

## W-ThO<sub>2</sub>代替材 “ネオタン” の開発

○藤井浩二<sup>1</sup>、植月唯夫<sup>2</sup>、森井克之<sup>3</sup>、幡中久夫<sup>3</sup>、有田誠<sup>4</sup>、山内貴志<sup>4,5</sup>、本岡輝昭<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> 日本タングステン株式会社

<sup>2</sup> 津山工業高等専門学校

<sup>3</sup> ヒメジ理化株式会社

<sup>4</sup> 九州大学大学院工学研究院

<sup>5</sup> 九州大学クリーン実験ステーション

### 1.目的

W-ThO<sub>2</sub>合金は放電特性・耐熱性に優れるため、特に放電灯などの陰極材料として広く用いられている。これは添加物の酸化トリウムが高融点・高沸点・低仕事関数という特性を持つことによるが、一方でトリウムは放射性元素であるため、近年その使用や輸送に対する規制が強化されつつある。しかし、W-ThO<sub>2</sub>合金の代替材料の開発はこれまでも行われてきたが、決定的な代替材料はまだ無い。代替材料として、タングステンと低仕事関数の酸化物の組み合わせを候補として考え検討を行った。本研究では希土類酸化物分散タングステン材料を作成し、その電極特性を検討した。

### 2.実験方法

2～5vol%の各種希土類酸化物粉末をタングステン粉末に添加し、プレス・焼結し、作製した焼結体を機械加工により電極形状とした。放電特性は、TIG溶接棒としての消耗量の測定と、超高圧水銀ランプ陰極として用いた場合の寿命測定により評価した。超高圧水銀ランプは250W陰極径φ2.5で、陰極温度測定や放電点の観察を行い、放電機構の解明を目指した。

### 3.結果・考察

作製した焼結体の密度は95～100%であった。La,Sm,Ndの酸化物を5vol%添加した焼結体のTIG溶接時の消耗量は、従来のW-ThO<sub>2</sub>合金と同等であった。TIGで消耗の少ない合金を陰極として超高圧水銀ランプを作成し、UV出力の変化を計測した結果、Nd,Smの酸化物を2vol%添加した際、W-ThO<sub>2</sub>合金より出力低下が少なくなった。Ndの酸化物を2vol%添加した合金ではその後1500hrを経過しても87%以上の出力を維持し、ランプ陰極材料として優れることがわかった。ただし、5vol%添加すると出力の低下が大きくなり、TIGの結果とは傾向が異なった。

### 4.考察およびまとめ

TIGの場合は電極の消耗が激しいため、拡散よりも添加量自体の影響が大きかったと考えられる。このように使用条件と材料をマッチングさせることで、Nd酸化物などを添加した合金はW-ThO<sub>2</sub>合金の代替材となりうる事が示された。また、陰極温度や放電点の径は陰極の材質によって異なり、時間と陰極の消耗に応じて変化することがわかった。今後、これらの考察をさらに進めることで、放電機構を解明し、電極特性のさらなる改良が可能と考える。なお、出来上がった材料の仕事関数は九州大学クリーン実験ステーションにおいて測定し、W-ThO<sub>2</sub>合金は4.0eVに対しW-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>合金は4.1eVとほぼ同等の特性が確認された。

### 参考文献

Tadao, Uetsuki et al. Study of New Materials to Replace the Thoriated-tungsten Electrode. J. Light & Vis. Env. 2011, 35(3), p. 63-67

# W-ThO<sub>2</sub>代替材 “ネオタン” の開発

○藤井浩二<sup>1)</sup>、植月唯夫<sup>2)</sup>、森井克之<sup>3)</sup>、橋中久夫<sup>4)</sup>、有田誠<sup>5)</sup>、山内貴志<sup>6)</sup>、本間輝昭<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>日本タングステン株式会社  
<sup>2)</sup>津山工業高等専門学校  
<sup>3)</sup>ヒメシ理化株式会社  
<sup>4)</sup>九州大学大学院工学研究院  
<sup>5)</sup>九州大学グリーン実験ステーション

日本タングステン(株)  
 金材部品部 製造技術グループ  
 藤井 浩二

本発表の技術的内容は、津山工業高等専門学校 植月唯夫教授が  
 “12<sup>th</sup> International Symposium on the Science and Technology of Light Sources”  
 at EINDHOVEN, THE NETHERLANDS, JULY 11-16, 2010  
 にて発表されたものに基づいております

