

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4302604号
(P4302604)

(45) 発行日 平成21年7月29日(2009.7.29)

(24) 登録日 平成21年5月1日(2009.5.1)

(51) Int.Cl.

F 1

C 2 2 C 14/00 (2006.01)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)
A 6 1 M 25/01 (2006.01)
A 6 1 C 7/20 (2006.01)
A 6 1 F 2/82 (2006.01)

C 2 2 C 14/00 Z
 A 6 1 B 1/00 3 1 O H
 A 6 1 M 25/00 4 5 O B
 A 6 1 C 7/00 A
 A 6 1 M 29/02

請求項の数 14 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-279094 (P2004-279094)
 (22) 出願日 平成16年9月27日(2004.9.27)
 (65) 公開番号 特開2006-89825 (P2006-89825A)
 (43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)
 審査請求日 平成17年11月8日(2005.11.8)

(73) 特許権者 000165996
 株式会社古河テクノマテリアル
 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号
 (73) 特許権者 597086058
 宮崎 修一
 茨城県つくば市松代5-5-26
 (73) 特許権者 502121959
 細田 秀樹
 神奈川県横浜市青葉区荏子田3-2-9
 (74) 代理人 100095810
 弁理士 鈴木 雄一
 (72) 発明者 田中 豊延
 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号 株
 式会社古河テクノマテリアル内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体用超弾性チタン合金

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チタンの 相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $15\text{mol}\% - 1.5x + y - 45\text{mol}\%$ (xはNb含有量、yはTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、更にZrを $1 \sim 20\text{mol}\%$ 、Moを $1 \sim 6\text{mol}\%$ 含有し、Ta、Nb、Zr及びMoの総量が $60\text{mol}\%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

【請求項2】

チタンの 相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $15\text{mol}\% - 1.5x + y - 45\text{mol}\%$ (xはNb含有量、yはTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、更にZrを $1 \sim 10\text{mol}\%$ 、Moを $1 \sim 4\text{mol}\%$ 含有し、Ta、Nb、Zr及びMoの総量が $50\text{mol}\%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

【請求項3】

チタンの 相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $15\text{mol}\% - 1.5x + y - 45\text{mol}\%$ (xはNb含有量、yはTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZrを $1 \sim 20\text{mol}\%$ 、Moを $1 \sim 6\text{mol}\%$ 含有し、Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群より1種または2種以上を合計で $1 \sim 10\text{mol}\%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびA群の総量が $60\text{mol}\%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

10

20

【請求項 4】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r を $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、M o を $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ 含有し、A l、G e、G a、I n、S n からなる A 群より 1 種または 2 種以上を合計で $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o および A 群の総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

【請求項 5】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r、M o の 1 種または 2 種を、Z r が $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、M o が $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、A l、G e、G a、I n、A u、A g、P t、P d からなる B 群より 1 種または 2 種以上を合計で $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o および B 群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

10

【請求項 6】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r、M o の 1 種または 2 種を、Z r が $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、M o が $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 14 \text{ mol} \%$ 含有し、A l、G e、G a、I n、A u、A g、P t、P d からなる B 群より 1 種または 2 種以上を合計で $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o および B 群の総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

20

【請求項 7】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r、M o の 1 種または 2 種を、Z r が $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、M o が $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、C、B、O、N、H、S i からなる C 群を合計で $0.01 \sim 1.0 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o および C 群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

30

【請求項 8】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r、M o の 1 種または 2 種を、Z r が $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、M o が $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、A l、G e、G a、I n、S n、A u、A g、P t、P d からなる B 群より 1 種または 2 種以上を合計で $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 含有し、C、B、O、N、H、S i からなる C 群を合計で $0.01 \sim 1.0 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o、B 群および C 群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

40

【請求項 9】

チタンの 相安定化元素である T a、N b の 1 種又は 2 種を、 $15 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 45 \text{ mol} \%$ (x は N b 含有量、y は T a 含有量を表す) で示される範囲で含有し、次いで Z r、M o の 1 種または 2 種を、Z r が $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、M o が $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 14 \text{ mol} \%$ 含有し、A l、G e、G a、I n、S n、A u、A g、P t、P d からなる B 群より 1 種または 2 種以上を合計で $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、C、B、O、N、H、S i からなる C 群を合計で $0.01 \sim 0.5 \text{ mol} \%$ 含有し、更に T a、N b、Z r、M o、B 群および C 群の総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 T i と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金。

【請求項 10】

50

請求項 1 乃至請求項 9 記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた医療用ガイドワイヤ。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至請求項 9 記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた歯列矯正ワイヤ。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至請求項 9 記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いたステント。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至請求項 9 記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた眼鏡部材。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至請求項 9 記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた内視鏡アクチュエーター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超弾性チタン合金に関する。特に、医療用機器などに最適な生体用超弾性チタン合金に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、超弾性特性を備えた合金材料が医療分野で用いられてきている。

例えば、Ti-Ni 系合金は強度、耐磨耗性、耐食性に優れ、生体とのなじみが良いなどの特徴を有し、生体用材料として多種多様の医療機器に利用されている。

しかし、Ti-Ni 系合金を用いた生体用材料では含有されている Ni がアレルギー症状を引き起こす恐れがあることから、生体に対して毒性やアレルギーを起す恐れのある元素を含まず、より安全な生体用材料として、Ni を含まない生体用 Ti-Nb-Sn 形状記憶合金（特許文献 1 参照）や生体用超弾性 Ti-Mo-X（X：Ga、Al、Ge）合金（特許文献 2 参照）などが提案されている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-329325 号公報

【特許文献 2】特開 2003-293058 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 及び特許文献 2 で提案される Ni を含まないチタン合金の登場により、生体内や素肌に直接触れるような利用分野において、超弾性特性や形状記憶特性を有効に活用できる製品の開発が促される。

しかしながら、医療用ガイドワイヤ、歯列矯正用ワイヤ、ステントなどの各種多様な医療機器部材や眼鏡フレーム、眼鏡ノーズパッドなどの素肌と直接に接する生活品部材として Ni を含まない前記チタン合金を利用するには、冷間加工性や超弾性特性の面で満足すべきものではなく、より高性能な材料の開発が望まれている。

