

イメージングエリプソメトリーにおける分解能に関する考察

Consideration on the ellipsometric resolution of imaging ellipsometry

山梨大工¹, 名古屋大理² °金 蓮花¹, 近藤 英一¹, 飯塚 祐基¹, 大竹 基之¹, ジェローズ
ベルナル²

Univ. of Yamanashi¹, Nagoya Univ.², °Lianhua Jin¹, Eiichi Kondoh¹, Yuki Iizuka¹, Motoyuki Ohtake¹,
Bernard Gelloz²

E-mail: lianhua@yamanashi.ac.jp

イメージングエリプソメトリーは、点計測用エリプソメトリーと光学顕微鏡法を融合した計測方法として、試料の光学定数分布や膜厚分布の測定が可能である [1, 2]. 半導体分野では、パターン化された試料の表面評価にその応用が期待されている.

顕微鏡などのイメージング光学系で最も重要なものは空間分解能であり、一般にレイリーの基準によって定義されている. イメージング光学系が無収差であっても、光学系の開口での回折の影響により、無限小の点の像は同心環状の拡がりを持つ. レイリー定義では、隣り合う 2 つの点で、一つ目の点の第 1 暗環に他の点の中心が位置する状態をもって、2 点の分解能と定義されている. エリプソメトリーは、試料からの反射により生じる偏光状態の変化から、試料の光学定数を求める技術である. 光の偏光状態はその光の強度とは関係ない. エリプソメトリー計測では、一般に偏光素子の回転や位相制御により変調された光強度信号から、エリプソメトリーパラメータ (Δ , Ψ) を求める. 光検出器で得られる光強度信号に、隣り合う 2 つの点からの光が同時に含まれる場合、求めた (Δ , Ψ) は、それぞれの点のそれとは異なる値になる. つまり、(Δ , Ψ) から導く光学定数や膜厚は、実際のそれとは異なる. イメージングエリプソメトリーメータでは、通常の光学系の解像度に加えて、偏光情報を空間的にどのくらい精度よく取得できるかという指標も必要になる.

本報告では、イメージングエリプソメトリー計測における、隣り合う 2 つの点の (Δ , Ψ) が、互いの点像の拡がり影響をほとんど受けない距離をエリプソメトリー空間分解能と定義し、以下のように考えた.

$$r_{ie} \cong 2.23 \frac{\lambda}{NA_c + NA_i}. \quad (1)$$

ここで、 λ はプローブ波長、 NA_c と NA_i はそれぞれ入射側と出射側の光学系の開口数である. 発表では、実際のイメージングエリプソメータによる計測結果を用いて、本定義の有効性と制限などについて報告する.

光学顕微鏡の空間分解能の定義による値が、絶対的な分解能ではなく、一つの目安であるのと似ているように、式 (1) で表すエリプソメトリー空間分解能がイメージングエリプソメトリーの応用の目安となることを期待する.

【文献】

- [1] L. Jin, et. al. Rev. Sci. Instrum. 88, 013704 (2017).
- [2] L. Jin, et. al. Jpn. J. Appl. Phys. 56(11), 116602 (2017).