# 本日の発表の流れ

- ・日本タングステンの紹介
- ・現状のThO<sub>2</sub>-Wの用途例
- ・開発コンセプト
- ・試験方法
- ・試験結果
- ・仕事関数の確認
- ・まとめ

# 会社概要 Corporate Profile

【社名】 <sup>ニッポン</sup>日本タングステン株式会社  
 【本社】 福岡市博多区美野島1丁目2番8号  
 【代表者】 馬場 信哉  
 【創立】 1931年4月1日(創立84年目)  
 【資本金】 25億950万円  
 【従業員】 498名(2012年2月1日時点)  
 【国内事業所】 工場 …… 基山(佐賀県三養基郡基山町)  
 宇美(福岡県糟屋郡宇美町)  
 飯塚(福岡県飯塚市)  
 支店 …… 東京、名古屋、大阪、九州



取締役社長 馬場 信哉



# 海外拠点

★恩傑(上海)商貿有限公司  
 ★上海電科電工材料有限公司  
 ★上海三義精密模具有限有限公司  
 (中国上海市)

★ NIPPON TUNGSTEN USA, INC.  
 (米国・ウエストバージニア州)

★ SVニッタン株式会社  
 (タイ王国バンコク市)

# 日本タングステン株の製品群 Our Product Aggregates

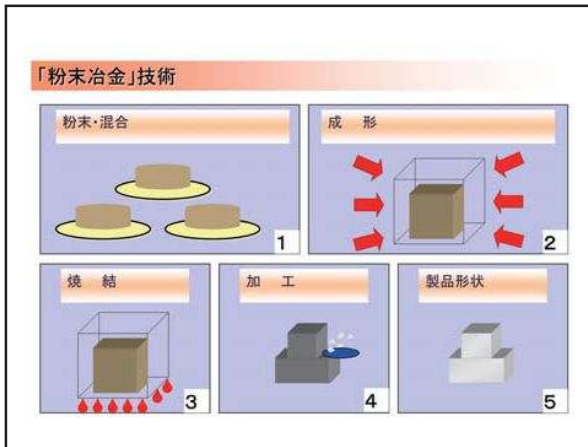
- 粉末冶金 Powder Metallurgy**
  - 金属材料 Metallic Materials**

タングステンの持つ高い耐熱性、電気特性を利用したハロゲンランプ用ワイヤ等を製造しています。
  - 電気・電子材料 Electro and Electronic Parts Materials**

スイッチの接点用等に、電気伝導性に優れた銀や銅と、耐熱性に優れたタングステンを組合せた合金を提供しています。
  - 超硬合金材料 Cemented Carbide Materials**

金属の強靭さとセラミックスの耐摩耗性を合わせ持つ超硬合金を製造しています。オリジナル耐摩耗耐食性超硬と精密技術が当社製品の特徴です。
  - セラミック材料 Ceramic Materials**

硬く、熱に強く、軽い性質を持つセラミックスを製造しています。高強度、耐食性、耐摩耗性、緻密さ、鏡面性に優れた製品を提供しています。



### 基山工場 KIYAMA Factory

操業開始 : 1996年9月1日  
 敷地面積 : 86,000 m<sup>2</sup>  
 建物面積 : 22,600 m<sup>2</sup>  
 従業員 : 289名 (2012年2月現在)

### NTダイカッター NT Die Cutter

NT Die Cutterは当社独自の粉末冶金&加工技術から生まれた不織布・紙・樹脂・金属箔などの切断用ロータリーカッターです。

ダイカッター アンビルロール 使用例

### 宇美工場 Umi Factory

磁器ヘッド基板材をメインとしたセラミックス製品の生産工場です。  
Established in 1975 as a ceramics research laboratory, mainly producing ceramic products for magnetic head substrate.

ISO9001(2000) 認証取得  
ISO9001 Certified since Aug., 1996

ISO14001認証取得  
ISO14001 Certified since Mar., 2003

### 製品紹介 Our Products

#### ファインセラミック製品 Fine Ceramic Material Products

磁気ヘッド用基板  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC 他

独自の粉末技術と大型ホットプレスにより高品質のセラミックスが量産出来ます

### 飯塚工場 Iizuka Factory

タングステンを主とする金属材料製品の生産工場です。  
Established in 1970, producing metallic material composed mainly of tungsten.

