

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-7165

(P2010-7165A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

|                                     |              |                  |                |              |                |
|-------------------------------------|--------------|------------------|----------------|--------------|----------------|
| (51) Int. Cl.                       |              | F I              |                | テーマコード (参考)  |                |
| <b>C 2 2 C</b>                      | <b>14/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>C 2 2 C</b> | <b>14/00</b> | <b>Z</b>       |
| <b>C 2 2 F</b>                      | <b>1/18</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>C 2 2 F</b> | <b>1/18</b>  | <b>H</b>       |
| <b>C 2 2 F</b>                      | <b>1/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>C 2 2 F</b> | <b>1/00</b>  | <b>6 0 2</b>   |
|                                     |              |                  | <b>C 2 2 F</b> | <b>1/00</b>  | <b>6 2 3</b>   |
|                                     |              |                  | <b>C 2 2 F</b> | <b>1/00</b>  | <b>6 3 0 C</b> |
| 審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く |              |                  |                |              |                |

|           |                              |          |                     |
|-----------|------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-170979 (P2008-170979) | (71) 出願人 | 000002118           |
| (22) 出願日  | 平成20年6月30日 (2008. 6. 30)     |          | 住友金属工業株式会社          |
|           |                              |          | 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100074332           |
|           |                              |          | 弁理士 藤本 昇            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100114421           |
|           |                              |          | 弁理士 薬丸 誠一           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100114432           |
|           |                              |          | 弁理士 中谷 寛昭           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100134452           |
|           |                              |          | 弁理士 小山 雄一           |
|           |                              | (72) 発明者 | 前田 尚志               |
|           |                              |          | 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
|           |                              |          | 住友金属工業株式会社内         |

(54) 【発明の名称】 チタン合金

(57) 【要約】

【課題】 多大な手間を必要とせず長期にわたり優れた硬度を維持させ得るチタン合金を提供することにある。

【解決手段】 重量%でC r：6～16%が含有され、A l：4%以上12%未満含有されており、S n：6%以下およびZ r：12%以下の内の少なくとも一方がさらに含有されており、含有されているA lの重量%を $X_{Al}$ 、含有されているS nの重量%を $X_{Sn}$ 、含有されているZ rの重量%を $X_{Zr}$ としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$ の値が6～12%となり、残部がT iおよび不純物からなることを特徴とするチタン合金などを提供する。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

重量％で Cr : 6 ~ 16 % が含有され、Al : 4 % 以上 12 % 未満含有されており、Sn : 6 % 以下および Zr : 12 % 以下の内の少なくとも一方がさらに含有されており、含有されている Al の重量％を  $X_{Al}$ 、含有されている Sn の重量％を  $X_{Sn}$ 、含有されている Zr の重量％を  $X_{Zr}$  としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn} / 3) + (X_{Zr} / 6)$  の値が 6 ~ 12 % となり、残部が Ti および不純物からなることを特徴とするチタン合金。

## 【請求項 2】

重量％で Cr : 6 ~ 16 % が含有され、Al : 4 % 以上 12 % 未満含有されており、Sn : 6 % 以下および Zr : 12 % 以下の内の少なくとも一方が含有されており、含有されている Al の重量％を  $X_{Al}$ 、含有されている Sn の重量％を  $X_{Sn}$ 、含有されている Zr の重量％を  $X_{Zr}$  としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn} / 3) + (X_{Zr} / 6)$  の値が 6 ~ 12 % となり、さらに、V、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cu の少なくとも 1 種が含有され、含有されている V、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cu の総量が重量％で 10 % 以下であり残部が Ti および不純物からなることを特徴とするチタン合金。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のチタン合金を用いた、チタン合金製品の製造方法であって、溶体化処理後、時効処理前に冷延加工又は熱延加工を実施することを特徴とするチタン合金製品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、チタン合金に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

