

反応性真空アークプラズマ診断用加熱形プローブ

正員 滝川 浩 史 (豊橋技科大)

非会員 松尾 廣 伸 (豊橋技科大)

正員 榊原 建 樹 (豊橋技科大)

Emissive Probe for Diagnostics of Reactive Vacuum Arc Plasma

Hirofumi Takikawa, Member, Hironobu Matsuo, Non-member, Tateki Sakakibara, Member
(Toyoashi University of Technology)

キーワード：反応性真空アークプラズマ，絶縁性膜，導電性膜，加熱形プローブ，加熱電流，加熱温度

反応性プラズマを利用した薄膜生成法の一つである真空アーク蒸着法は，CVD法やスパッタ法などと比べて生産性が高く，かつ下地材料との密着性が優れているという利点がある。著者らは，この真空アーク蒸着法で，窒化チタン(TiN)や窒化アルミニウム(AlN)膜などを生成しているが，生成膜の膜質はプラズマの状態に依存しているため，プラズマパラメータを把握しておかなければならない。なかでも，電子温度・密度は重要なプラズマパラメータである。

一般に，低気圧プラズマの電子温度・密度の計測にはプローブ法が用いられる。しかしながら，Al陰極室真空アーク中で通常のLangmuirプローブを用いると，プラズマ中にさらされているプローブ先端に絶縁性物質であるAlN膜が付着する。このような膜の付着を防止するため，Bellら⁽¹⁾や小林ら⁽²⁾は，加熱形プローブを考案している。Bellらは，プローブ先端と熱絶縁管先端との境界部を別の保護管で覆い，境界部への膜の付着を防いでいるが，プローブ先端を両方向から直線状に保持しているため，プラズマに対するじょう乱が大きく，かつプローブ位置の可変が容易ではない。一方，小林らのプローブでは，プローブ先端と支持管先端との境界部への膜の付着に対する対策がなされていない。そのため，TiNのような導電性膜を生成する反応性プラズマ中で使用する場合，その境界部に導電性膜がたい積し，プローブの実効表面積が増大してしまう。

反応性真空アークプラズマ診断用プローブの条件としては，(i)絶縁性物質がプローブ先端に付着しない

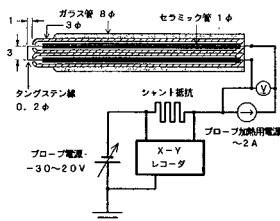


図1 加熱形プローブの構造および測定系
Fig. 1. Structure of emissive probe and measurement system.

こと，(ii)導電性物質がプローブ先端と熱絶縁管あるいは支持管との境界にたい積しないこと，(iii)プローブの位置がプラズマ内で容易に変えられること，などが挙げられる。著者らは，これらの条件を同時に満たす一種の加熱形プローブを考案した。

図1にその加熱形プローブの断面構造，加熱回路およびプローブ特性測定系の構成を示す。プローブ線には直径0.2mmのタングステン線を用い，外部の加熱用電源と閉回路を成すように接続した。プローブ線の温度保持のため，プローブ線と外部配線との接続部まで熱絶縁管(セラミック管；内径：0.4mmφ，外径：1mmφ)と保護管(ガラス管；内径：1.8mmφ，外径：3mmφ)とで二重に被覆した。導電性膜がプローブ先端とセラミック管先端との境界にたい積しないように，ガラス管の先端をセラミック管よりも少し長くし，先端でくびれをもたらし，これら2本をまとめて1本の支持管(ガラス管；内径：6mm，外