

中真空における Al 陰極 N₂ フロー真空アークの 放電持続性に及ぼす電源の影響

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)

学生員 田中 邦泰 (豊橋技科大)

正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

Influence of Power Supply on Continuity of Vacuum Arc with Al Cathode and N₂ Flow under Medium Vacuum

Hirofumi Takikawa, Member, Kuniyasu Tanaka, Student Member, Tateki Sakakibara, Member
(Toyohashi University of Technology)

Continuity of steered vacuum arc with Al cathode and N₂ flow under pressure of 0.1 - 5 Pa is investigated. Two constant-current power supplies (60 V open-circuit voltage / 30 V load voltage and 310 V / 240 V) and a constant-voltage power supply with open-circuit voltage of 550 V are used. Arc current is 30 A, N₂ flow rate is 20 ml/min, and transverse magnetic field density at the cathode edge is 1.2 mT. The following results are obtained. (1) When the power supply with lower open-circuit and load voltages is used, decrease in pressure causes the arc to lose sustainability. (2) When the power supply with high open-circuit and load voltages is used, the arc can continue even at lower pressure. (3) When the power supply with higher load voltage is used, abnormal discharge behind the magnet field guide-disk may occur at lower pressure.

The above mentioned influence of power supply on arc continuity is interpreted in terms of column fall and generation of a new cathode spot.

キーワード： AlN 膜生成用真空アーク，中真空領域，放電持続性，電源

1. はじめに

現在，電力用デバイスの大容量化にともない，デバイス本体とヒートシンクあるいは冷却水との間の電気絶縁膜として，窒化アルミニウム (AlN) 膜の利用が検討されている。従来，絶縁膜にはアルミナ (抵抗率： $10^{12} \sim 10^{14} \Omega \cdot \text{m}$ ，熱伝導率： $20 \sim 25 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) が利用されているが，熱伝導率がアルミナより優れた AlN (抵抗率： $10^{11} \sim 10^{14} \Omega \cdot \text{m}$ ，熱伝導率： $60 \sim 80 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) を利用することにより，冷却効率が改善され，デバイスの小型化・大容量化が可能となる。

筆者らは，これまで，真空アーク蒸着法により種々のセラミック膜を生成したり，装置の開発を行ったりしてきている^{(1)~(4)}。同手法は，スパッタ法や CVD 法などと比較して，蒸着速度が格段に速いという利点を有している。AlN 膜が同装置によって生成可能であることは既に報告した⁽¹⁾。

しかしながら，従来の装置で AlN 膜を生成するにはいくつかの問題があることに直面した。その一つは，陽極表面にも AlN 膜が堆積して電流路をふさぐため，アーク放電が時間とともに不安定となり，やがて自己消弧してしまうようになることである。この点に関しては，バンチングメタル製のアノードスクリーンを陽極表面を覆うように配置することにより解決できた⁽⁴⁾。もう一つの問題は，良質の AlN 膜を生成するには，より高いエネルギーのイオンを得るために圧力を 0.1~1.0 Pa 程度にするのが望ましいと考えているが，現状では，圧力が約 3 Pa 以下ではアークが持続しないということである。

圧力が低い場合に Al 陰極 N₂ フロー真空アークが持続しない原因は，陽極表面への AlN 膜の堆積にあるのではなく，陰極点の消滅にあると予想した。ところで，陰極-陽極間へ 1,000 V 程度の直流電圧を印加するとアークが点弧する。