

# ご使用上の注意事項

(Don'ts and Musts in using)

## 1. 保管に際して(PRESERVATION)

- (1) タングステン、モリブデン粉のうちタングステン粉の $2\mu\text{m}$ 以下及びモリブデン粉の $3\mu\text{m}$ 以下の微粉末は、消防法上第2類の可燃性固体に分類されており、消防法に基づく保管が必要となります。これらの微粉末は火炎を近づけたり、高温で長時間放置したりすると着火燃焼するので注意が必要です。
- (2) 線引仕上げ線(ブラックワイヤ)は、空气中に放置しても、比較的長期間保存に耐えるので保管が容易です。しかし、熱処理線、化学処理線、電解研磨処理線などは酸化され易いので、これらの線を1週間以上保管するときは湿度60%以下、温度 $28^{\circ}\text{C}$ 以下で、かつ化学薬品類から隔離された環境が必要です。従いまして、デシケータや空調室(恒温恒湿)等に保管し、表面を素手で触れないように、取扱には十分な注意が必要です。
- (3) 冷間圧延板、機械加工仕上げ品等も表面が酸化し易いので、乾燥雰囲気での保管が必要です。
- (4)  $10\mu\text{m}$ 程度の極細線では、酸化により線同士が固着し、引き出し不能となることもあります。工程待ちの間でもデシケータ等に保管し、スプールのフランジでワイヤに傷を付けないようにするなど、細心の注意をした管理が必要となります。
- (5) スプール巻き細線では、スプールを横にした状態で振動や急激な温度変化を与えることは巻き崩れや「もつれ」等を発生する原因になります。なるべく木箱に縦に並べてください。

## 2. ご使用に際して(PROCESSING)

- (1) 表面処理仕上げ線を空气中に放置し、酸化変色した場合、再生のため水素炉処理を行っても、表面がマット状になり延性は劣化します。従いまして、延性を保つには電解研磨による再生をおすすめします。
- (2) 酸化の程度にもよりますが、モリブデン板の表面が軽く酸化された場合、例えば、冷間圧延した鏡面仕上げ板が青色酸化膜が付着した場合などは、水あるいは湯を浸したきれいな布で拭くことによって酸化皮膜を除去できる場合があります。
- (3) スプール巻きワイヤは、原則として線の巻き替えをしないでください。巻き替えが必要な場合でも、真直性を重視する線では、逆張力(Back Tension)が強すぎると真直性を損ないますので、加わる逆張力は線の引張り強さの10%を超えない様にしてください。
- (4) 加工度の小さいタングステン、モリブデン(棒、板など)は常温では脆い傾向を持っていますので、取り扱い上衝撃や振動を与えることはお避けください。

## 3. 汚染脆化(EMBRITTELEMENT BY CONTAMINATION)

- (1) ブラックワイヤのグラファイト層を水素炉で除去する際には、湿潤水素を用い、 $1300\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 程度で処理してください。また、表面処理仕上げ線の熱処理に際しては、前工程での油脂、汗等の付着防止およびその除去を徹底するようご注意ください。
- (2) モリブデン板の熱処理(加工歪の除去)をする際には還元性雰囲気(望ましくは乾燥水素)を用い、 $850\sim 950^{\circ}\text{C}$ 程度で処理を行います。また、酸化膜を除去した板(化学処理、冷間圧延、機械加工仕上げ等)の場合には、グラファイトを除去した線と同様、前工程での油脂、汗類の付着防止およびその除去を徹底するようご注意ください。
- (3) モリブデンを $600^{\circ}\text{C}$ で熱処理する場合には、原則として窒素ガスを使用しないでください。
- (4)  $800^{\circ}\text{C}$ 以上の熱処理を行う化学研磨、熱処理、電解研磨、機械仕上げ材料では、ニッケル、鉄、コバルトおよび、その合金製部品、例えば、ピンセット、ガイドブリー、炉用ポート等との接触を避ける必要があります。なぜなら、接触部に熔融状のピンホールが発生したり、脆化が発生するのを防ぐためです。また、鉄錆びの粉末等が付着した線を熱処理すると同様の現象が発生します。
- (5) 材料(線・棒・板等)の熱処理に際しては、水素炉の保守に細心の注意を払い、常にきれいな状態にしておくことが必要です。
  - ① 炉ヒータの交換の際には、著しく変色した耐火物の再使用は危険です。新品を補充するようにしてください。
  - ② 炉ヒータの交換後の炉の空焼きは十分に行う必要があります。
  - ③ タングステン・モリブデン熱処理用炉には他の材料、治具、部品を入れないでください。例えば、鉄、ニッケル、カーボン、ステンレス、真ちゅう等の部品はお避けください。また、同様材料の熱処理炉とは区別してください。
- (6) ランプ製造時に用いられる赤燐、ジルコニウム等のゲッター成分の付着によっても脆化することがありますのでご注意ください。
- (7) モリブデン構造材料(ヒータ炉部品、電極等)のご使用の際も、汚染脆化、再結晶脆化を十分考慮した上でご使用いただくことが長寿命化につながります。
- (8) その他、汚染脆化に関する詳細は技術資料をご請求ください。

