

低電流真空アーク放電の拡散アークモードから フットポイントモードへの移行

—窒素ガス圧の影響—

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)

学生員 藤島 友紀 (豊橋技科大)

正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

Transition from Diffuse-Arc Mode to Footpoint Mode in Low-Current Vacuum Arc —The Influence of Ambient N₂ Gas Pressure—

Hirofumi Takikawa, Member, Tomonori Fujishima, Student-member, Tateki Sakakibara,
Member (Toyohashi University of Technology)

キーワード：低電流真空アーク、拡散アークモード、フットポイントモード、アーク電圧、圧力依存性

真空アークの陽極に関する放電モードは、最近、次の五つのモードがあることがわかってきた⁽¹⁾。

(1) 低電流モード：陽極は陰極からの放出粒子(電子, イオンなど)のコレクタにすぎない。

(2) 第二低電流モード：陽極からスパッタされた粒子が放出される。

(3) フットポイント (Footpoint; FP) モード：1個以上の比較的大きな輝点 (FP) が陽極表面上に発生する。FPの温度は陽極点の温度よりも低い。

(4) アノードスポット (Anode-Spot) モード：一つの大きなあるいは複数の小さな陽極点が発生する。陽極点の輝度は非常に高く、温度は陽極材料の沸点近くに達し、そこから蒸気・イオンを放出する。

(5) 強烈アーク (Intense-Arc) モード：1個の陽極点が存在する。陰極の侵食も激しい。

なお、(1)、(2)のモードを合わせて「拡散アーク (Diffuse-Arc; DA) モード」と呼ばれる。アーク電圧は、DAモードおよび強烈アークモードでは比較的低くしかも変動が小さいが、FPモードおよびアノードスポットモードでは比較的高くかつ変動が激しい。真空アークが五つのモードのうちどれをとるかは、主に電流(およびその波形)、電極材料・形状、ギャップの長さ、磁界⁽²⁾に依存するとされている。しかしながら、圧力に関しては何ら言及されていない。

一方、著者らはこれまで TiN 膜生成用真空アーク蒸着装置において、真空アークのプラズマパラメータの圧力依存性を報告してきている⁽³⁾。その際の圧力範

囲は 0.1~10 Pa であったが、今回圧力範囲を 100 Pa まで広げたところ、放電モードが DA モードから FP モードに遷移した。ここでは、圧力によっても放電モードが遷移することを報告する。

図1に真空アーク蒸着装置の概要を示す。SUS 304製の円筒形真空チャンバ内の一端に円柱状 Ti 陰極 (64 mmφ) を設置した。放電は、接触点弧法により陰極と陽極である真空チャンバ内壁面との間に発生させた。流量 15 ml/min 一定の N₂ を雰囲気ガスとしてチャンバ内に導入し、圧力調整用バルブにより排気速度を調整して圧力を変化させた。

アーク電流を 50 A に設定し、圧力を 0.01 Pa から徐々に上げながら放電の様相を観察していたところ、30 Pa 以下では陽極表面が不活性な DA モードであったが、圧力が 30 Pa を超えると、陽極表面上に多数の

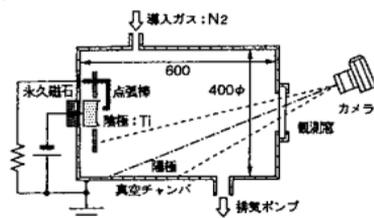


図1 真空アーク蒸着装置および撮影した陽極表面箇所

Fig. 1. Vacuum arc deposition apparatus showing the photographed area on anode surface.