チタン合金は、軽量で強度が高いことから、スポーツ用具、医療器具、航空・宇宙関係機器などに広く用いられている。また、加えて高い硬度を有する点から包丁、鋏、バイトなどの刃物にも広く用いられている。このような刃物に用いられる場合、通常、チタン合金を所定形状に加工した後に窒化処理、浸炭処理など表面に窒化チタン、炭化チタンなどのセラミックス層を形成させたり、イオン注入、メッキ処理などの表面処理が施されたりしている。そして、これらの表面処理により、例えば、ニッケルりん合金メッキ処理されたチタン合金は、ビッカース硬度（以下 Hv）で 600 ~ 900 もの表面硬度を有するものとなり、窒化処理されたチタン合金では、Hv 1200 ~ 1600 もの硬度となる。

## 【0003】

しかし、これらの表面処理による方法は、表面処理のための特別な装置を必要とし、工程が煩雑なものとなる。また、セラミックスと金属とは、通常、線膨張係数や弾性率が大きく異なることから、窒化チタンのようなセラミックスをチタン合金の表面に備えたものは、熱や機械的な衝撃に対して剥離が生じやすいものとなる。また、メッキなどの表面処理により形成される高硬度の表面層は、通常、数  $\mu\text{m}$  程度の厚さにしか形成されていないため摩耗により消失しやすいものとなっている。したがって、このような刃物などにチタン合金が用いられる場合、従来、製品寿命を短いものとするおそれを有している。

## 【0004】

このことに対し、チタン合金自体に高い硬度（例えば、刃物などの用途に求められているような Hv 550 以上）を備えるものを用いて、表面層の脱離、消失などにより製品寿命を短いものとするおそれを抑制させることも考え得るが、従来のチタン合金では、このような表面処理後の硬度に比べて、低い硬度のものしか得られていない。

例えば、特許文献 1 では、チタン合金刃物としてロックウェル硬度 49 の  $\beta$  型チタン合金を用いることが記されている。

ロックウェル硬度とビッカース硬度とは、試験方法が異なることから単純な比較はできないものの、一般にロックウェル硬度 49 は、Hv 500 程度であることが知られており

10

20

30

40

50

、この特許文献 1 に記載されているチタン合金は、要望される硬度を十分に備えていないといえる。

#### 【0005】

また、特許文献 2 には、チタン合金刃物として  $Hv\ 520 \sim 530$  の  $\alpha + \beta$  型チタン合金を用いることが記されている。この場合も、要望される硬度を十分に満足させるものとはなっていない。

このように、チタン合金単体との高硬度化が行われているが、結果としては、 $Hv\ 530$  程度の硬度を限界としており、より高い硬度のものが要望されていることに対し、十分に應えるものとなっていない。

#### 【0006】

また、チタン合金にチタン合金よりも高い硬度の物質を分散させて全体の高硬度化を図り、表面層の脱離、消失などによる硬度低下を抑制させることも考えられ、特許文献 3 には、チタン合金中に炭化チタンの粒子を分散形成させることが記載されている。また、そのことにより、 $Hv\ 620$  の優れた硬度のものが得られることも記されている。しかし、この特許文献 3 においては、チタン合金中にセラミックス粒子を分散させるため、セラミックス粒子を均一に分散させなければ組織が不均一なものとなり、割れなどのトラブルが生じやすいものである。そのため、セラミックス粒子を分散させていないものに比べ、固溶状態からの冷却温度などにおいて精細な温度制御が必要である。また、延伸加工性もセラミックス粒子を分散させていないものに比べ低いものとなることから、外形加工時に慎重な取り扱いを必要としている。したがって、セラミックス粒子を分散させたチタン合金を用いた場合は、セラミックス粒子を分散させていないものを用いた場合に比べ製造に多大な手間を必要としている。

以上のように、刃物のごとく長期にわたり優れた硬度とすることが求められる用途において、従来は、多大な手間を必要とせず、長期にわたり優れた硬度を維持させ得るチタン合金を得ることが困難であるという問題を有している。

#### 【0007】

【特許文献 1】特開昭 63-250445 号公報

【特許文献 2】特許第 3403150 号公報

【特許文献 3】特公平 7-62196 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

本発明の課題は、上記問題点に鑑み、多大な手間を必要とせず長期にわたり優れた硬度を維持させ得るチタン合金を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明者は、前記課題を解決すべく、鋭意検討を行った結果、チタン合金に所定範囲の  $Cr$  が含有され、かつ、 $Al$ 、 $Sn$ 、 $Zr$  を所定の計算式に基づき、所定範囲の量含有されることで従来のチタン合金よりも高硬度なもの、より具体的には  $Hv\ 550$  以上のものとし得ることを見出し本発明の完成に到ったのである。