そこで、本発明では優れた超弾性特性を具備すると共に、冷間加工性にも優れ生産性の良い Ni を含まない超弾性チタン合金を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 記載の発明は、チタンの相安定化元素である Ta、Nb の 1 種又は 2 種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ （ x は Nb 含有量、 y は Ta 含有量を表す）で示される範囲で含有し、更に Zr を $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、Mo を $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、Ta、Nb、Zr 及び Mo の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部 Ti と不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

【0006】

10

20

30

40

50

請求項2記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、更にZrを $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、Moを $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ 含有し、Ta、Nb、Zr及びMoの総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

【0007】

請求項3記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZrを $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、Moを $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群より1種または2種以上を合計で $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびA群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

10

【0008】

請求項4記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZrを $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、Moを $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ 含有し、Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群より1種または2種以上を合計で $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびA群の総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

【0009】

20

請求項5記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZr、Moの1種または2種を、Zrが $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、Moが $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、Al、Ge、Ga、In、Au、Ag、Pt、PdからなるB群より1種または2種以上を合計で $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびB群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

【0010】

請求項6記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZr、Moの1種または2種を、Zrが $1 \sim 10 \text{ mol} \%$ 、Moが $1 \sim 4 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 14 \text{ mol} \%$ 含有し、Al、Ge、Ga、In、Au、Ag、Pt、PdからなるB群より1種または2種以上を合計で $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびB群の総量が $50 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

30

【0011】

請求項7記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZr、Moの1種または2種を、Zrが $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、Moが $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、C、B、O、N、H、SiからなるC群を合計で $0.01 \sim 1.0 \text{ mol} \%$ 含有し、更にTa、Nb、Zr、MoおよびC群の総量が $60 \text{ mol} \%$ 以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

40

【0012】

請求項8記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、 $1.5 \text{ mol} \% \leq x + y \leq 4.5 \text{ mol} \%$ (x はNb含有量、 y はTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZr、Moの1種または2種を、Zrが $1 \sim 20 \text{ mol} \%$ 、Moが $1 \sim 6 \text{ mol} \%$ の範囲内において合計で $1 \sim 26 \text{ mol} \%$ 含有し、Al、Ge

50

、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、PdからなるB群より1種または2種以上を合計で1～10mol%含有し、C、B、O、N、H、SiからなるC群を合計で0.01～1.0mol%含有し、更にTa、Nb、Zr、Mo、B群およびC群の総量が60mol%以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

【0013】

請求項9記載の発明は、チタンの相安定化元素であるTa、Nbの1種又は2種を、15mol% $1.5x + y$ 45mol% (xはNb含有量、yはTa含有量を表す)で示される範囲で含有し、次いでZr、Moの1種または2種を、Zrが1～10mol%、Moが1～4mol%の範囲内において合計で1～14mol%含有し、Al、Ge、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、PdからなるB群より1種または2種以上を合計で1～6mol%含有し、C、B、O、N、H、SiからなるC群を合計で0.01～0.5mol%含有し、更にTa、Nb、Zr、Mo、B群およびC群の総量が50mol%以下で、残部Tiと不可避不純物とからなることを特徴とする生体用超弾性チタン合金である。

10

【0014】

請求項10記載の発明は、請求項1乃至請求項9記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた医療用ガイドワイヤである。

【0015】

請求項11記載の発明は、請求項1乃至請求項9記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた歯列矯正ワイヤである。

20

【0016】

請求項12記載の発明は、請求項1乃至請求項9記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いたステントである。

【0017】

請求項13記載の発明は、請求項1乃至請求項9記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた眼鏡部材である。

【0018】

請求項14記載の発明は、請求項1乃至請求項9記載のいずれかの生体用超弾性チタン合金を用いた内視鏡アクチュエーターである。

30

【発明の効果】

【0019】

本発明は、TiにNb、Taを単独若しくは双方を含有し、次いでZr、Moの両者若しくは単独で含むチタン合金であって、更に必要に応じてAl、Ge、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、Pd、C、B、O、N、H、Siから選択される元素を適量含むチタン合金であって、良好な超弾性特性の発現と優れた冷間加工性を有するものである。更に本発明の成分は良好な生体適合性を示す元素であること、及びNiを含まないことからアレルギーの懸念が少なく、医療機器などの生体用及び眼鏡フレームなどの肌と接触する生活用品への使用に好適なもので、工業上顕著な効果を奏するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0020】

先ず、本発明に係る合金の成分であるTa、Nb、Zr、Moは、Tiに含有されることで、チタン合金を熱弾性型マルテンサイト変態を起こすチタン合金とし、且つ相安定化元素として、相から相への変態温度を低温側に下げる働きもする。このことは、室温においてマルテンサイト変態における母相である相が安定であるチタン合金が得られることを示している。

更に、TaはTiに固溶することにより、固溶強化の役割を担い、すべり変形に対する臨界応力を高めて、すべり変形を起こしにくくして、良好な超弾性を具現化し、Zr、Taは組成の変動に対する変態温度の変動が小さく、従って、変態温度の制御がしやすく、安定した製造に寄与する。

50

【0021】

ところで、T a及びN bが、単独若しくは双方を含有する場合には、その含有量は、N b量を x 、T a量を y (x 、 y 共に、単位はmol%)とした場合に $15\text{mol}\% - 1.5x + y - 45\text{mol}\%$ で表される範囲(図1に範囲を記載)におけるT a量及びN b量を含有するもので、前記範囲外では超弾性特性が発現しなくなるか、低下してしまうことから限定したものである。

【0022】

次に、Z r量を $1 \sim 20\text{mol}\%$ と限定したのは、この範囲内では超弾性特性がより良好になるが、超えての含有は加工性を極度に低下せしめてしまうためである。特に、冷間加工性を重視する場合には、 $1 \sim 10\text{mol}\%$ が望ましい。

