

窒素直流アークにおいて添加酸化物種が陰極消耗現象に及ぼす影響

Influence of Doped Oxide on Cathode Erosion of Nitrogen DC Arc

九大院工, °(D) 竹本 裕貴, 田中 学, 渡辺 隆行

Kyushu Univ., °Yuki Takemoto, Manabu Tanaka, Takayuki Watanabe

E-mail: takemoto.yuki.872@s.kyushu-u.ac.jp, watanabe@chem-eng.kyushu-u.ac.jp

直流アークは 10,000 K を超える高温、高化学活性、急冷可能である特長から、金属ナノ粒子の合成に応用されている。窒素は安価であることから、プラズマの雰囲気ガスとして用いられている。しかし、窒素雰囲気では He や Ar といった不活性雰囲気よりも電極消耗の悪化することが確認されている[1]。電極消耗による金属の混入はナノ粒子合成において品質が低下を引き起こす。

そこで、窒素雰囲気における直流アークの陰極消耗機構を解明することを目的とした。高速度カメラと特定の波長のみを透過するバンドパスフィルタ(BPF)を組み合わせた計測を行うことで、異なる酸化物を添加した陰極の消耗する様子の可視化や電極の温度計測を行った。

プラズマガス組成は 50vol%N₂-50vol%Ar とし、大気圧下で電流値 200A の直流アークを発生させた。陰極には 2wt%ThO₂-W, 2wt%Y₂O₃-W, 2wt%La₂O₃-W, 2wt%Ce₂O₃-W を用い、比較した。アークを点火して 2, 10 分後に 785±2.5 nm の BPF を用いて観測された電極画像を Fig. 1 に示す。2wt%ThO₂-W では先端に傘状のリムが形成され、2wt%La₂O₃-W, 2wt%Ce₂O₃-W では電極先端が突起状となるように消耗している様子が観察された。2wt%Y₂O₃-W では電極の形状が大きく変化しなかった。785±2.5 nm と 882±5 nm の BPF を用いた二色放射测温法により、点火 10 分後に計測された電極温度を Fig. 2 に示す。どの電極でも電極の先端の温度は 3,500 K を超えていた。La₂O₃ の先端温度は 4,500 K を超えてるところがあり、これは La₂O₃ の沸点 4,473 K を超える温度である。沸点の高さは ThO₂(4,673 K), Y₂O₃(4,563 K), La₂O₃(4,473 K), Ce₂O₃(4,003 K) であり、アルゴン雰囲気よりも電極温度が高くなる窒素雰囲気では添加金属酸化物の蒸発のしやすさが電極の形状の変化に影響を与えることが考えられる。電極先端の高い電極温度で蒸発が促進されることによって、沸点の低い金属添加物を添加した電極では先端に突起が形成される。

[1] N. Sakura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59 [11], 116001 (2020).

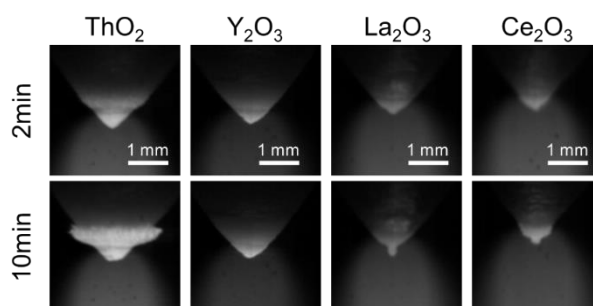


Fig. 1 Image of cathode measured at 785 nm wavelength at 2 and 10 minutes after ignition.

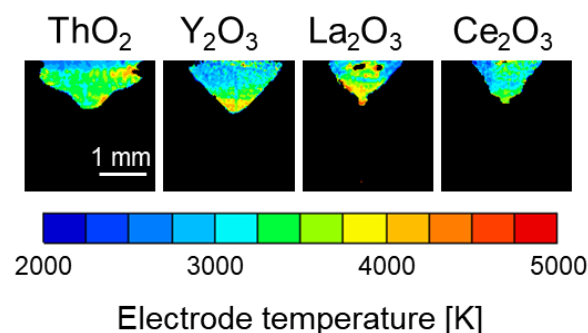


Fig. 2 Electrode temperature distribution measured at 10 minutes after ignition with BPFs combination of 785 nm and 882 nm.