すなわち、本発明は、重量%で  $Cr: 6 \sim 16\%$  が含有され、 $Al: 4\%$  以上  $12\%$  未満含有されており、 $Sn: 6\%$  以下および  $Zr: 12\%$  以下の内の少なくとも一方がさらに含有されており、含有されている  $Al$  の重量%を  $X_{Al}$ 、含有されている  $Sn$  の重量%を  $X_{Sn}$ 、含有されている  $Zr$  の重量%を  $X_{Zr}$  としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$  の値が  $6 \sim 12\%$  となり、残部が  $Ti$  および不純物からなることを特徴とするチタン合金を提供する。

また、本発明は、重量%で  $Cr: 6 \sim 16\%$  が含有され、 $Al: 4\%$  以上  $12\%$  未満含有されており、 $Sn: 6\%$  以下および  $Zr: 12\%$  以下の内の少なくとも一方が含有されており、含有されている  $Al$  の重量%を  $X_{Al}$ 、含有されている  $Sn$  の重量%を  $X_{Sn}$ 、含有されている  $Zr$  の重量%を  $X_{Zr}$  としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$  の値が

6～12%となり、さらに、V、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cuの少なくとも1種が含有され、含有されているV、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cuの総量が重量%で10%以下であり残部がTiおよび不純物からなることを特徴とするチタン合金を提供する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、チタン合金を、重量%でCr：6～16%が含有され、Al：4%以上12%未満含有されており、Sn：6%以下およびZr：12%以下の内の少なくとも一方が含有されており、含有されているAlの重量%を $X_{Al}$ 、含有されているSnの重量%を $X_{Sn}$ 、含有されているZrの重量%を $X_{Zr}$ としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$ の値が6～12%となり、残部がTiおよび不純物とすることでチタン合金自体の硬度をセラミックス成分を形成させることなく高硬度(Hv550以上)のものとし得る。

10

また、チタン合金中にセラミックス成分を形成させることなく高硬度とし得ることから多大な手間が必要となることを抑制し得る。

さらに、チタン合金自体が高い硬度を備えるため、長期にわたり優れた硬度を維持し得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下に本実施形態のチタン合金に含有される各元素ならびにその量について説明する。

20

本実施形態のチタン合金には、Cr：6～16%が含有され、Al：4%以上12%未満含有されており、Sn：6%以下およびZr：12%以下の内の少なくとも一方が含有されており、含有されているAlの重量%を $X_{Al}$ 、含有されているSnの重量%を $X_{Sn}$ 、含有されているZrの重量%を $X_{Zr}$ としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$ の値が6～12%となり、残部がTiおよび不純物からなる。

これら元素からなるチタン合金は、溶体化処理、時効処理などの熱処理を施されることにより高い硬度のチタン合金とすることができる。

【0012】

Crが重量%で6～16%の範囲とされるのは、Crが6%未満の場合、固溶強化による高硬度化の効果が得られず、また、β変態点以上の温度から急冷した場合にマルテンサイト相が生成しHv550以上の硬度が得られず、Crが16%を超える場合は、β相の安定性が過剰となり、時効処理などの熱処理を施してもHv550以上の硬度が得られないためである。

30

なお、チタン合金の軽量性を維持しうる点、偏析の生成を抑制し得る点ならびに熱間加工性の低下を抑制し得る点からCrは、8～14%の含有量とされるのが好ましい。

【0013】

Al、Sn、Zrは、α相の安定化に作用するものであり、本実施形態のチタン合金に含有されているAlの重量%を $X_{Al}$ 、含有されているSnの重量%を $X_{Sn}$ 、含有されているZrの重量%を $X_{Zr}$ としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$ の値が6～12%となる範囲でこれらが含有されているのは、該数値が6%未満となる含有量の場合には、固溶強化による高硬度化の効果が得られず、逆に前記数値が12%を超える含有量となる場合には、Ti<sub>3</sub>Al金属間化合物の生成による脆化が顕著となり製品形状などへの加工性が悪くなるためである。

