

TiN 膜生成用シールド型真空アーク蒸着装置における プラズマパラメータ計測

正員 宮野 竜一 (豊橋技科大)
 正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)
 学生員 新迫 浩二 (豊橋技科大)
 正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

Measurements of Plasma Parameters in a Shielded Vacuum Arc Deposition Apparatus for TiN Film Fabrication

Ryuichi Miyano, Member, Hirofumi Takikawa, Member, Koji Shinsako, Student-member,
Tateki Sakakibara, Member (Toyohashi University of Technology)

Axial and radial distributions of electron temperature and density in a conventional and a shielded vacuum arc deposition apparatus for TiN film fabrication were measured using Langmuir probe method, and intensities of spectra radiated from the plasma were also measured along the arc axis. Moreover, radial distributions of deposition rates were obtained.

The results obtained were as follows. (1) Electron temperature was constant of about 2 eV at any position. (2) Electron density drastically decreased behind the shield plate. (3) Spectral intensities of Ti^{++} and Ti^+ also decreased behind the shield plate, whereas those of Ti , N_2^+ , and N_2 were similar for both the conventional and the shielded arc. (4) Deposition rates at the position shadowed by the shield plate decreased, while similar deposition rate were obtained at the outer position for with and without shield plate.

From above results, particle behavior in the shielded arc was discussed as follows. Ti ions emitted toward the shield plate were trapped and shadowed by the shield plate although the electrons were not. As a result, behind the shield plate, Ti ions outside the shadow of the shield plate were attracted to the apparatus axis due to ambipolar diffusion between the ions and the electrons.

キーワード： 真空アーク蒸着装置, Ti 陰極, N_2 導入, ドロップレット遮蔽板, プラズマパラメータ, 成膜速度

1. はじめに

切削工具や成形金型への耐摩耗性被膜として、窒化チタン (TiN) 膜が利用されている⁽¹⁾。TiN 膜の形成法の一つに反応性真空アーク蒸着法がある⁽²⁾。この手法は、スパッタ法と比べて装置の構成が比較的簡単であるため、大型化や蒸発源の自由な配置が容易であるという利点がある。著者らはこれまで、真空アーク蒸着法を用いて、TiN 膜⁽³⁾⁽⁴⁾をはじめ、AlN 膜⁽⁵⁾⁽⁶⁾、TiO₂ 膜⁽⁷⁾⁽⁸⁾、ダイヤモンドライクカーボン膜⁽⁹⁾を生成してきた。しかしながら、真空アーク放電は陰極点からイオンを放出すると同時に、ドロップレットと呼ばれる金属溶融微粒子も放出してしまう⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。ドロップ

レットの大きさはサブミクロンから数十ミクロンであり、均一で平坦な膜を実現するという観点からは、生成膜にドロップレットが付着・堆積するのは好ましくない。

直流真空アーク蒸着法の場合、ドロップレット問題の解決法として、これまでに、分散放電法⁽¹²⁾、陰極点駆動法 (steered arc)⁽¹¹⁾⁽¹³⁾、磁気輸送法^{(15)~(19)}などが考案されている。分散放電法は加熱した Cr 陰極で実現され⁽¹²⁾、ドロップレットそのものが発生しないが、溶融金属を保持するつぼが必要である。陰極点駆動法は一般的に用いられている手法であるが、ドロップレットの抑制効率は 50% 程度までとかなり低い⁽¹¹⁾。磁界輸送法は最も効率的にドロップレットをフィルタリングする技術であるが、装置が複雑になっ