

(他誌発表論文抄録)

アクティブスクリーンプラズマ窒化装置と処理特性*

朝比奈 秀一**・金山 信幸**・鈴木 寿直***・後藤 峰男***

1. 緒 言

真空炉中に数百 Pa の原料ガスを導入し、炉体を陽極、材料を陰極として電圧を印加し、炉内のガスをプラズマ化させ窒化処理を行なうプラズマ窒化法により、金属材料の窒化処理はより迅速かつ安全な工程に改善された。一方、材料表面でプロセスガスがプラズマ状態となることから、エッジ効果、ホローカソード効果と呼ばれる窒化処理の不均一が課題となっている。これらの課題を克服する新しいプラズマ窒化法として、網目状の金属スクリーンで材料を被い、スクリーンを陰極としてプラズマを生成させ、材料の窒化処理を行なうアクティブスクリーンプラズマ窒化法(以下 ASPN 法と略記)が開発され、近年注目されている。

今回、図1に模式図を示す ASPN 処理装置を用い、処理条件と材料品質の関係の明確化を目的として JIS-SKD61 に対する窒化処理実験を行い、処理条件が窒化深度に及ぼす影響、材料間隙に対する窒化処理挙動について研究を行った。

2. 結 果

試験片として JIS-SKD61 のブロック (30mm × 25mm × 12mm) を用いた。Ar 流量 $0.42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 H_2 流量 $11.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、炉圧 80Pa の雰囲気ですクリーンを稼働させ、プラズマ加熱により炉内温度を室温から 673K へ 4.8ks で昇温した。続いて N_2 流量 $2.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 H_2 流量 $11.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、炉圧 300Pa の雰囲気ですクリーンを稼働させスパッタリング及び予備窒化を行うと同時に、炉内温度を 673K から 773K まで 4.2ks で昇温した。773K に到達後、 N_2 流量 $1.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 H_2 流量 $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、炉圧 300Pa の雰囲気ですクリーンを稼働させ、窒化処理を 18ks 行なった。窒化処理終了後、約 80kPa の N_2 ガスを炉内に導入し、冷却を行った。本工程において、炉体と試料間に流れるバイアス電流の変化に対する試料品質、間隔 5mm で隣接した試料品質について評価を行ない、以下の結果を得た。

- 1) バイアス電力の増加に伴い、窒化による硬化深さは増大した(図2)。
- 2) 2つの材料の近接する面に対して窒化処理を行なう場合、バイアス電力の調整が必要であることが分かった。

アクティブスクリーンプラズマ窒化法は、材料表面でのプラズマシース発生を回避する処理が可能であることから、応用範囲の広い窒化技術として今後の展開が期待される。

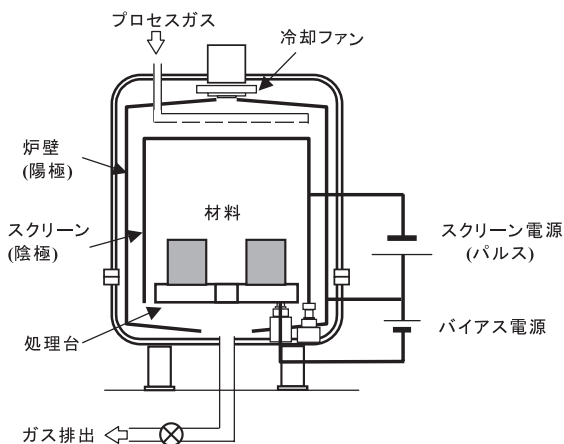


図1 アクティブスクリーンプラズマ窒化装置の構造模式図

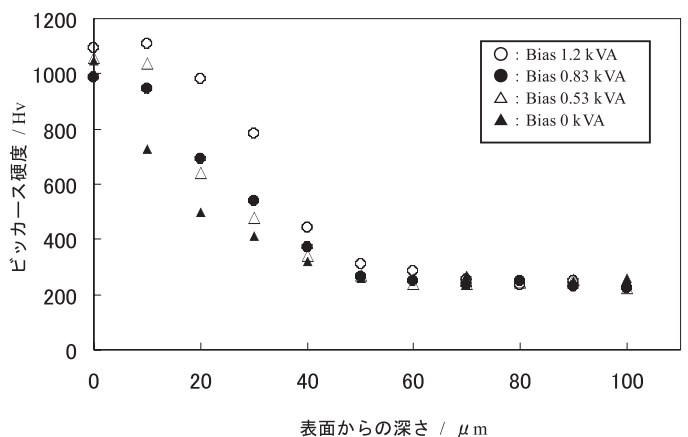


図2 バイアス電力が硬化深さに及ぼす影響

*工業加熱, 2007, 第44巻 第2号, p.41-45.

プラズマ利用技術開発プロジェクトチーム(現:プラズマ熱処理技術開発プロジェクトチーム) *中日本炉工業株式会社