ISO9001認証取得  
ISO9001 Certified since Mar., 2003

ISO14001認証取得  
ISO14001 Certified since May., 2003



製品紹介 Our Products

**金属材料製品**  
Metallic Material (W/Mo) Products

フィラメント部品  
電極  
コロナ放電線

W線・棒, Mo線・棒  
高純度W, W粉末

14

1. 諸言

今まで、放電灯等のアーク発生陰極に酸化トリウム入りタングステン(2wt%ThO<sub>2</sub>-W)が使用されてきた。しかし、Th(トリウム)は放射性元素であり、25年以上前からトリヤフリー材の開発がおこなわれてきた。

その当時セリタン(酸化セリウム入りタングステン)、L-W(酸化ランタン入りタングステン)、Y-W(酸化イットリウム入りタングステン)が開発され、使用されてきたが、現在に至るまで酸化トリウム入りタングステンに置き換わることなくその優位は続いていた。

しかし、近年さらに放射性物質に関して規制が厳しくなり輸送等に問題が生じてきており、再度トリヤフリー材開発の検討を行った。

主な用途例

放電灯関連

超高压UVランプ

露光装置

ウシオ電機HPより抜粋

自動車用ヘッドライト(HID)

プラズマ電極関連

<難分解性ガス除去装置>  
大気圧プラズマを用いて、難分解性のPFCガスを処理する装置。安定した直流プラズマの高温により、難分解性のPFCガス(SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>等)も分解除去します。  
カンケンテック/HPより抜粋

プラズマ溶射

プラズマコーティング

日本コーティング工業HPより抜粋

16

<開発コンセプト>

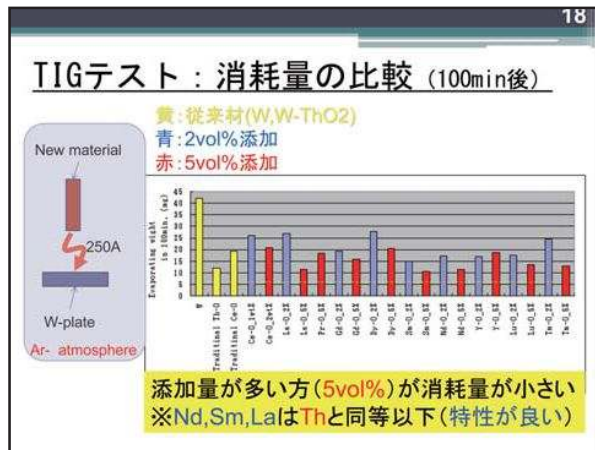
- 放射性元素Thを含まない電極材料
- 希土類酸化物の最適化
- 新規製法による特性向上と大型化
- 評価方法 (TIGテスト、ランプテスト、陰極温度)

