

窒素雰囲気下の直流アークにおけるタングステン陰極の消耗加速機構

Accelerated Erosion Mechanism of Tungsten Cathode of DC Arc

in Nitrogen Atmosphere

九大院工¹, 日本タングステン²○田中 学¹, 吉田匡希¹, 渡辺隆行¹, 清水誠一郎², 藤井浩二²Kyushu Univ.¹, Nippon Tungsten Co., Ltd.²○Manabu Tanaka¹, Masaki Yoshida¹, Takayuki Watanabe¹, Seiichiro Shimizu², Koji Fujii²

E-mail: mtanaka@chem-eng.kyushu-u.ac.jp, watanabe@chem-eng.kyushu-u.ac.jp

直流アークは、10,000 K を越える高温を比較的簡便に得ることができるため、溶接、溶射、切断やナノ粒子合成などのプロセスにおいて広く利用されている。直流アークの重要な検討課題の一つに、陰極消耗の低減化が挙げられる。これは、生成物への陰極由来物質の混入や、プロセスの連続運転時間に直結するためである。特に近年、窒素添加時に陰極消耗が著しく大きくなることが報告されている。この要因として、アーク中で解離した窒素原子が熔融陰極中に溶け込み、窒素分子へと再結合することによる局所的加熱の可能性が考えられているが、まだ推察の域を出ない。窒素雰囲気において低消耗陰極の開発が急務であるが、そのためには直流アーク陰極消耗に及ぼす窒素添加の影響を明らかにすることが不可欠である。以上を鑑み、アルゴン-窒素アークにおける陰極消耗機構を解明することを本研究の目的とした。

本実験で用いた直流アーク発生装置の概略図を Fig. 1 に示す。陰極には、各種酸化物(ThO_2 , ZrO_2 , ErO_2 , Y_2O_3 , Ce_2O_3 , Dy_2O_3)を数 wt% 添加したタングステン棒を用いた。陽極には水冷銅を用い、陰極との間で電流値 100~300 A でアーク放電を発生させた。雰囲気ガスはアルゴンと窒素の混合ガスとし、陰極周囲に流すシールドガスは 10 L/min, 電極間距離は 10 mm とした。

陰極先端温度計測のため、高速度カメラと適切なバンドパスフィルタ(BPF)光学系を組み合わせ、陰極からの熱放射のみの観察を行った。BPF 波長には、プラズマ由来の発光の影響を無視できる $785 \pm 2.5 \text{ nm}$ と $880 \pm 5 \text{ nm}$ を用いた。得られた二波長の相対強度より、二色放射测温法を用いることで放電中の陰極温度を算出した。さらに、 $430 \pm 5 \text{ nm}$ の透過波長域を有する BPF を用いることで、陰極から発生するタングステン蒸気を可視化した。

陰極の表面温度分布を Fig. 2 に示す。いずれの陰極においても陰極先端が最高温となり先端から離れるにつれて温度が低下している。 Ce_2O_3 添加時のみ、陰極温度がタングステンの融点以下の温度であった。 Ce_2O_3 添加時には、消耗特性においても最も優れた特性が得られている。以上より、 Ce_2O_3 添加タングステンが、窒素雰囲気において適切な陰極であることが示された。この理由として、添加物である Ce_2O_3 の融点が低く、窒素ラジカルとの反応性が低いことが原因と考えられる。

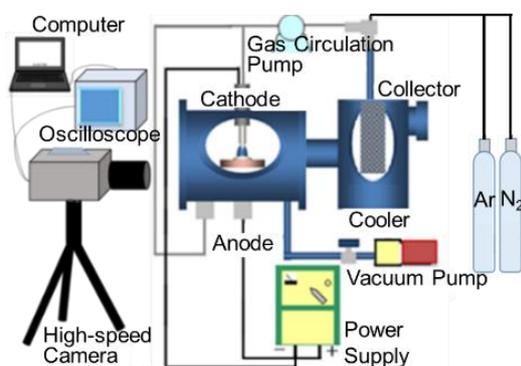


Fig. 1 Experimental setup and measurement system of DC arc system

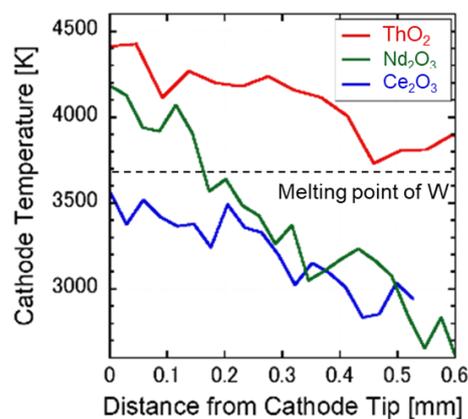


Fig. 2 Surface temperature distribution of tungsten cathode with different doped oxides