10

Mo量に関しても、その含有量を $1 \sim 6\text{mol}\%$ としたのは、Z rの含有と同様に、この範囲内では超弾性特性がより良好になるが、超えての含有は加工性を極度に低下せしめてしまうためである。特に、冷間加工性を重視する場合には、 $1 \sim 4\text{mol}\%$ が望ましい。

【0023】

Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群、若しくはAl、Ge、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、PdからなるB群は、1種または2種以上を含有することにより、超弾性特性を安定して良好なものとするもので、Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群は、特に 相安定化元素としての作用が大きく、 相析出物による析出硬化による超弾性特性の向上を図るもので、Inは冷間加工性を良くする働きもする。一方、Al、Ge、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、PdからなるB群において、Au、Ag、Pt、Pdは熱処理時の共析反応から Ti_3Au 、 Ti_2Ag 、 Ti_3Pt 、 Ti_4Pd などをそれぞれ析出させることで、析出硬化による超弾性特性の向上を図り、更に共析反応による緻密化した組織を生成し、安定した超弾性特性を得ることができる。又、これらの元素は生体適合性が高く、X線造影効果も高い。

20

【0024】

Al、Ge、Ga、In、SnからなるA群、Al、Ge、Ga、In、Sn、Au、Ag、Pt、PdからなるB群の合計を $1 \sim 10\text{mol}\%$ と限定したのは、この範囲内では超弾性特性がより良好になるが、超えての含有は加工性を極度に低下せしめてしまうためである。特に、冷間加工性を重視する場合には、 $1 \sim 6\text{mol}\%$ が望ましい。

30

【0025】

次に、チタン合金に含まれるC、B、O、N、H、Siは、チタン合金においては主に浸入型元素として働き、固溶硬化及び組織微細化により超弾性特性を向上させる働きを示すものである。

チタン合金に含まれるC、B、O、N、H、Siの合計を $0.01 \sim 1\text{mol}\%$ と限定したのは、この範囲内では超弾性特性をより良好にせしめるが、超えて含む場合には冷間加工性や熱間加工性を大きく損なうため、特に冷間加工性を重視する場合には $0.01 \sim 0.5\text{mol}\%$ が望ましい。

【0026】

本発明に係るチタン合金は、生体用超弾性チタン合金として、良好な超弾性特性を有しつつ、アレルギーの発生が起き難く生体適合性が高いので、医療用ガイドワイヤ、歯列矯正用ワイヤ、ステント、内視鏡のアクチュエーターなどの生体用医療器具に使用でき、更に、眼鏡フレームや眼鏡のノーズパットアームなどのような素肌と接する用途にも利用できる。

40

以下、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【実施例】

【0027】

(実施例1)

表1に示す合金組成のTi-Nb-Zr-Mo合金鑄塊を非消耗タングステン電極型アルゴンアーク溶解炉を用いて作製した。この鑄塊に熱間加工を施し、次いで 700°C 、1

50

0 分間保持の中間焼鈍及び冷間伸線加工を繰り返し行い、40%の仕上冷間加工率で仕上冷間伸線加工を行い、線径1.0mmの冷間加工材を得て供試材（冷間加工材）とした。供試材（冷間加工材）の一部は600、30分間の直線形状記憶熱処理を施して供試材（記憶材）として用いた。なお、40%の仕上冷間加工率で伸線できない線材については、20%の冷間加工率で仕上冷間伸線加工を行った。

この超弾性特性の評価は、供試材（記憶材）を用い、冷間加工性の評価には供試材（冷間加工材）を用い、その結果を表1に記した。

【0028】

超弾性特性の評価は、供試材（記憶材）をJIS H7103に基き、室温で4%の伸びを加えた後に除荷する引張試験を行い、その残留伸びを測定した。

10

【0029】

冷間加工性の評価は、供試材（冷間加工材）に700、10分保持の焼鈍を与えて、焼鈍材を作製し、この焼鈍材を破断して冷間伸線加工ができなくなるまで冷間伸線加工を続け、その最大加工率で評価した。最大加工率が40%以上の場合は冷間加工性が良好であるとして「○」で示し、最大加工率が20%を超えて40%未満の場合は冷間加工性がやや劣るとして「△」とし、それ以下の場合を「×」とした。

【0030】

【表 1】

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		N b	Z r	M o	T i		
本発明例	1	10.0	1.0	4.0	残	1.4	○
	2	10.0	10.0	4.0	残	1.0	○
	3	10.0	20.0	4.0	残	1.5	△
	4	10.0	1.0	1.0	残	1.0	○
	5	20.0	1.0	4.0	残	0.7	○
	6	20.0	1.0	6.0	残	0.6	△
	7	20.0	10.0	1.0	残	0.9	○
	8	20.0	10.0	4.0	残	0.4	○
	9	20.0	10.0	6.0	残	0.5	△
	10	20.0	20.0	1.0	残	1.2	△
	11	20.0	20.0	4.0	残	1.0	△
	12	20.0	20.0	6.0	残	1.1	△
	13	30.0	1.0	4.0	残	0.9	○
	14	30.0	10.0	4.0	残	1.2	○
	15	30.0	20.0	4.0	残	1.3	△
比較例	200	5.0	10.0	4.0	残	1.8	○
	201	40.0	1.0	4.0	残	2.3	○
	202	40.0	10.0	4.0	残	2.9	○
	203	20.0	10.0	10.0	残	—	×
	204	20.0	25.0	4.0	残	—	×

【0031】

表 1 から明らかなように、本発明例 No. 1 から No. 15 では 1.5 % 以下の小さい残留伸びを示す超弾性特性が得られ、特に Zr 量が 10 mol % 以下、Mo 量が 4 mol % 以下と少ない本発明例 No. 1、2、4、5、7、8、13、14 では冷間加工性にも優れていた。

対して、Zr 量又は Mo 量の多い比較例 No. 204、No. 203 では冷間加工性が劣り、供試材を作製できなかった。Nb 量の少ない比較例 No. 200、Nb 量の多い比較例 No. 201、No. 202 では、いずれも良好な超弾性特性が得られず形状が回復しなかった。