40

なお、固溶強化を促進させつつ、加工性の低下を抑制し得る点において、 $X_{Al} + (X_{Sn}/3) + (X_{Zr}/6)$ の値が、7～11%のいずれかとなるようにAl及び、SnとZrとの内の少なくとも一方が含有されていることが好ましい。

【0014】

また、上記の成分以外に、任意成分としてV、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cuを単独または複数組み合わせ含有させることも可能である。これらの成分が含有されることにより、含有される成分の種類や、量にもよるが、β相の安定化や固溶強化による

50

高硬度化などの効果が得られる。

なお、チタン合金の軽量性を維持しうる点、偏析の生成を抑制し得る点ならびに熱間加工性の低下を抑制し得る点からV、Mo、Nb、Ta、W、Fe、Ni、Cuは、総量で10%未満の含有量とさせるのが好ましい。

#### 【0015】

また、前記不純物としては、H、O、Nが挙げられる。

#### 【0016】

なお、このようなチタン合金は、一般的な、溶体化処理ならびに時効処理を施すことで高硬度なものとするができる。例えば、1000℃程度の温度で溶体化処理した後、400～500℃の温度で時効処理を行うことでHv550以上のチタン合金を得ることができる。

また、製品の形状を形成した後に、溶体化処理、時効処理を施すのではなく、溶体化処理後に、冷延加工または熱延加工により製品の形状を形成して、時効処理を行うことで時効処理の時間を短縮させて、より生産性の高いものとなる。

特に、溶体化処理後に、冷延加工により製品の形状を形成して、時効処理を行った場合には、時効処理の時間をより短縮させ得ることからさらに優れた生産性を有するものとなる。

#### 【実施例】

#### 【0017】

次に実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実験1：（実施例1～10、比較例1～2）

表1に示す組成比となるよう原料を配合し、非消耗電極式Arアークボタン溶解炉を用いて、重さ約200gの鑄塊を溶製した。

次いで、1050℃の温度で15分間溶体化処理した後、氷水中にて急冷を行い、大きさ約10mm厚さ×15mm幅×20mm長さの試料を作製した。

該急冷した試料を400℃×24時間、400℃×168時間、500℃×4時間の3通りで時効処理を行い、各時効処理後の試料を樹脂埋めして表面研磨し、該研磨された表面の5箇所をマイクロビッカース硬度計（明石製作所社製、型名「MHK-100」）を用いて荷重1kgでの硬度測定を行い、平均値を求めた。結果を表1に示す。

#### 【0018】

【表1】

|       | 成分(重量%) |    |    |    |   |    |    | 初期硬度<br>(Hv) | 400℃×24h<br>時効後(Hv) | 400℃×168h<br>時効後(Hv) | 500℃×4h<br>時効後(Hv) |
|-------|---------|----|----|----|---|----|----|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|
|       | Cr      | Al | Sn | Zr | V | Mo | Ti |              |                     |                      |                    |
| 実施例1  | 6       | 8  | 0  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 331          | 556                 | 550                  | 558                |
| 実施例2  | 8       | 8  | 0  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 327          | 554                 | 582                  | 590                |
| 実施例3  | 10      | 8  | 0  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 331          | 578                 | 614                  | 576                |
| 実施例4  | 6       | 6  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 326          | 529                 | 570                  | 560                |
| 実施例5  | 8       | 6  | 3  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 310          | 409                 | 583                  | 557                |
| 実施例6  | 8       | 6  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 327          | 531                 | 586                  | 552                |
| 実施例7  | 8       | 8  | 3  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 337          | 568                 | 600                  | 600                |
| 実施例8  | 8       | 8  | 0  | 5  | 0 | 0  | 残部 | 332          | 577                 | 599                  | 588                |
| 実施例9  | 8       | 8  | 0  | 0  | 2 | 0  | 残部 | 322          | 565                 | 581                  | 568                |
| 実施例10 | 8       | 8  | 0  | 0  | 0 | 2  | 残部 | 318          | 569                 | 594                  | 553                |
| 比較例1  | 4       | 8  | 0  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 316          | 474                 | 495                  | 478                |
| 比較例2  | 6       | 5  | 0  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 301          | 472                 | 481                  | 482                |

