

真空紫外エキシマランプを用いた薄膜製造プロセスの可能性

化学技術部 加藤 千尋

1. はじめに

金属や高分子材料の表面に薄膜を製膜することにより、材料表面の機械的性質（硬度、耐摩耗性、潤滑性など）、熱的性質（耐熱性や熱伝導性など）、化学的性質（耐食性やガスバリア性など）、電気的性質（電気伝導性あるいは電気絶縁性など）をコントロールすることができる。この表面改質に用いる薄膜の製膜方法には、真空蒸着法やPVD法（物理気相蒸着法）、プラズマCVD法（プラズマ化学気相蒸着法）、光CVD法（光化学気相蒸着法）、ゾル・ゲル法など様々な方法が用いられてきており、今後とも新たな製膜方法の探索や開発が続けられていくものと考えられる。

本発表では、ここ数年、開発が進んできている「高出力型のキセノン・エキシマ・ランプ」を利用した薄膜製造プロセスの可能性について、検討を行った結果を示す。

2. 「高出力型のキセノン・エキシマ・ランプ」を用いた光CVD法の製膜速度

キセノン・ガスなどを封入した放電管に、誘電体バリア放電と言われる特殊な放電を行うと、高濃度のキセノン・エキシマが生成し、真空紫外領域（波長 172 nm）で強度の強い（ $\sim 100 \text{ W/m}^2$ ）単色光を得ることができる。このキセノン・エキシマ・ランプは、液晶表示パネルの製造工程における精密光洗浄あるいは表面改質に使われているが、光CVD法に用いるには強度がまだ不十分であった。ところが、ここ数年間に、 1 kW/m^2 クラスの照度が得られる「高出力型のキセノン・エキシマ・ランプ」の開発・実用化が進み、キセノン・エキシマ・ランプを用いた光CVD法による薄膜の製膜が現実的になった。

光CVD法による薄膜製造プロセスでは、製膜速度が問題になることが多い。特に真空紫外光を使う場合、1光子あたりのエネルギーが高い分、光子の数が少なくなるため、製膜速度の見積もりが重要である。

現在、「高出力型のキセノン・エキシマ・ランプ」を用いた真空紫外光照射装置を用いると、被照射面が面積であった場合でも、 1 kW/m^2 程度の照度を得ることができる。光の波長が172 nmであるから、これは、毎秒 8.7×10^{20} 個/ m^2 の光子を照射できることを意味する。良質なシリカガラス (SiO_2) の密度は、 2.2 g/cm^3 程度であり、 SiO_2 の分子量は約 60 であるから、「量子収率 1 で SiO_2 が一つできるような理想的な反応」を仮定すると、計算上は、毎秒 39 nm の製膜速度となる。

この速度が速いか遅いかの判断は、必要となる膜厚に依存する。数十 nm の膜厚でよければ問題ないし、数ミクロンの膜厚が必要ならば実用化には問題があるということになる。ただし、数ミクロンの膜を形成し、その最表面（ \sim 数十 nm）だけを光改質する方法をとることは可能である。

3. おわりに

光CVD法による製膜法は、光マスクを用いることにより微細なパターンングが可能になるという特徴がある。また、真空紫外光を用いることにより従来にない特性を持つ薄膜を作れる可能性もある。光照射によって、加熱下で製膜した膜と同等以上の特性を持つ膜が作れるため、熱に弱いプラスチック上に製膜することも可能になる。本発表では、いくつか製膜を行った実例を紹介し、得られた膜特性について述べる。