# ご使用上の注意事項

(Don'ts and Musts in using)

## 4. 機械加工 (FORMING)

- (1) 2mm以上の線・棒・板の加工 (折り曲げ、打ち抜き、切断等)の際には加熱加工をした方が加工し易くなります。加工温度は、600~800℃が目安ですが、最適温度は素材の加工度によって異なります。
- (2) クラックを生じた繊維組織の線・棒・板に圧縮、折り曲げ、しごき、ねじり等の力を加えると、そのクラック (層状クラック) は伝播します。従って、切断や打ち抜きの際には、切り口にクラックを入れない様に、カッタの刃先とクリアランスは常に管理する必要があります。

## 5. 安全上の注意 (CAUTION)

- (1) タングステン、モリブデン金属粉の摂取を避けるため、粉塵を吸い込まないように防塵マスクを着用し、食事や喫煙前には石鹸で手を洗う必要があります。
- (2) 線・棒の曲げ、機械加工時は保護眼鏡を着用する必要があります。

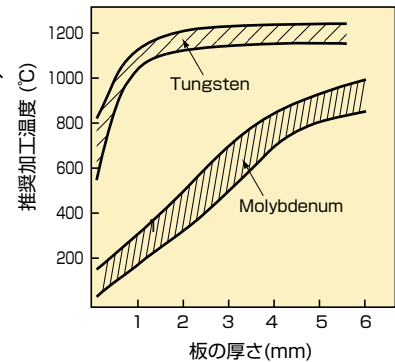
## 6. その他 (NOTES)

- (1) 溶接には、ティグ溶接、バット溶接、電子ビーム溶接、プラズマ溶接等の方法が用いられています。しかし、溶接部は非常に脆くなることを承知の上で施工する必要があります。
- (2) 研磨方法としては、化学研磨、電解研磨、グラインダ研磨、バレル研磨等の方法がありますが、それぞれの場合に適した方法を選ぶ必要があります。

# 機械加工に際して

(NOTES FOR MACHINING)

0.2mm以上のタングステンの太線、棒、板を曲げ、打ち抜き、切断などの加工をする際には、脆性-延性遷移温度が室温より高いため加熱して加工する必要があります。モリブデンも同様ですがタングステンより容易です。加熱温度の目安として右のグラフをご参照ください。切削加工の条件例を表に示します。タングステンに比べるとモリブデンは加工が容易ですが、熟練度が要求されます。



| 加工方法                               |       | 加工条件                         |                    |           |
|------------------------------------|-------|------------------------------|--------------------|-----------|
|                                    |       | モリブデン                        | タングステン             |           |
| 切削加工<br>(旋盤)                       | バイト材質 | ハイス (SKH-4)                  | ハイス (SKH-8)        |           |
|                                    | バイト形状 | ステンレスの場合と同じ<br>(上すくい角15~20°) | 上すくい角0°            |           |
|                                    | 切込量   | ①荒仕上げ                        | 1.5mm              | 0.2~0.3mm |
|                                    |       | ②仕上げ                         | 0.5mm              | 0.05mm    |
|                                    | 切削速度  | 90~110mm/min.                | 60~80mm/min.       |           |
|                                    | 送り速度  | 0.07~0.13mm/rev              | 0.05~0.2mm/rev     |           |
| 切削油                                | なし    | 使用不可                         |                    |           |
| 穴あけ加工<br>モリブデン(ボール盤)タングス<br>テン(旋盤) | ドリル   | SKH-4                        | SKH-4              |           |
|                                    | 回転数   | 300~400rpm                   | 150~250rpm         |           |
| 研削加工                               | 砥石    | GC601~80K                    | GC60H <sup>で</sup> |           |
| 平面研磨盤                              | 研削油   | 水溶性切削油                       | 水溶性切削油             |           |

### ■クラックに対するご注意

クラックを生じたタングステンやモリブデン材料をさらに圧縮、折り曲げ、ねじりなどの二次加工を行いますと、そのクラックは材料の内部を伝播します。二次加工の前にクラックを発生させないように取り扱ってください。また、万ークラックを発生させてしまった場合には、クラック部分を除去してから加工をしてください。クラックの除去にあたっては、グラインダー等による研磨が最適です。