図 2 に本発明例 No. 8、図 3 に比較例 No. 200 の応力 - 伸び曲線を示す。

縦軸は引張応力 (MPa)、横軸は伸び (%) を示し、本発明例 No. 7 では 0.9 % の残留伸び、比較例 No. 200 では 1.8 % の残留伸びがそれぞれの図 2、図 3 中に矢印で示されている。

【0032】

(実施例 2)

表 2 に示す合金組成の T i - T a - Z r - M o 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 2 に記した。

【 0 0 3 3 】

【表 2】

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		T a	Z r	M o	T i		
本 発 明 例	16	15.0	1.0	4.0	残	1.4	○
	17	15.0	10.0	4.0	残	0.9	○
	18	15.0	20.0	4.0	残	1.4	△
	19	30.0	1.0	1.0	残	0.9	○
	20	30.0	1.0	4.0	残	0.6	○
	21	30.0	1.0	6.0	残	0.7	△
	22	30.0	10.0	1.0	残	0.5	○
	23	30.0	10.0	4.0	残	0.4	○
	24	30.0	10.0	6.0	残	0.9	△
	25	30.0	20.0	1.0	残	1.2	△
	26	30.0	20.0	4.0	残	1.4	△
	27	30.0	20.0	6.0	残	1.5	△
	28	45.0	1.0	4.0	残	1.1	○
	29	45.0	10.0	4.0	残	1.3	○
比 較 例	205	45.0	20.0	4.0	残	1.9	△
	206	10.0	10.0	4.0	残	1.8	○
	207	50.0	1.0	4.0	残	2.0	○
	208	50.0	10.0	4.0	残	2.1	△
	209	30.0	10.0	10.0	残	—	×
	210	30.0	25.0	4.0	残	—	×

【 0 0 3 4 】

表 2 から明らかなように、本発明例 No. 16 から No. 29 では超弾性特性が良好で、冷間加工性も良好であった。特に Z r 量が 10 mol % 以下、M o 量が 4 mol % 以下の本発明例 No. 16、17、19、20、22、23、28、29 では、冷間加工性に優れていた。

対して、T a 量の少ない比較例 No. 206 では、大きな残留伸びを示し満足な超弾性特性が得られず形状回復しなかった。T a 量を多く含む比較例 No. 207、No. 208、及び T a、Z r、M o の総量が 60 mol % を超える比較例 No. 205 では超弾性特性、冷間加工性共に劣っている。Z r 量又は M o 量の多い比較例 No. 210、No. 209 では、冷間加工性が悪く、供試材を作製できなかった。

【 0 0 3 5 】

(実施例 3)

表 3 に示す合金組成の T i - N b - T a - Z r - M o 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 3 に記した。

【 0 0 3 6 】

【表 3】

区分	No.	成分組成 [mol%]					残留伸び [%]	加工性
		N b	T a	Z r	M o	T i		
本発明例	30	1.0	14.0	10.0	4.0	残	1.2	○
	31	1.0	30.0	10.0	4.0	残	1.0	○
	32	1.0	43.0	10.0	4.0	残	1.4	○
	33	10.0	1.0	10.0	4.0	残	0.9	○
	34	10.0	15.0	1.0	4.0	残	0.3	○
	35	10.0	15.0	10.0	1.0	残	0.5	○
	36	10.0	15.0	10.0	4.0	残	0.4	○
	37	10.0	15.0	10.0	6.0	残	0.6	△
	38	10.0	15.0	20.0	4.0	残	0.8	△
	39	10.0	30.0	10.0	4.0	残	0.7	○
	40	20.0	1.0	10.0	4.0	残	0.9	○
	41	20.0	8.0	10.0	4.0	残	1.1	○
	42	20.0	15.0	10.0	4.0	残	1.4	○
	43	29.0	1.0	10.0	4.0	残	1.5	○
比較例	211	5.0	5.0	10.0	4.0	残	1.7	○
	212	20.0	20.0	10.0	4.0	残	2.1	○
	213	10.0	10.0	10.0	10.0	残	—	×
	214	10.0	10.0	25.0	4.0	残	—	×

【 0 0 3 7 】

表 3 から明らかなように、本発明例 N o . 3 0 から N o . 4 3 では超弾性特性が良好で、冷間加工性も優れている。

対して、N b 量と T a 量の合計が 1 5 m o l % より少ない比較例 N o . 2 1 1、その合計が 4 5 m o l % より多い比較例 N o . 2 1 2 では、残留ひずみが大きくなっているのがわかる。M o 量や Z r 量が多すぎる比較例 N o . 2 1 3、N o . 2 1 4 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【 0 0 3 8 】

(実施例 4)

表 4 に示す合金組成の T i - N b - Z r - A l 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 4 に記した。

【 0 0 3 9 】

【表 4】

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		N b	Z r	A l	T i		
本 発 明 例	44	10.0	1.0	3.0	残	1.3	○
	45	10.0	10.0	3.0	残	0.8	○
	46	10.0	20.0	3.0	残	1.4	△
	47	20.0	1.0	1.0	残	1.0	○
	48	20.0	1.0	3.0	残	0.8	○
	49	20.0	1.0	6.0	残	1.0	○
	50	20.0	1.0	10.0	残	1.2	△
	51	20.0	10.0	1.0	残	0.9	○
	52	20.0	10.0	3.0	残	0.6	○
	53	20.0	10.0	6.0	残	0.4	○
	54	20.0	10.0	10.0	残	0.7	△
	55	20.0	20.0	1.0	残	0.9	△
	56	20.0	20.0	3.0	残	0.8	△
	57	20.0	20.0	6.0	残	1.0	△
	58	20.0	20.0	10.0	残	1.3	△
	59	30.0	1.0	3.0	残	1.1	○
	60	30.0	10.0	3.0	残	1.0	○
	61	30.0	20.0	3.0	残	1.3	△
比 較 例	215	5.0	10.0	3.0	残	1.9	○
	216	40.0	1.0	3.0	残	2.1	○
	217	40.0	10.0	3.0	残	2.5	○
	218	20.0	10.0	15.0	残	—	×
	219	20.0	25.0	3.0	残	—	×

