

粉体ターゲットスパッタプロセスの高速成膜機構解明

Study on the high speed sputtering deposition process using powder target

佐世保高専, °川崎仁晴, 大島多美子, 柳生義人, 猪原武士, 田中雪, 須田義昭

Sasebo Nat'l Col. Tech., °H.Kawasaki, T.Ohshima, Y.Yagyu, T.Ihara, Y.Tanaka, Y.Suda

E-mail: h-kawasa@post.cc.sasebo.ac.jp

1. まえがき

磁性体薄膜のような、多種の元素を精密に混合させた薄膜をスパッタリング法で作製する場合は、多元ターゲットを用いるか、複数の成分をもつターゲットをあらかじめ焼き固めて作製する。そのためコスト面で問題があった。我々は、粉体をそのままターゲットとして行うスパッタリング成膜プロセスにより薄膜を作製してきた。その結果、バルクを用いたときとほぼ同様な性質の薄膜の作製に成功した。また、成膜速度が粉体の方が速いことがわかった。今回は、成膜速度の違いを解明するために、作成時のプラズマの状態を調査し、その関連性を調べたのでその結果を示す。

2. 実験装置

薄膜の作製には RF マグネトロンスパッタリング装置を用いた。このとき、ターゲットとして粒径 $45\mu\text{m}$ の粉体の Ti、雰囲気ガスとして Ar と O_2 を用いた。成膜条件は、圧力を 10Pa とし、入力は 20W から 10 分毎に 10W 増加し 100W で 120 分間成膜した。その時のプラズマの電子温度と密度を静電プローブを用いて、プラズマ中の飛散粒子をレーザ散乱法を用いて測定した。粉体ターゲットとして粒径 $45\mu\text{m}$ の Ti ターゲットを使用した。比較のためバルク Ti ターゲットを用意した。雰囲気ガスは Ar と O_2 の混合ガスとし圧力を 10Pa とした。

3. 実験結果

図 1 に、プローブを用いたプラズマ密度および電子温度の計測結果を示す。同じ 50W、70W で比較すると、電子温度は、バルクのターゲットの方が高く、電子密度は粉体ターゲットの方が、2 倍～5 倍高いことがわかった。また、成膜速度はバルクターゲットに比べて粉体ターゲットの方が数倍速いことがわかっていて、このことを詳細に調べるため、電子密度と成膜速度の関係を調べた。結果を図 2 に示す。以上の結果から、粉体をターゲットに利用したスパッタリングプラズマの密度がバルクを利用した

ものに比べて、電子密度が高く、その結果として成膜速度が高くなることを示唆している。

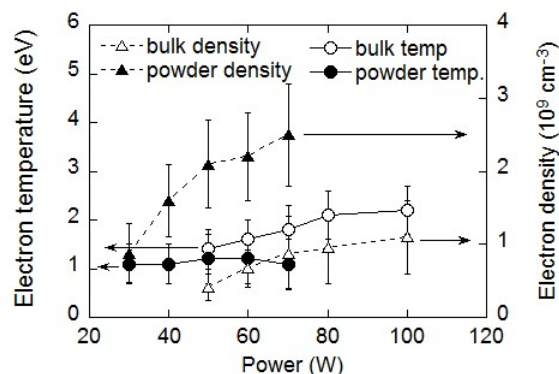


図 1 電子温度、密度の電力依存性

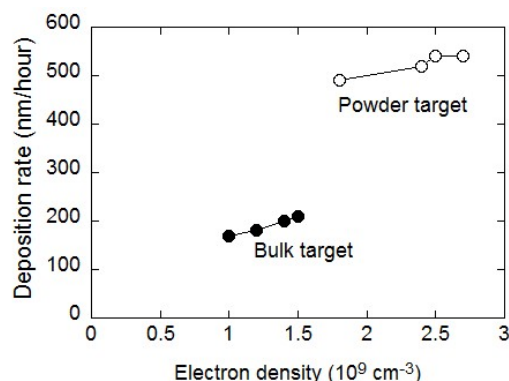


図 2 電子密度と成膜速度の関係

粉体ターゲットを用いた場合に電子密度が高くなる理由については、①表面の実効的な面積が、バルクに比べて広い事、②ミクロ的な視点ではイオンのターゲットに対する斜め入射が増加するため、スパッタ効率が增加し、成膜速度が増加する事、③ターゲット表面の温度が上昇すること、すなわち、①～③によって γ 効果による実効的な 2 次電子の増加のため、電子密度が増加し成膜速度が向上する事が考えられる。また、④粉体の場合、ターゲット電極内部で粒子間にスペースがあるためホローカソード効果が関与している可能性もある。講演ではこれらの事にメカニズム関する検討も行う予定である。