

液膜の塗布・乾燥プロセスのモデリングと
膜厚ムラの形成機構に関する研究
Formation of Thickness Undulation During Coating and Drying
Processes of Liquid Films

白鳥 英

Abstract

This paper reviews the physics and numerical models for the coating process of thin liquid films. During the coating process, liquid films suffer from various thickness undulations due to physical phenomena. The better-known thickness undulations are “striation” and “edge-bead”. Striation is typical thickness undulation, which appears during the spin-coating as radial spoke-like patterns all over the film. Edge-bead is another typical thickness undulation, which appears as a thick ridge along the substrate periphery. Such thickness variations must be avoided or suppressed in industry. To this end, numerical simulations are often used to find the optimal coating conditions, which allow thickness undulations to be minimized. In this paper, the physical models and numerical methods are reviewed, and the mechanism of the striation and the edge-bead are briefly explained.

キーワード：レジスト膜、マランゴニ効果、潤滑方程式、PINNs

Keywords：photo-resist films, Marangoni effect, lubrication equation, PINNs

1. はじめに

本誌では幅広く塗装・塗膜に関する研究・技術が扱われているが、ひと口に塗膜と言ってもその用途や構成材料、塗布方法は多岐にわたり、膜厚範囲も数オーダーにわたって分布する。本稿では比較的厚膜の樹脂-溶媒系の塗膜形成プロセスについて、物理現象のモデル化と数値シミュレーション方法を概説し、代表的な膜厚ム

ラの形成機構について紹介する。

半導体デバイスや Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) デバイス、ディスプレイや撮像素子のカラーフィルター等の製法ではフォトリソグラフィ技術が広く用いられており、感光性樹脂と揮発性溶媒から成るレジスト材の塗布・乾燥プロセスが重要な役割を担う。半導体製法においては、レジスト材はエッチング工程でのマスクとして用いられ、レジスト膜厚は 1 μm 前後である。レジストに膜厚ムラが発生した場合、露光工程において意図しない屈折や集光が発生し、これが加工精度に影響する場合もあるが、用途を終えるとレジスト膜は除去するのが一般的であるため、レジスト材の膜厚ム

2023年11月13日受付

*SHIRATORI Suguru

東京都市大学 理工学部 機械システム工学科