

プラズマ CVD の基礎

Introduction to Plasma CVD

(Received 17 May 2000)

1. はじめに

CVD (Chemical Vapor Deposition, 化学蒸着) は, 作製したい薄膜材料の構成元素を含む化合物の, 1 種類以上の原料ガスを基板上に供給し, 気相または基板表面での化学反応により薄膜を作製する方法である. 現在, CVD による薄膜形成技術は, 電子工業, 機械工業を中心に, 産業界のいろいろな分野で使用され, 発展している.

CVD は, 化学反応を起こさせるエネルギーの与え方により, 熱 CVD, プラズマ CVD, 光 CVD に大別される. このうち, プラズマ CVD では, 反応ガスをプラズマ状態にし, 活性なラジカルやイオンを生成させ, 活性環境下で化学反応を行わせている. この際プラズマとしては, 電子温度とガス温度が共に, 数万 K と高い熱プラズマと, 電子温度が数万 K と高く, ガス温度が数十~数百と低い低温プラズマとを利用することができる. 低温プラズマを用いると, 基板温度を低温に保った状態で薄膜形成が行える. 例えば, 通常熱 CVD では, 反応ガスまたは基板を約 1,000 に加熱して行うが, 低温プラズマを利用した CVD では室温~600 の温度で, 熱 CVD の場合と同等の品質の薄膜が作製できる. 現在, 熱プラズマを用いた CVD に関する研究も行われているが, 低温プラズマを用いた CVD に関する研究の方が圧倒的に多い.

プラズマ CVD によると, 酸化物, 窒化物, 炭化物, 硼化物といったセラミックス膜, 金属・合金膜, 半導体膜, 高分子膜など, きわめて多種類の材料の薄膜を作製することができる. また, プラズマ CVD によって作製した薄膜が全く新しい特性を示すこともある. このような特長から, プラズマ CVD は, アモルファスシリコン太陽電池, シリコン系液晶デバイス用薄膜トランジスタ, 窒化

チタン系薄膜をコーティングした金型, ダイヤモンドライクカーボン (DLC) をコーティングした磁気ディスク, 磁気ヘッド, 機械部品, ダイヤモンドをコーティングした電気・光学・機械部品, 酸化シリコン系や酸化アルミニウム系薄膜をコーティングした防湿・酸素バリアプラスチックフィルムまたはハードコートプラスチックレンズなど各種工業製品に応用されている.

このプラズマ CVD においては, 直流, 交流, 高周波, マイクロ波など各種放電によって作られたプラズマが用いられている. 最近では, パルスプラズマ, ECR プラズマ, ヘリコン波プラズマ, 表面波プラズマなど, CVD の分野においては新しいプラズマの利用が試みられている. プラズマ CVD において関与している因子は, プラズマ関連, 真空・ガス・装置関連, 基板表面関連などにおいて数多く, これらすべてが化学反応に何らかの影響を与えている. 例えば, プラズマ中の電子温度や電子密度を変えることにより, 生成するラジカルやイオンの種類, 密度が変化し, これにともない, 形成される膜の性質が異なってくる. このため, プラズマ CVD においては, 反応に関与し, 反応を制御する因子の解析を進め, 反応器およびプラズマの中で行われている反応機構を理解することが重要になっている.

このようなプラズマ CVD において, どのような化学反応が起きているかを基礎的に理解するための一助として, 本講座を企画した. 最もよく理解されているシランガスを用いたプラズマ CVD を中心として, 解離過程, 微粒子生成過程, 堆積過程などを解説する.

(名古屋大学大学院工学研究科 高井 治)