

熱 CVD 過程のモデル化

Modeling Thermal CVD

○秋山 泰伸¹ (1. 東海大工)

○Yasunobu Akiyama¹ (1.Tokai Univ.)

E-mail: yakiyama@tokai.ac.jp

CVD(Chemical Vapor Depositon)は気体原料から固体の粉体や薄膜を合成する方法で半導体製造の基幹技術の一つであり広く用いられている。化学反応を起こさせる方法も多様でプラズマを利用したり、光を利用したり、また因習的ではあるが熱を利用したり、用途に応じて様々な製造方法が考案・供与されている。

CVD では原料ガスがキャリアガス等と共に反応器内に供給され気相や基板表面での化学反応を経て目的とする固体の生成物となる。一見、フラスコで行う化学反応同様なシンプルな化製造過程に見えるが、CVD 反応器内ではガス流動や熱移動、また、拡散現象などの物理的な過程、さらに気相や固体表面での多様な反応などの化学的な過程が複雑に絡んでおり、その過程を理解する事は困難である。しかし、産業界の要望としては、より大面積で均一な合目的な物性・品質、更には多機能な薄膜、特に半導体産業の分野では微細なナノスケール三次元構造内部での均一物性・厚さの極薄膜などの製造法の確立が求められている。この目的達成のためには CVD 反応器内部で起こっている過程を物理的事象と化学的事象を切り分けし、各事象を理解・解析することが必要であると思われる。特に化学的事象についての情報が得ることができれば、化学反応を組み込んだ CFD(Computational Fluid Dynamics)などの手法を用いて、机上で、製造装置や製造プロセスの構築や最適化も可能となるとと思われる。

本講演では熱 CVD 法を題材に、図 1.に示すような小型の円筒形反応器とミクロスケールの凹(マイクロレンチ)を用いた実験と簡易なコンピュータシミュレーションを併用することで、反応工学的見地から物質移動現象や気相・表面反応速度、成膜前駆体などの情報を得る方法、マイクロレンチ上の成膜形状(ステップカバレッジ)と表面反応速度の関係および線形・非線形の表面反応の場合のステップカバレッジの簡易シミュレーション方法などを概説する。

また、実際に金属膜や単純酸化物薄膜、複酸化物膜などの熱 CVD に適用して化学反応のモデル化を行い、コンピュータシミュレーションを用いて反応器内での成膜速度や組成の分布マイクロレンチ内外の膜厚・組成分布について定量的・定性的な説明に成功した例を紹介する。

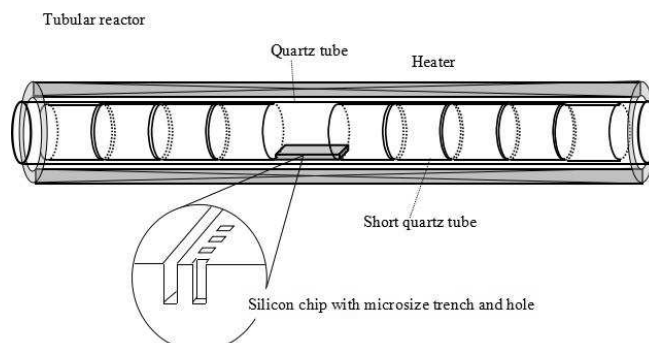


図.1 円筒形熱 CVD 反応器内の概略図