【 0 0 4 0 】

表 4 から明らかなように、本発明例の No. 44 から No. 61 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、Nb 量が少なすぎる比較例 No. 215、Nb 量が多すぎる比較例 No. 216、No. 217 では超弾性特性が大きく低下した。Al 量、Zr 量の多すぎる比較例 No. 218、No. 219 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【 0 0 4 1 】

(実施例 5)

表 5 に示す合金組成の Ti - Nb - Zr - Mo - Sn 合金の供試材を実施例 1 と同じ方

10

20

30

40

50

法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 5 に記した。

【 0 0 4 2 】

【表 5】

区分	No.	成分組成 [mol%]					残留伸び [%]	加工性
		N b	Z r	M o	S n	T i		
本 発 明 例	62	10.0	1.0	4.0	3.0	残	1.3	○
	63	10.0	10.0	4.0	3.0	残	0.7	○
	64	10.0	20.0	4.0	3.0	残	1.4	△
	65	20.0	1.0	1.0	3.0	残	1.1	○
	66	20.0	1.0	4.0	3.0	残	0.9	○
	67	20.0	1.0	6.0	3.0	残	1.0	△
	68	20.0	10.0	1.0	3.0	残	0.7	○
	69	20.0	10.0	4.0	1.0	残	0.6	○
	70	20.0	10.0	4.0	3.0	残	0.3	○
	71	20.0	10.0	4.0	6.0	残	0.5	○
	72	20.0	10.0	4.0	10.0	残	0.8	△
	73	20.0	10.0	6.0	3.0	残	0.7	△
	74	20.0	20.0	1.0	3.0	残	0.9	△
	75	20.0	20.0	4.0	3.0	残	0.8	△
	76	20.0	20.0	6.0	3.0	残	1.0	△
	77	30.0	1.0	4.0	3.0	残	1.3	○
	78	30.0	10.0	4.0	3.0	残	1.2	○
	79	30.0	20.0	4.0	3.0	残	1.5	△
比 較 例	220	30.0	20.0	4.0	10.0	残	—	×
	221	5.0	10.0	4.0	3.0	残	1.9	○
	222	40.0	1.0	4.0	3.0	残	2.4	○
	223	40.0	10.0	4.0	3.0	残	2.8	○
	224	20.0	10.0	4.0	15.0	残	—	×
	225	20.0	10.0	10.0	3.0	残	—	×
	226	20.0	25.0	4.0	3.0	残	—	×

【 0 0 4 3 】

表 5 から明らかなように、本発明例の No. 62 から No. 79 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、Nb 量が少なすぎる比較例 No. 221、Nb 量が多すぎる比較例 No. 222、No. 223 では超弾性特性が大きく低下した。Sn 量、Mo 量、Zr 量の多すぎる比較例 No. 220、No. 224、No. 225、No. 226 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

(実施例 6)

表 6 に示す合金組成の T i - N b - T a - Z r - A l 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 6 に記した。

【 0 0 4 5 】

【 表 6 】

区分	No.	成分組成 [mol%]					残留伸び [%]	加工性
		N b	T a	Z r	A l	T i		
本発明例	80	1.0	14.0	10.0	3.0	残	1.3	○
	81	1.0	30.0	10.0	3.0	残	0.7	○
	82	1.0	43.0	10.0	3.0	残	1.2	○
	83	1.0	1.0	10.0	3.0	残	0.6	○
	84	10.0	15.0	1.0	3.0	残	0.5	○
	85	10.0	15.0	10.0	1.0	残	0.6	○
	86	10.0	15.0	10.0	3.0	残	0.4	○
	87	10.0	15.0	10.0	6.0	残	0.5	○
	88	10.0	15.0	10.0	10.0	残	0.8	△
	89	10.0	15.0	20.0	3.0	残	1.0	△
	90	10.0	30.0	10.0	3.0	残	0.8	○
	91	10.0	1.0	10.0	3.0	残	0.4	○
	92	20.0	8.0	10.0	3.0	残	0.9	○
	93	20.0	15.0	10.0	3.0	残	1.2	○
	94	29.0	1.0	10.0	3.0	残	1.3	○
比較例	227	5.0	5.0	10.0	3.0	残	1.8	○
	228	20.0	20.0	10.0	3.0	残	2.7	○
	229	10.0	10.0	10.0	15.0	残	—	×
	230	10.0	10.0	25.0	3.0	残	—	×

【 0 0 4 6 】

表 6 から明らかなように、本発明例の N o . 8 0 から N o . 9 4 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、N b 量と T a 量の合計が少なすぎる比較例 N o . 2 2 7、N b 量と T a 量が多すぎる比較例 N o . 2 2 8 では超弾性特性が大きく低下した。A l 量、Z r 量の多すぎる比較例 N o . 2 2 9、N o . 2 3 0 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【 0 0 4 7 】

(実施例 7)

表 7 に示す合金組成の T i - N b - M o - A u 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 7 に記した。

【 0 0 4 8 】

【表 7】

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		N b	M o	A u	T i		
本 発 明 例	95	10.0	1.0	3.0	残	1.4	○
	96	10.0	4.0	3.0	残	0.8	○
	97	10.0	6.0	3.0	残	1.2	△
	98	20.0	1.0	1.0	残	1.0	○
	99	20.0	1.0	3.0	残	0.5	○
	100	20.0	1.0	6.0	残	0.4	○
	101	20.0	1.0	10.0	残	1.2	△
	102	20.0	4.0	1.0	残	0.4	○
	103	20.0	4.0	3.0	残	0.3	○
	104	20.0	4.0	6.0	残	0.5	○
	105	20.0	4.0	10.0	残	0.9	△
	106	20.0	6.0	1.0	残	0.8	△
	107	20.0	6.0	3.0	残	0.9	△
	108	20.0	6.0	6.0	残	0.9	△
	109	20.0	6.0	10.0	残	1.2	△
	110	30.0	1.0	3.0	残	1.3	○
	111	30.0	4.0	3.0	残	1.4	○
	112	30.0	6.0	3.0	残	1.4	△
比 較 例	231	5.0	4.0	3.0	残	1.8	○
	232	40.0	4.0	3.0	残	2.3	○
	233	20.0	4.0	15.0	残	—	×
	234	20.0	10.0	3.0	残	—	×

