

Si 基板上 In 島状膜の形状定数のシミュレーション評価

薄膜・表面物性研究室 増田 謙介
T015064 Kensuke Masuda

背景・目的

基板上に形成された島状膜をスパッタエッチングするとき、島の射影面積を S 、体積を V とすると体積の時間変化は射影面積に比例するので、 $dV/dt = -V^{2/3}$ と表される。また $S = V^{2/3}$ であり、 α および β は In の島の形状に関するパラメータになる。薄膜試料を X 線光電子分光法 (XPS) などの表面分析技術で組成分析すると、射影面積 S に比例する信号強度が得られる。試料をスパッタエッチしながら組成分析すると、 β/α を反映したデプスプロファイルが得られる。XPS による実験で得られたデプスプロファイルを Excel で解析することによって、In 膜の島の形状定数 β/α の値を推測する。また In の膜厚によって β/α がどのように変化するかを調べたい。

シミュレーション概要

In 膜をスパッタエッチングしていくときに観測される In の信号強度は

$$nS(t) = -2 \left\{ -\frac{t}{D_0} \right\}^2 \quad \text{ただし } D_0 \text{ は In の全堆積量、} n \text{ は In の島の面密度}$$

で表せる。縦軸に In 信号強度 $nS(t)$ 、横軸に t/D_0 をとって実験で得られた $nS(t)$ の値と上の式による値の差を 2 乗して、それらをスパッタ時間で合計した。Excel のソルバーを使って、この和が最小になるように β/α の値を求めた。いろいろの膜厚に対して β/α の変化を見た。

結果

フィッティングは 30 ~ 210 nm の 10 個の試料の測定結果に対して行った。フィッティングの例として、図 1 には、膜厚 90nm のときの実験値にモデル式によるグラフをフィットさせたグラフを示す。ここでは、 β/α の値は 0.307 になった。全試料の β/α の平均値は 0.33、標準偏差は 0.03 になった。モデル式は二次関数なので適当なところで切ってフィットさせる必要があった。フィッティングの対象にする範囲は次のように決めた。実験データのうち信用できる信号強度は 300 までとしてその値以上のデータを使った。また初めの点は膜表面の汚れ等により In の信号が弱くなっているのを除いた。図 2 には膜厚を横軸として、 β/α の値を縦軸にとった。30nm はデータ点数の少なさも少し外れているが、膜厚の増加とともに β/α の値は上下にふらつきながら減少する傾向にある。 β/α が小さいことは In の信号減少に時間がかかることを意味する。 β/α の減少のひとつの理由として、射影効果が考えられる。

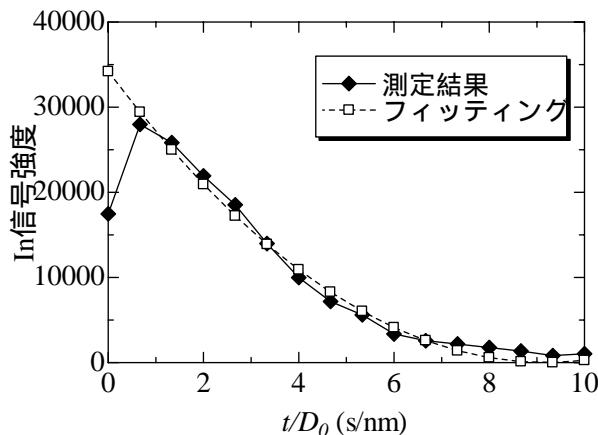


図 1 90nm-In 膜のデプスプロファイル

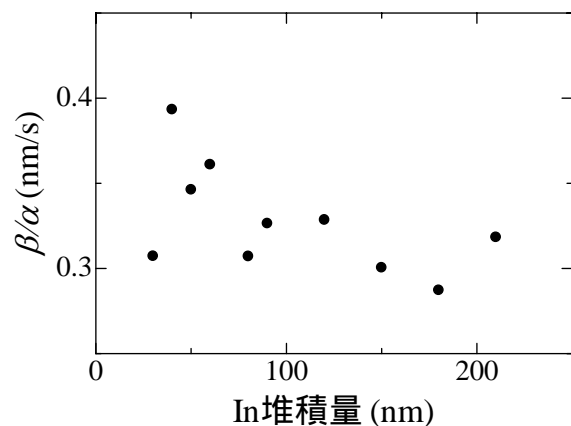


図 2 膜厚による β/α の変化