参考文献「タングステン・モリブデン技術資料」

タングステン・モリブデン工業会編集2009年2月25日発行

# 物理的・機械的性質

(PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES)

| タングステン TUNGSTEN         |                          | 項 目 ITEM      | モリブデン MOLYBDENUM        |                           |
|-------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 74                      |                          | 原 子 番 号       | 42                      |                           |
| 183.85                  |                          | 原 子 量         | 95.95                   |                           |
| 体心立方晶                   |                          | 結 晶 系         | 体心立方晶                   |                           |
| 3387 °C                 |                          | 融 点           | 2623 °C                 |                           |
| 5527 °C                 |                          | 沸 点           | 4827 °C                 |                           |
| 190.3 kJ/kg             |                          | 融 解 熱         | 289.7 kJ/kg             |                           |
| 20°C                    | 19.3 Mg/m <sup>3</sup>   | 密 度           | 20°C                    | 10.2 Mg/m <sup>3</sup>    |
| 20°C                    | 0.14kJ/(kg·K)            | 比 熱(20~100°C) | 20°C                    | 0.26 kJ/(kg·K)            |
| 100°C                   | 0.14kJ/(kg·K)            |               | 100°C                   | 0.26 kJ/(kg·K)            |
| 500°C                   | 0.14kJ/(kg·K)            |               | 500°C                   | 0.28 kJ/(kg·K)            |
| 1000°C                  | 0.15kJ/(kg·K)            |               | 1000°C                  | 0.31 kJ/(kg·K)            |
|                         |                          |               | 1500°C                  | 0.34 kJ/(kg·K)            |
| 20°C                    | 167.5W/(m·K)             | 熱 伝 導 度       | 20°C                    | 142.4 W/(m·K)             |
| 100°C                   | 159.2W/(m·K)             |               | 100°C                   | 138.2 W/(m·K)             |
| 500°C                   | 121.5W/(m·K)             |               | 500°C                   | 121.5 W/(m·K)             |
| 1000°C                  | 111.0W/(m·K)             |               | 1000°C                  | 104.7 W/(m·K)             |
| 2000°C                  | 92.98W/(m·K)             |               | 1500°C                  | 83.77 W/(m·K)             |
| 100°C                   | 4.5×10 <sup>-6</sup> /K  | 線 膨 張 係 数     | 100°C                   | 5.2×10 <sup>-6</sup> /K   |
| 500°C                   | 4.6×10 <sup>-6</sup> /K  |               | 500°C                   | 5.7×10 <sup>-6</sup> /K   |
| 1000°C                  | 4.6×10 <sup>-6</sup> /K  |               | 1000°C                  | 5.75×10 <sup>-6</sup> /K  |
| 2000°C                  | 5.4×10 <sup>-6</sup> /K  |               | 1500°C                  | 6.51×10 <sup>-6</sup> /K  |
| 3000°C                  | 6.6×10 <sup>-6</sup> /K  |               |                         |                           |
| 2200°C                  | 5.33×10 <sup>-6</sup> Pa | 蒸 気 圧         | 1500°C                  | 8.53 ×10 <sup>-7</sup> Pa |
| 2500°C                  | 6.67×10 <sup>-4</sup> Pa |               | 1800°C                  | 5.47×10 <sup>-5</sup> Pa  |
| 3000°C                  | 1.33×10 <sup>-1</sup> Pa |               | 2000°C                  | 5.47×10 <sup>-3</sup> Pa  |
|                         |                          |               | 2500°C                  | 1.33 Pa                   |
| 20°C                    | 55 nΩ·m                  | 電 気 比 抵 抗     | 20°C                    | 57 nΩ·m                   |
| 100°C                   | 72 nΩ·m                  |               | 100°C                   | 76 nΩ·m                   |
| 500°C                   | 180 nΩ·m                 |               | 500°C                   | 176 nΩ·m                  |
| 1000°C                  | 330 nΩ·m                 |               | 1000°C                  | 310 nΩ·m                  |
| 2000°C                  | 650 nΩ·m                 |               | 1500°C                  | 460 nΩ·m                  |
| 3000°C                  | 1000 nΩ·m                |               | 2500°C                  | 770 nΩ·m                  |
| 4.6×10 <sup>-3</sup> /K |                          | 電気抵抗率の温度係数    | 4.2×10 <sup>-3</sup> /K |                           |
| 4.5 eV                  |                          | 仕 事 函 数       | 4.2eV                   |                           |
| 25°C                    | 403 GPa                  | ヤ ン グ 率       | 25°C                    | 327 GPa                   |
| 25°C                    | 155 GPa                  | 剛 性 率         | 25°C                    | 121 GPa                   |