【0049】

表 7 から明らかなように、本発明例の No. 95 から No. 112 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、Nb 量が少なすぎる比較例 No. 231、Nb 量が多すぎる比較例 No. 232 では超弾性特性が大きく低下した。Au 量、Mo 量の多すぎる比較例 No. 233、No. 234 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【0050】

(実施例 8)

表 8 に示す合金組成の Ti - Nb - Mo - Al - Au 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 8 に記した。

【 0 0 5 1 】

【 表 8 】

区 分	No.	成分組成 [mol%]					残留伸び [%]	加工性
		N b	M o	A l	A u	T i		
本 発 明 例	113	10.0	1.0	2.0	2.0	残	1.3	○
	114	10.0	4.0	2.0	2.0	残	0.6	○
	115	10.0	6.0	2.0	2.0	残	1.4	△
	116	20.0	1.0	1.0	2.0	残	1.0	○
	117	20.0	1.0	4.0	2.0	残	0.5	○
	118	20.0	1.0	8.0	2.0	残	1.2	△
	119	20.0	4.0	1.0	1.0	残	0.6	○
	120	20.0	4.0	1.0	5.0	残	0.4	○
	121	20.0	4.0	1.0	9.0	残	0.7	△
	122	20.0	4.0	3.0	1.0	残	0.4	○
	123	20.0	4.0	3.0	3.0	残	0.6	○
	124	20.0	4.0	3.0	7.0	残	0.9	△
	125	20.0	4.0	5.0	1.0	残	0.7	○
	126	20.0	4.0	5.0	5.0	残	1.0	△
	127	20.0	4.0	7.0	3.0	残	0.6	△
	128	20.0	4.0	9.0	1.0	残	0.9	△
	129	20.0	6.0	1.0	2.0	残	0.8	△
	130	20.0	6.0	4.0	2.0	残	1.2	△
	131	20.0	6.0	8.0	2.0	残	1.3	△
	132	30.0	1.0	2.0	2.0	残	1.3	○
	133	30.0	4.0	2.0	2.0	残	1.4	○
	134	30.0	6.0	2.0	2.0	残	1.3	△
比 較 例	235	5.0	4.0	2.0	2.0	残	1.9	○
	236	40.0	4.0	2.0	2.0	残	2.0	○
	237	20.0	3.0	1.0	12.0	残	—	×
	238	20.0	3.0	7.0	7.0	残	—	×
	239	20.0	3.0	12.0	1.0	残	—	×
	240	20.0	10.0	2.0	2.0	残	—	×

【 0 0 5 2 】

表 8 から明らかなように、本発明例の No. 113 から No. 134 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、Nb 量が少なすぎる比較例 No. 235、Nb 量が多すぎる比較例 No. 236 では超弾性特性が大きく低下した。Au 量、Al 量、Mo 量の多すぎる比較例 No. 2

10

20

30

40

50

37、No. 239、No. 240、及びAl量とAu量の合計が多い比較例No. 238では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【0053】

(実施例9)

表9に示す合金組成のTi-Nb-Mo-C合金の供試材を実施例1と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例1で示した評価方法で行い、その結果を表9に記した。

【0054】

【表 9】

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		N b	M o	C	T i		
本発明例	135	10.0	1.0	0.05	残	1.4	○
	136	10.0	4.0	0.05	残	1.2	○
	137	10.0	6.0	0.05	残	1.5	△
	138	20.0	1.0	0.01	残	0.9	○
	139	20.0	1.0	0.05	残	0.7	○
	140	20.0	1.0	0.1	残	0.6	○
	141	20.0	1.0	0.5	残	0.7	○
	142	20.0	1.0	1.0	残	0.7	△
	143	20.0	4.0	0.01	残	0.5	○
	144	20.0	4.0	0.05	残	0.4	○
	145	20.0	4.0	0.1	残	0.4	○
	146	20.0	4.0	0.5	残	0.4	○
	147	20.0	4.0	1.0	残	0.4	△
	148	20.0	6.0	0.01	残	0.7	△
	149	20.0	6.0	0.05	残	0.6	△
	150	20.0	6.0	0.1	残	0.6	△
	151	20.0	6.0	0.5	残	0.6	△
	152	20.0	6.0	1.0	残	0.6	○
比較例	241	5.0	3.0	0.05	残	2.1	○
	242	40.0	3.0	0.05	残	2.3	○
	243	20.0	3.0	1.5	残	—	×
	244	20.0	10.0	0.05	残	—	×

【 0 0 5 5 】

表 9 から明らかなように、本発明例の No. 135 から No. 155 では超弾性特性が良好で形状が回復した。

対して、Nb 量が少なすぎる比較例 No. 241、Nb 量が多すぎる比較例 No. 242 では超弾性特性が大きく低下した。Mo 量の多すぎる比較例 No. 244 や C 量の多すぎる比較例 No. 243 では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

(実施例 1 0)

表 1 0 に示す合金組成の T i - N b - M o - A l - B 合金の供試材を実施例 1 と同じ方法により作製し、超弾性特性及び冷間加工性を同じく実施例 1 で示した評価方法で行い、その結果を表 1 0 に記した。

