

各種酸化物入りタングステン電極の特性比較
プラズマアーク放電の電極現象 - 1

大阪大学溶接工学研究所 松田福久
牛尾誠夫

はじめに タングステン等の高融点金属を陰極として使用するグロー放電や、アーク放電は、極めて簡単にプラズマを発生することのできる方法であり、その応用は急激に広がりつつある。これらの有極放電プラズマでは、電極、特に陰極の動作の安定性と耐久性は非常に重要である。従来より、タングステン電極としては、トリウム(Th)入りタングステン電極(Th-W)が広く用いられているが、その特性は必ずしも満足できるものではない。著者らは、ランタン(La)、セリウム(Ce)、イットリウム(Y)、ジルコニウム(Zr)、トリウム(Th)、マグネシウム(Mg)の各酸化物とそれぞれ含有したタングステン電極を試作し、アーク放電における点弧の容易性、溶融や消耗による変形等の特性を調べ、その比較検討を行った。

実験結果 試作した電極の種類は、Fig.1に示すが、この図には、1.6mmφの電極を用い、アルゴン中で、180A、1時間のアーク放電を行った後の電極先端の形状変化が示されている。

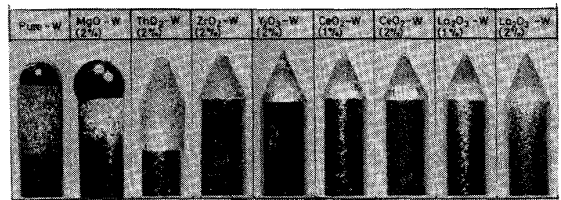


Fig.1 Change in electrode shape due to heavy load arc discharge in Ar gas. (1.6 mmφ, 180 A, 3 mm arc length, 1 hr)

Fig.2には、その断面組織が示されている。La-W、Ce-W、Y-W電極が電極溶融や、気孔の形成も少なく、消耗、変形において、Th-Wより優れていることが明らかである。点弧の容易性においてこれら三種の電極の優位性が確かめられた(高周波点弧方式)。

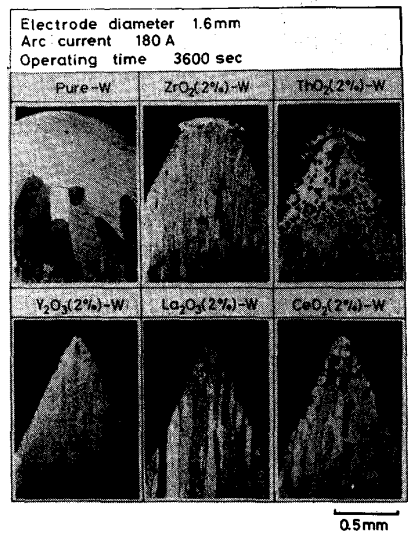


Fig.2 Metallurgical structure of electrode after heavy loading.

電極の陰極動作領域に比較的近いところでの熱電対による温度測定の結果をFig.3に示す。この結果は、陰極動作領域の温度においても、La-W、Ce-W、Y-Wの三種の電極の動作温度が比較的低いことを反映している。

長時間運転、あるいは、シールドガスの乱れ等は、電極物質の消耗をひきおこすが、動作ガスに酸素が混入すると、その消耗は著しく(Fig.4)陰極領域の近くの低温側にタングステンドライタの堆積成長した“傘”を生じる。これは通常の動作条件でも、わずかながら、観察される(Fig.5)。

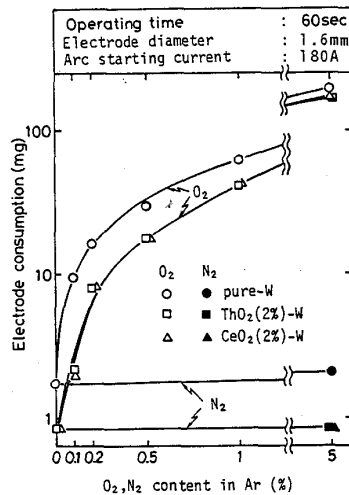


Fig.4 Effect of oxygen and nitrogen in Ar shield gas on electrode consumption.

おわりに 従来のTh-Wに比較して、試作La-W、Ce-W、Y-W(1~2%)は、その動作温度も低く、溶融消耗変形、点弧性の点、格段に優れている。

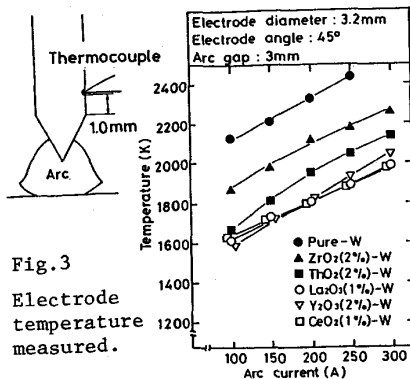


Fig.3 Electrode temperature measured.

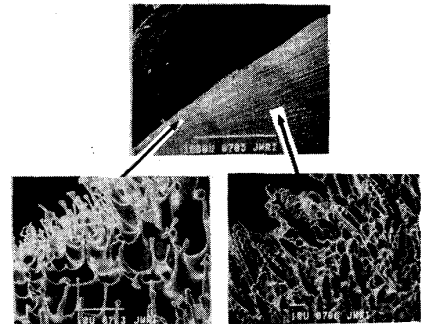


Fig.5 Microstructure of electrode surface after arc discharge. (Ce-W) 2.4 mmφ, 200 A, Argon, 600 sec.