#### 【0019】

実験2：（実施例11～19、比較例3～7）

表2に示す組成比となるよう原料を配合し、実験1と同様に、大きさを5mm厚さ×2

5 mm幅×75 mm長さの試料を作製した。

得られた、試料を、厚さ減少率60%の冷間圧延を行った後、400℃×4時間、400℃×24時間、400℃×168時間の3通りで時効処理を行い、実験例1と同様に硬度測定を行った。結果を表2に示す。

【0020】

【表2】

|        | 成分(重量%) |    |    |    |   |    |    | 初期(冷延後) | 400℃×4h時 | 400℃×24h | 400℃×168h |
|--------|---------|----|----|----|---|----|----|---------|----------|----------|-----------|
|        | Cr      | Al | Sn | Zr | V | Mo | Ti | 硬度(Hv)  | 効後(Hv)   | 時効後(Hv)  | 時効後(Hv)   |
| 実施例 11 | 7       | 5  | 3  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 353     | 525      | 551      | 527       |
| 実施例 12 | 7       | 6  | 3  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 361     | 537      | 557      | 544       |
| 実施例 13 | 7       | 6  | 3  | 0  | 1 | 0  | 残部 | 396     | 536      | 554      | 566       |
| 実施例 14 | 8       | 6  | 8  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 360     | 559      | 574      | 589       |
| 実施例 15 | 8       | 6  | 10 | 0  | 0 | 0  | 残部 | 382     | 555      | 570      | 600       |
| 実施例 16 | 8       | 5  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 366     | 545      | 571      | 577       |
| 実施例 17 | 8       | 4  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 338     | 519      | 550      | 558       |
| 実施例 18 | 7       | 5  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 389     | 548      | 569      | 568       |
| 実施例 19 | 6       | 5  | 8  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 376     | 543      | 556      | 581       |
| 比較例 3  | 4       | 5  | 1  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 346     | 505      | 537      | 539       |
| 比較例 4  | 5       | 7  | 3  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 367     | 518      | 523      | 539       |
| 比較例 5  | 7       | 5  | 2  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 353     | 526      | 545      | 542       |
| 比較例 6  | 6       | 5  | 2  | 0  | 1 | 0  | 残部 | 379     | 543      | 541      | 533       |
| 比較例 7  | 8       | 3  | 6  | 0  | 0 | 0  | 残部 | 348     | 534      | 540      | 544       |

10

20

【0021】

実験3：（実施例20～48）

表3に示す組成比となるよう原料を配合し、実験1と同様にして得られた、重量200g、厚さ10mmの試料を作製し溶体化処理試料1とした。次いで、溶体化処理後試料1を1050℃の温度で4mm厚さ（厚さ減少率60%）まで熱間圧延し、急冷して熱延試料とした。

また、該熱延後試料を再び1000℃×30分間の溶体化処理し溶体化処理試料2とした。次いで、溶体化処理試料2の表面のスケールを除去して3mm厚さの試料を作製し冷間圧延により0.5mm厚さ（厚さ減少率83%）の冷延試料とした。

30

溶体化処理後試料1、熱延試料、溶体化処理試料2、冷延試料のそれぞれを400℃×4時間、400℃×24時間、400℃×168時間の3通りで時効処理を行い、実験例1と同様に硬度測定を行った。結果を表3に示す。