【 0 0 5 7 】

【 表 1 0 】

区分	No.	成分組成 [mol%]					残留伸び [%]	加工性
		N b	M o	A l	B	T i		
本 発 明 例	156	10.0	1.0	3.0	0.05	残	1.2	○
	157	10.0	4.0	3.0	0.05	残	0.7	○
	158	10.0	6.0	3.0	0.05	残	1.4	△
	159	20.0	1.0	1.0	0.05	残	0.9	○
	160	20.0	1.0	3.0	0.05	残	0.5	○
	161	20.0	1.0	6.0	0.05	残	0.3	○
	162	20.0	1.0	10.0	0.05	残	0.8	△
	163	20.0	4.0	1.0	0.05	残	0.7	○
	164	20.0	4.0	3.0	0.01	残	0.4	○
	165	20.0	4.0	3.0	0.05	残	0.3	○
	166	20.0	4.0	3.0	0.1	残	0.4	○
	167	20.0	4.0	3.0	0.5	残	0.4	○
	168	20.0	4.0	3.0	1.0	残	0.4	△
	169	20.0	4.0	6.0	0.05	残	0.5	○
	170	20.0	4.0	10.0	0.05	残	0.9	△
	171	20.0	6.0	1.0	0.05	残	0.7	△
	172	20.0	6.0	3.0	0.05	残	0.6	△
	173	20.0	6.0	6.0	0.05	残	0.8	△
	174	20.0	6.0	10.0	0.05	残	1.1	△
	175	30.0	1.0	3.0	0.05	残	1.3	○
比 較 例	176	30.0	4.0	3.0	0.05	残	1.4	○
	177	30.0	6.0	3.0	0.05	残	1.3	△
	245	5.0	4.0	3.0	0.05	残	1.7	○
	246	40.0	4.0	3.0	0.05	残	2.2	○
	247	20.0	4.0	3.0	1.5	残	—	×
	248	20.0	4.0	15.0	0.05	残	—	×
	249	20.0	10.0	3.0	0.05	残	—	×

【 0 0 5 8 】

表 1 0 から明らかなように、本発明例の N o . 1 5 6 から N o . 1 7 7 では超弾性特

10

20

30

40

50

性が良好で形状が回復した。

対して、Nb量が少なすぎる比較例No. 245、Nb量が多すぎる比較例No. 246では超弾性特性が大きく低下した。Al量、Mo量の多すぎる比較例No. 248、No. 249及びB量の多い比較例No. 247では、冷間加工性が悪く試料が作製できず、超弾性特性の評価ができなかった。

【0059】

(実施例11)

非消耗タングステン電極型アルゴンアーク溶解炉を用いて作製したTi-15mol%Nb-2mol%Zr-3mol%Mo合金鑄塊に熱間加工を施し、次いで700℃、10分間保持の中間焼鈍及び冷間伸線加工を繰り返し行い、40%の仕上冷間加工率で仕上冷間伸線加工して線径0.5mmの冷間加工材を得た。この冷間加工材に600℃、30分間の直線形状記憶熱処理を施し、医療用ガイドワイヤ線材、歯列矯正ワイヤ線材、直線アクチュエーター線材を作製し、実施例1で用いた方法で測定した超弾性特性を表11に記した。なお、医療用ガイドワイヤ用線材に関しては、図4の方法によりトルク伝達性を測定し、併せて表11に記した。

【0060】

トルク伝達性は、パイプ中の線材の一端に所定条件の捻りを付与した時の他端の追従角度で、具体的には図4に示す直径12.7mmのループ状にしたポリエチレンチューブ5(内径3mm、外径4mm)に通した供試材1の一端を90°ねじった時の他端の追従角度を測定して求めた。追従角度が85°以上の場合を「○」、85°~80°の場合を「△」、80°~75°の場合を「◇」とし、75°未満を「×」で評価した。

図4において、6aは駆動側ロータリーエンコーダー、6bは追従側ロータリーエンコーダー、7は駆動部を表す。

【0061】

(実施例12)

Ti-10mol%Nb-15.0mol%Ta-1.0mol%Zr-4.0mol%Mo合金を実施例11と同様の方法により直線形状記憶処理を施した線径2.0mmの眼鏡フレーム用線材を作製し、その超弾性特性を実施例1と同様の方法で測定し、その結果を表11に併せて記した。

【0062】

【表11】

区分	品名	線径 [mm]	残留伸び [%]	加工性	トルク 伝達性
本 発 明 例	医療用ガイドワイヤ線材	0.5	0.4	○	◎
	歯列矯正ワイヤ線材	0.5	0.3	○	—
	直線アクチュエーター線材	0.5	0.3	○	—
	眼鏡フレーム	2.0	0.4	○	—

【0063】

表11から判るように、本発明に係るTi合金は、医療用ガイドワイヤ、歯列矯正ワイヤ、直線アクチュエーター、眼鏡フレーム、眼鏡ノーズパッドアームなどの優れた超弾性特性を要求する用途に使用するのに十分な超弾性特性並びに冷間加工性を備えている。

【0064】

(実施例13)

実施例11及び実施例12で作製した医療用ガイドワイヤ線材、歯列矯正ワイヤ線材、眼鏡フレーム用線材を用い、それぞれ医療用ガイドワイヤ及び歯列矯正ワイヤ、眼鏡フレームを作製して試験したところ、従来製品のものと同様に使用することができた。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 5 】

【図 1】 T a 量と N b 量の関係を示す説明図である。

【図 2】 本発明例 N o . 8 合金の室温状態における応力 - 伸び曲線である。

【図 3】 比較例 N o . 2 0 0 合金の室温状態における応力 - 伸び曲線である。

【図 4】 トルク伝達性の測定方法の説明図である。

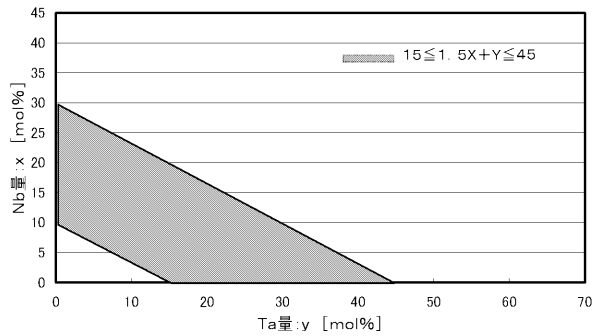
【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