# 化学的性質

## (CHEMICAL PROPERTIES)

| タングステン TUNGSTEN   | 対象物質            | モリブデン MOLYBDENUM   |
|---|-----------------|--|
| 反応せず  | 水               | 反応せず   |
| 赤熱状態ですみやかに酸化する  | 水 蒸 気           | 約700℃で酸化を始める   |
| 室温でわずかに酸化(変色)する<br>約400~500℃で酸化し始め、<br>700℃以上でWO <sub>3</sub> を形成し急激に酸化する | 空 気 お よ び 酸 素   | 室温でわずかに酸化(変色)する約300℃で酸化し始め約500℃以上でMoO <sub>3</sub> を形成し急激に酸化する           |
| 反応せず  | 水 素             | 反応せず   |
| 約800℃より吸収し始め脆化する<br>1400~1600℃でWCを形成する                                    | 炭 素             | 900℃で脆化し始め、1300~1400℃でMo <sub>2</sub> Cを形成する                             |
| 約850℃より脆化し、約1000℃から炭化物を形成する   | 一 酸 化 炭 素       | 約1000℃から炭化物を形成する   |
| 約1200℃から酸化物を形成する  | 二 酸 化 炭 素       | 約1200℃から酸化物を形成する   |
| 室温で反応せず   | ア ン モ ニ ア 水     | 室温でわずかに反応する  |
| 室温で弗化物を形成する<br>250~300℃で塩化物を形成する<br>赤熱状態で臭化物を形成する<br>熱状態で沃化物を形成する         | ハ ロ ゲ ン         | 室温で弗化物を形成する<br>250℃で塩化物を形成する<br>沃素とは赤熱状態でも反応しない                          |
| 赤熱状態で表面反応が起る  | 硫 化 水 素         | 約1200℃で硫化物を形成する  |
| 赤熱状態でわずかに反応する   | 硫 黄             | 600℃以上で硫化物を形成する  |
| 赤熱状態で酸化する   | 亜 硫 酸 ガ ス       | 赤熱状態で酸化する  |
| 約2300℃以上で窒化物を形成する   | 窒 素             | 600℃以上で脆化が認められ、<br>約1500℃以上で窒化物を形成する                                     |
| 赤熱状態で酸化する   | 亜 硝 酸 ガ ス       | 赤熱状態で酸化する  |
| 室温で反応せず、約100℃で希・濃塩酸に<br>わずかに溶ける   | 塩 酸             | 加熱希塩酸に徐々に溶ける<br>わずかに溶ける  |
| 室温で希硫酸に反応せず、濃硫酸にわずかに<br>溶ける。加熱希硫酸にわずかに溶け、加熱濃<br>硫酸に溶ける                    | 硫 酸             | 室温~110℃濃硫酸に徐々に溶け、<br>200~250℃ですみやかに溶ける<br>室温で希硫酸にわずかに溶け、<br>加熱希硫酸に徐々に溶ける |
| 室温でわずかに溶ける  | 硝 酸             | 容易に溶ける   |
| 水溶液にわずかに溶ける<br>溶融塩とは急速に反応する   | 水 酸 化 ナ ト リ ウ ム | 水溶液に殆んど影響されない<br>溶融塩とは急速に反応する  |
| 溶融塩に急激に溶解する   | 亜 硝 酸 ソ ー ダ     | 溶融塩に急激に溶解する  |
| 加熱溶液に溶ける  | 王 水             | 室温で溶け、加熱すればすみやかに溶ける  |
| 室温でわずかに溶ける  | フ ッ 化 水 素 酸     | 室温でわずかに溶ける   |

## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。  
本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、本製品は一般に温度や雰囲気など環境の変化により特性の変化や破損、誤動作が発生する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の特性変化や破損、誤動作により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、技術資料など）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラムなどの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社Webサイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（特性の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品にはPVC（ポリ塩化ビニル）が使われているものがあります。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊及び、加工、化学処理する際は適切にばく露を防止してください。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事事務の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品には、外国為替及び外国貿易法により、輸出または海外への提供が規制されているものがあります。
- 本製品のRoHS適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

# TOSHIBA

## 東芝マテリアル株式会社

〒235-8522 横浜市磯子区新杉田町8（株式会社東芝 横浜事業所内）

TEL (045)770-3100 (代表) FAX (045)770-3030

最新情報や製品情報は、下記ホームページをご覧ください。

<http://www.toshiba-tmat.co.jp/>

国内営業拠点の電話番号

東京 (03)3457-4875

大阪 (06)6130-2166

取扱店