

## 反応性蒸着における雰囲気ガスの流束方向による影響

### Effects of Flux direction of Ambient Gas in Reactive Evaporation Process

○仲尾昌浩<sup>1</sup>院<sup>1</sup>, 井上泰志<sup>1</sup>, 高井 治<sup>2</sup> (1.千葉工大, 2.関東学院大)

Akihiro Nakao<sup>1</sup>, Yasushi Inoue<sup>1</sup>, Osamu Takai<sup>2</sup>  
(1.Chiba Inst. Technol., 2.Kanto Gakuin Univ.)

E-mail : nakaoa123@gmail.com

#### 1. はじめに

離散的ナノ柱状構造 (Isolated Nanocolumnar Structure : INS) のようなナノ構造を精密に制御して堆積膜を作製可能な手法に、斜め堆積法がある。その原理は自己遮蔽効果に基づくものであり、高真空および低基板温度が要求されるとともに、原料流束に対して基板を斜めに設置する必要がある。そのため大面積基板への薄膜形成が困難となる。そこで本研究は、基板を原料流束に対して垂直に設置した状態であっても INS を形成可能な条件を模索するため、堆積過程をコンピュータシミュレートすることを目的とする。

#### 2. 研究方法

本研究で構築したプログラムは、ターゲットから放射した原料原子が基板表面へ到達するまでの間に、気相中のガス種からどのような散乱を受けるかを計算する。原料原子の初期条件として、Maxwell-Boltzmann 型のエネルギー分布と、cos 型蒸発角度分布を仮定した。気相中の散乱は、雰囲気ガス種との単純な剛体衝突とし、衝突が発生する確率は、圧力から得られる平均自由行程を減衰定数とする指数関数によって算出した。本研究では、放出された原料原子に一方向から雰囲気ガスが衝突することで角度成分に偏りを与え、擬似的な斜め堆積となるかどうかを調査する。基板を原料流束に対して垂直に設置し、原料流束に対し真横から雰囲気ガス種が衝突する状況での反応性蒸着による薄膜堆積をシミュレーションした。原料原子を In, 雰囲気ガス種を N<sub>2</sub> (300 K, 1000 K, 2000 K), 成膜圧力は 0.1 Pa とし、比較のため、散乱が発生しない条件である 0.001 Pa とともに計算を行った。その他のパラメータは、時間ステップ間隔を 1 μs, 坩堝直径を 10 mm, チャンバー径を 300 mm, 基板サイズを 20 mm × 20 mm, 基板の設置角度を坩堝法線に対して垂直に、坩堝-基板距離 150 mm を、それぞれ入力した。

#### 3. 結果および考察

基板表面に入射した 2<sup>16</sup> 個の原子について、Fig. 1(a), (b) および Fig. 2(a), (b) に、0.001 Pa および 0.1 Pa における各温度での原料原子の基板表面到着時の運動エネルギー分布と入射角度分布を、Table 1 に各条件における平均散乱回数をそれぞれ示す。運動エネルギー分布においては 0.1 Pa (300 K) のみ僅かに低エネルギー側シフトした。これは 300 K の散乱回数が多く、N<sub>2</sub> との衝突時に運動エネルギーを多く奪われたためである。角度分布においては 0.001 Pa の場合おおよそ一定の形状の分布となった。一方、圧力 0.1 Pa では散乱回数の増加とともに高角度側に分布が分散した。従って、反応性蒸着プロセスにおいて、成膜圧力を高くし平均散乱回数が多ければ、入射角度分布が高角度側にシフトするため、高角度の原子を選別することで擬似的な斜め堆積が行える可能性がある。

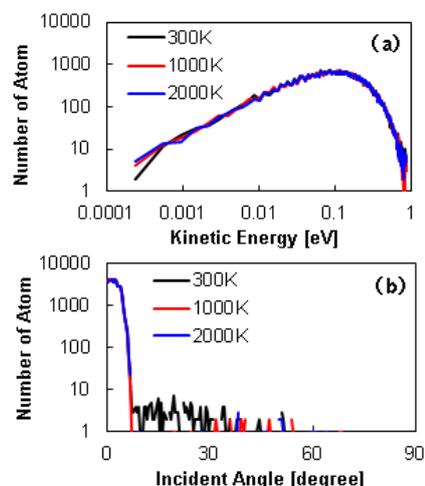


Fig.1 0.001 Pa における(a)運動エネルギー分布と(b)入射角度分布。

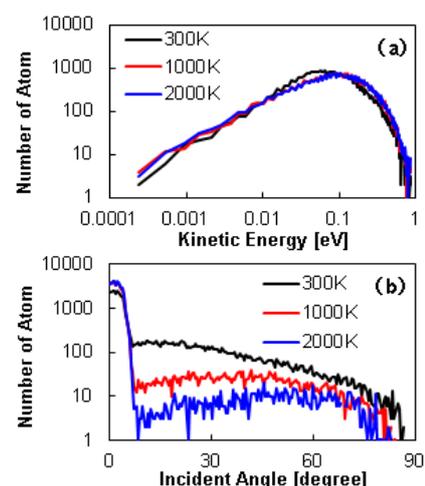


Fig.2 0.1 Pa における(a)運動エネルギー分布と(b)入射角度分布。

Table 1 各条件における基板到達までの平均散乱回数

	300 K	1000 K	2000 K
0.001 Pa	0.0068	0.0016	0.0013
0.1 Pa	0.52	0.10	0.035