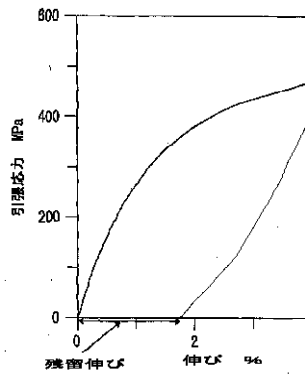
- 1 供試材
- 2 ステンレス鋼製丸棒
- 5 ポリエチレンチューブ
- 6 a 駆動側ロータリーエンコーダー
- 6 b 追従側ロータリーエンコーダー
- 7 駆動部

10

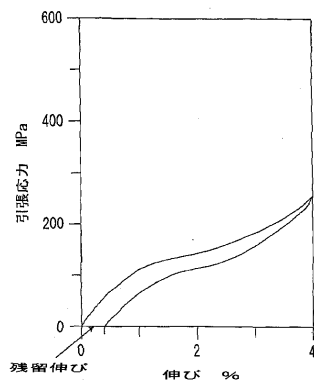
【 図 1 】



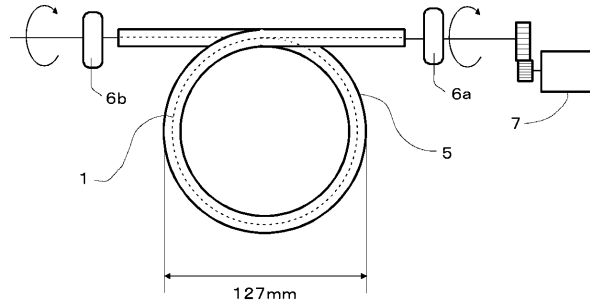
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 C 5/14 (2006.01) G 0 2 C 5/14

- (72)発明者 堀川 宏
 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号 株式会社古河テクノマテリアル内
- (72)発明者 宮崎 修一
 茨城県つくば市松代5-5-26
- (72)発明者 細田 秀樹
 神奈川県横浜市青葉区藤が丘2-41-21-204
- (72)発明者 金 熙榮
 茨城県つくば市並木2丁目304-206
- (72)発明者 金 宰逸
 茨城県つくば市二の宮1-6-2 二の宮ハウス4105

審査官 河野 一夫

- (56)参考文献 特開2003-003225(JP,A)
 特開2002-180168(JP,A)
 特開2004-083951(JP,A)
 特開2005-113227(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 1 / 0 0 - 4 9 / 1 4
 A 6 1 B 1 / 0 0
 A 6 1 C 7 / 2 0
 A 6 1 F 2 / 8 2
 A 6 1 M 2 5 / 0 1
 G 0 2 C 5 / 1 4

专利名称(译)	用于生物体的超弹性钛合金		
公开(公告)号	JP4302604B2	公开(公告)日	2009-07-29
申请号	JP2004279094	申请日	2004-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	古河科技材料株式会社		
申请(专利权)人(译)	古河化工技术材料 宫崎修一 细田秀树		
当前申请(专利权)人(译)	古河化工技术材料 宫崎修一 细田秀树		
[标]发明人	田中豊延 堀川宏 宫崎修一 細田秀樹 金熙榮 金宰逸		
发明人	田中 豊延 堀川 宏 宮崎 修一 細田 秀樹 金 熙榮 金 宰逸		
IPC分类号	C22C14/00 A61B1/00 A61M25/01 A61C7/20 A61F2/82 G02C5/14 A61C7/12 A61M25/09 A61M29/02		
FI分类号	C22C14/00.Z A61B1/00.310.H A61M25/00.450.B A61C7/00.A A61M29/02 G02C5/14 A61B1/005.523 A61B1/005.524 A61C7/20 A61F2/82 A61M25/09 A61M37/00.550		
F-TERM分类号	4C052/JJ07 4C052/JJ09 4C061/FF32 4C061/FF41 4C061/HH47 4C061/JJ02 4C061/JJ06 4C161/FF32 4C161/FF41 4C161/HH47 4C161/JJ02 4C161/JJ06 4C167/AA28 4C167/AA53 4C167/AA54 4C167 /GG23 4C167/GG32 4C167/GG33 4C167/GG42 4C167/HH08 4C267/AA28 4C267/AA53 4C267/AA54 4C267/GG23 4C267/GG32 4C267/GG33 4C267/GG42 4C267/HH08		
代理人(译)	铃木雄一		
审查员(译)	河野 一夫		
其他公开文献	JP2006089825A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有优异的超弹性和冷加工性的超弹性钛合金，以足够的生产率生产，并且不含Ni。ŽSOLUTION：用于生物体的超弹性钛合金包含一种或两种元素Ta和Nb，它们是稳定钛中β相的元素，其满足表达式：15 mol. %≤1.5x+y≤45摩尔%，（其中x表示Nb含量；y表示Ta含量），进一步1-20摩尔%Zr，1-6摩尔%Mo，同时控制Ta，Nb，Zr和Mo为60摩尔%或更低，余量为Ti，具有不可避免的杂质。Ž

区分	No.	成分組成 [mol%]				残留伸び [%]	加工性
		N b	Z r	M o	T i		
本 発 明 例	1	10.0	1.0	4.0	残	1.4	○
	2	10.0	10.0	4.0	残	1.0	○
	3	10.0	20.0	4.0	残	1.5	△
	4	10.0	1.0	1.0	残	1.0	○
	5	20.0	1.0	4.0	残	0.7	○
	6	20.0	1.0	6.0	残	0.6	△
	7	20.0	10.0	1.0	残	0.9	○
	8	20.0	10.0	4.0	残	0.4	○
	9	20.0	10.0	6.0	残	0.5	△
	10	20.0	20.0	1.0	残	1.2	△
	11	20.0	20.0	4.0	残	1.0	△
	12	20.0	20.0	6.0	残	1.1	△
	13	30.0	1.0	4.0	残	0.9	○
	14	30.0	10.0	4.0	残	1.2	○
	15	30.0	20.0	4.0	残	1.3	△
比 較 例	200	5.0	10.0	4.0	残	1.8	○
	201	40.0	1.0	4.0	残	2.3	○
	202	40.0	10.0	4.0	残	2.9	○
	203	20.0	10.0	10.0	残	—	×
	204	20.0	25.0	4.0	残	—	×