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
H 01 J 9/14	(2006.01)	H 01 J 35/10 F
B 23 K 103/18	(2006.01)	H 01 J 35/10 B
		H 01 J 9/14 M
		B 23 K 103:18

(72)発明者 グラツ、ヴォルフガング  
オーストリア国 アー-6600 ロイッテ、トレンケヴェーク 10

(72)発明者 メナルト、アンドレアス  
オーストリア国 アー-6604 ヘーフェン、ザイルバーンヴェーク 7

審査官 奥隅 隆

(56)参考文献 特開平10-052753 (JP, A)  
獨国特許出願公開第1951383 (DE, A1)  
米国特許出願公開第2002/0085678 (US, A1)  
特開2010-140879 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 23 K	1 / 19
B 23 K	1 / 00
B 23 K	35 / 32
C 22 C	14 / 00
H 01 J	9 / 14
H 01 J	35 / 10
B 23 K	103 / 18