【0022】

【表 3】

|        | 成分(重量%) |    |    |    |   |    | 試料<br>(※) | 初期硬度<br>(Hv) | 400°C×24h<br>時効後(Hv) | 400°C×24h<br>時効後(Hv) | 400°C×168h<br>時効後(Hv) |
|--------|---------|----|----|----|---|----|-----------|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|        | Cr      | Al | Sn | Zr | V | Ti |           |              |                      |                      |                       |
| 実施例 20 | 6       | 6  | 0  | 0  | 9 | 残部 | N         | 313          | 543                  | 測定せず                 | 555                   |
| 実施例 21 | 12      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 335          | 469                  | 552                  | 618                   |
| 実施例 22 | 12      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | N         | 341          | 547                  | 572                  | 615                   |
| 実施例 23 | 12      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 335          | 334                  | 553                  | 605                   |
| 実施例 24 | 12      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | R         | 413          | 592                  | 603                  | 636                   |
| 実施例 25 | 14      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 344          | 359                  | 533                  | 617                   |
| 実施例 26 | 14      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | N         | 352          | 383                  | 564                  | 636                   |
| 実施例 27 | 14      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 346          | 334                  | 553                  | 605                   |
| 実施例 28 | 14      | 8  | 0  | 0  | 0 | 残部 | R         | 429          | 592                  | 603                  | 636                   |
| 実施例 29 | 10      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 329          | 543                  | 575                  | 603                   |
| 実施例 30 | 10      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | N         | 327          | 546                  | 573                  | 600                   |
| 実施例 31 | 10      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 326          | 515                  | 569                  | 603                   |
| 実施例 32 | 10      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | R         | 395          | 571                  | 585                  | 625                   |
| 実施例 33 | 10      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 338          | 498                  | 563                  | 592                   |
| 実施例 34 | 10      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | N         | 340          | 546                  | 575                  | 601                   |
| 実施例 35 | 10      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 338          | 374                  | 552                  | 601                   |
| 実施例 36 | 10      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | R         | 406          | 575                  | 593                  | 622                   |
| 実施例 37 | 10      | 6  | 3  | 6  | 0 | 残部 | Y 1       | 350          | 506                  | 553                  | 596                   |
| 実施例 38 | 10      | 6  | 3  | 6  | 0 | 残部 | N         | 347          | 537                  | 568                  | 600                   |
| 実施例 39 | 10      | 6  | 3  | 6  | 0 | 残部 | Y 2       | 348          | 374                  | 546                  | 593                   |
| 実施例 40 | 10      | 6  | 3  | 6  | 0 | 残部 | R         | 415          | 578                  | 600                  | 616                   |
| 実施例 41 | 12      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 339          | 355                  | 543                  | 618                   |
| 実施例 42 | 12      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | N         | 342          | 452                  | 564                  | 625                   |
| 実施例 43 | 12      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 342          | 344                  | 415                  | 600                   |
| 実施例 44 | 12      | 7  | 3  | 0  | 0 | 残部 | R         | 421          | 591                  | 608                  | 635                   |
| 実施例 45 | 12      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | Y 1       | 344          | 365                  | 511                  | 616                   |
| 実施例 46 | 12      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | N         | 356          | 393                  | 569                  | 618                   |
| 実施例 47 | 12      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | Y 2       | 352          | 350                  | 357                  | 588                   |
| 実施例 48 | 12      | 6  | 6  | 0  | 0 | 残部 | R         | 419          | 577                  | 581                  | 629                   |

※ 試料 Y 1 : 溶体化処理後試料 1、N : 熱延試料、Y 2 : 溶体化処理試料 2、  
R : 冷延試料

## 【0023】

表 1 ならびに表 2 の結果から、チタン合金を、重量%で Cr : 6 ~ 16 % が含有され、Al : 4 % 以上 12 % 未満含有されており、Sn : 6 % 以下および Zr : 12 % 以下の内の少なくとも一方がさらに含有されており、含有されている Al の重量%を  $X_{Al}$ 、含有されている Sn の重量%を  $X_{Sn}$ 、含有されている Zr の重量%を  $X_{Zr}$  としたときに、 $X_{Al} + (X_{Sn} / 3) + (X_{Zr} / 6)$  の値が 6 ~ 12 % となり、残部が Ti および不純物からなるものとするので従来のチタン合金よりも高硬度 (Hv 550 以上) とし得ることがわかる。

また、表 3 の結果から、溶体化処理後、時効処理前に冷延加工又は熱延加工を実施することで溶体化処理後に時効処理する場合に比べて、短い時効処理時間で高硬度のものとなり、例えば、これらのチタン合金を用いて製品を製造する場合に、より生産性の高いものとし得ることがわかる。

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

|         |      |         |
|---------|------|---------|
| C 2 2 F | 1/00 | 6 3 1 Z |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 7 3   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 7 5   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 2   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 3   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 5   |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 8 6 A |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 9 1 B |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 9 2 A |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 9 4 A |
| C 2 2 F | 1/00 | 6 9 1 C |