

反応性スパッタリングによる TiN 製膜における不純物混入と成膜速度

薄膜・表面物性研究室 日留川 紀彦
S051207 Norihiko Hirukawa

背景

金属窒化物の製膜に反応性スパッタリングがよく利用されるようになった。しかし製膜環境によっては 20%程度もの酸素不純物が含まれてしまうこともある。代表的な金属窒化物である窒化チタンは Cu 配線と Si 基板との間の拡散バリアとしての使用が近年広まってきている。しかし窒化物膜に酸素が混入してしまうと電気伝導性の低下などの問題が発生してしまう。本研究室では超高真空装置を使うことによって高純度の TiN 膜を作製し、意図的に酸素ガス、水蒸気を混入した環境で、真空環境が膜の組成にどのように影響するのか調べてきた。

目的

T-S 間距離を短くしてすることで膜への酸素の取り込みを減らすことは出来たが、成膜速度の変化から期待されるほどには酸素混入は違わなかった。これは、ターゲットから飛び出す原子（金属フラックス）と、外部から導入した酸素フラックスの割合が、ゲッタ作用を通して膜組成に影響したものと考えている。今回は成膜速度を T-S 間距離のみによって変えるのではなく、電力によっても制御し、ターゲットからの原子放出量を増やしつつ、一定の成膜速度が得られる実験条件を探索した。また過去の実験では放電に RF 電源を用いていたが、今回は一般に成膜速度が速いと言われている DC 電源も用いてみた。

実験と結果

製膜時に Si 基板の一部をフィルムによってカバーしておき、形成された段差を繰り返し反射干渉計で測定することによって成膜速度を求めた。成膜速度は、放電電力の増加につれて大きくなった。また DC 電源を用いると、同じ T-S 間距離・電力でも RF 電源の場合に比べて成膜速度は大きくなった。これはターゲットから飛び出している Ti の放出量の増加によるものと考えられ、DC では基板以外に付着した Ti による導入酸素ガスのゲッタ効果によって、膜への酸素混入割合を減らすことが出来ると考えている。さらに T-S 間距離 50mm のときは、RF 電力を 100W とすれば、T-S 40mm、RF 電力 65W の場合とほぼ同じ成膜速度が得られた。これによってゲッタリング効果と基板表面でのフラックス比とを分離して議論することが可能となった。

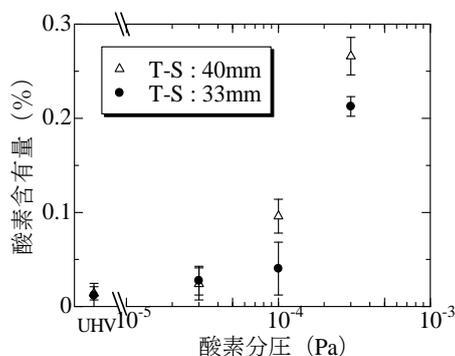


図1: T-Sの変化による酸素混入割合の変化

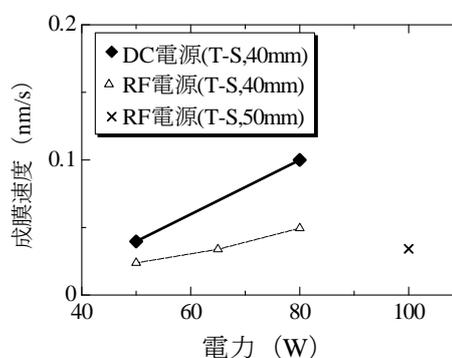


図2: 電力変化による成膜速度の変化