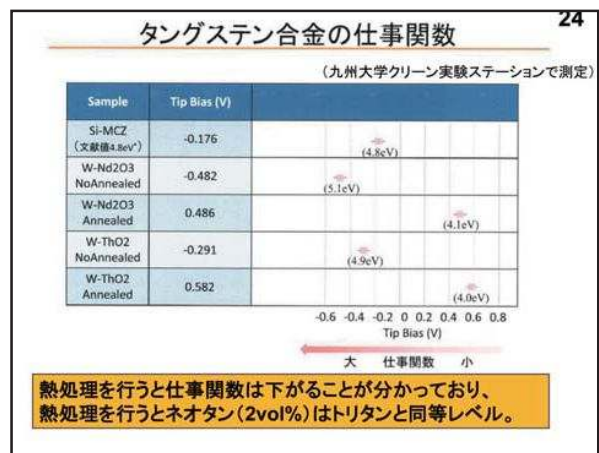
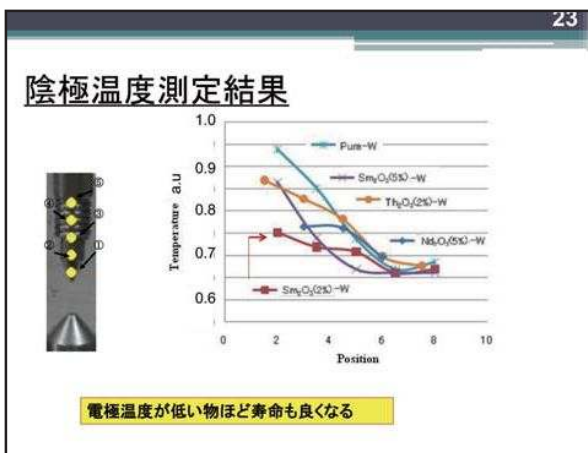
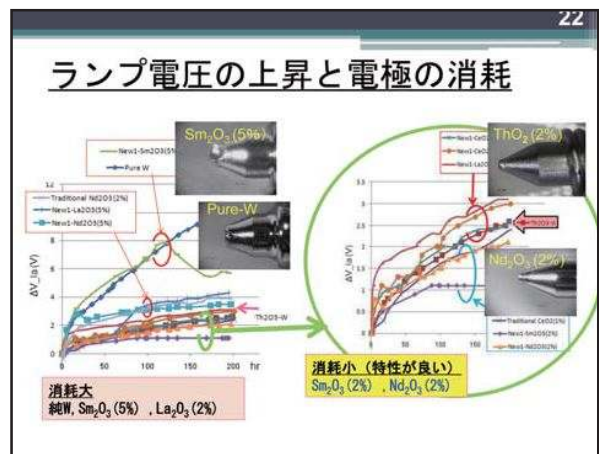
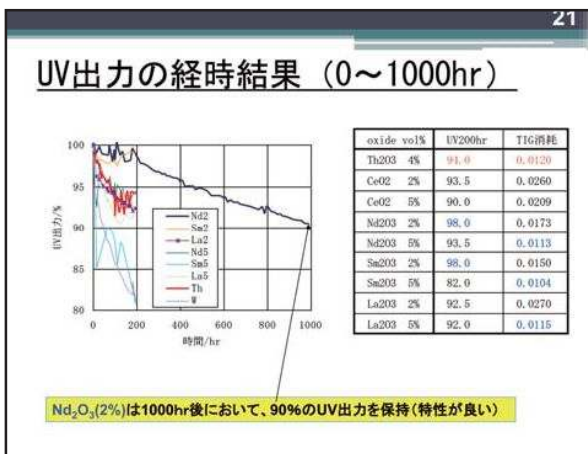
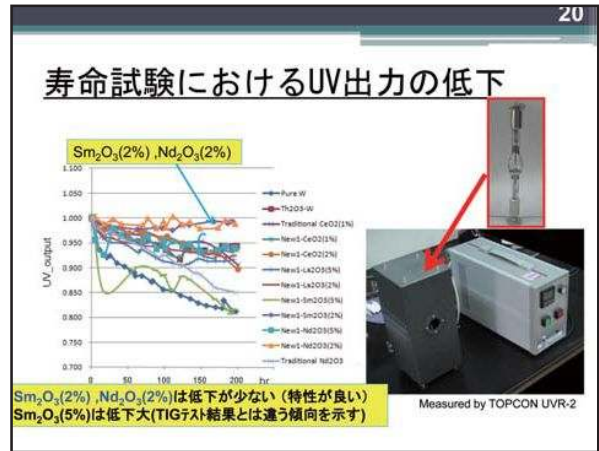
※放電灯陰極をターゲットとするが、まずはTIGと小出力超高压水銀ランプで特性を確認した。  
※陰極温度の測定は、プランクの法則を用いて評価した。

17

添加物の候補 (希土類酸化物)

酸化物	酸化物融点 /°C	酸化物沸点 /°C	酸化物仕事関数 at0K/eV	酸化物仕事関数 1700K/eV	金属	金属融点 /°C	金属沸点 /°C	金属仕事関数 at0K/eV
ThO <sub>2</sub>	3300	4400	2.55	3.07	Th	1785	5484	3.3
CeO <sub>2</sub>	2600	3227	3.2	3.21	Ce	800	3257	2.6
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2490	-	2.3	3.26	Lu	1661	3315	3.14
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2272	-	2.3	3.3	Nd	1025	3127	3.3
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2325	3527	2.8	3.21	Sm	1072	1752	3.2
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2400	-	3.27	-	Tm	1545	1727	3.12
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2415	4300	2.0	3.5	Y	1410	3337	2.954
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2250	4200	2.8	3.1	La	920	3454	3.3
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2200	-	2.8	3.48	Pr	935	3212	2.7
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2340	-	2.1	3.29	Gd	1315	3233	3.07
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2340	-	2.2	3.18	Dy	1409	2335	3.09
WO <sub>3</sub>	1473	1837	-	-	W	3387	5555	4.52





### まとめ

1. NdはThと同等以上の効果があることが確認された。
2. W-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陰極先端温度がW-ThO<sub>2</sub>より低いことで長寿命となる可能性がある
3. 仕事関数は九州大学クリーン実験ステーションにおいて測定したが、W-ThO<sub>2</sub>合金は4.0eVに対し、W-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>合金は4.1eVとほぼ同等の特性が得られたことが確認された。
4. 一部の用途では使用できるところまで来ているが、放電灯用等にはまだ、改善が必要で、更なる改善を行っていく。