

エリプソメトリーにおける観測窓補正の一般化

Generalized method of window correction for ellipsometry measurement

山梨大 院医工, ○金 蓮花, 春日 翔貴, 近藤 英一

Univ. of Yamanashi, ○Lianhua Jin, Syouki Kasuga, Eiichi Kondoh

E-mail: lianhua@yamanashi.ac.jp

【はじめに】エリプソメトリーは真空容器や高圧容器や液体容器などのチャンバー内の試料の光学特性を評価できる計測方法である。チャンバーの入射側と出射側に含まれる 2 つ観察光学窓は、製作過程、設置過程、実験過程で生じる圧力により複屈折性や旋光性、またはこれらの複合性質を示す。その以外に、窓全体における圧力の分布性により、これらの性質もプローブビーム径内で分布をもつ。その場計測ではこれらの影響の補正を行わなければならない。これまで、我々のグループは窓の複屈折性の補正方法を開発した[1]。本研究では、観察窓の様々な影響を考慮した一般化補正方法を紹介する。

【補正原理】光と窓の相互作用は以下のミューラー行列で表すことができる。

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A & B & -C \\ 0 & B & D & E \\ 0 & C & -E & F \end{pmatrix} \quad (1)$$

窓のもつ光学性質やその分布性によりミューラー行列中の要素は変わるが、非対角要素間の対称性または反対称性は変わらない。この特徴は窓補正方法の一般化につながる重要なコンセプトになる。したがって、入射窓(W_1)—試料(S)—出射窓(W_2)系のミューラー行列 W_2SW_1 は次式になる。

$$W_2SW_1 = \begin{pmatrix} 1 & -NA_1 & -NB_1 & NC_1 \\ -NA_1 & A_1A_2 + S\alpha(B_2B_1 - C_2C_1) + S\alpha(C_2B_1 + B_2C_1) & B_1A_2 + S\alpha(B_2D_1 + C_2E_1) + S\alpha(C_2D_1 - B_2E_1) & -C_1A_2 + S\alpha(B_2E_1 - C_2F_1) + S\alpha(C_2E_1 + B_2F_1) \\ -NB_1 & A_1B_2 + S\alpha(D_2B_1 + E_2C_1) - S\alpha(E_2B_1 - D_2C_1) & B_1B_2 + S\alpha(D_2D_1 - E_2E_1) - S\alpha(E_2D_1 + D_2E_1) & -C_1B_2 + S\alpha(D_2E_1 + E_2F_1) - S\alpha(E_2E_1 - D_2F_1) \\ -NC_1 & A_1C_2 - S\alpha(E_2B_1 - F_2C_1) - S\alpha(F_2B_1 + E_2C_1) & B_1C_2 - S\alpha(E_2D_1 + F_2E_1) - S\alpha(F_2D_1 - E_2E_1) & -C_1C_2 - S\alpha(E_2E_1 - F_2F_1) - S\alpha(F_2E_1 + E_2F_1) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

ここで、 N , $S\alpha$, $S\beta$ は試料のエリプソパラメータ Δ と Ψ でなる要素である。補正は以下の流れで行う。①加工したい試料（または標準試料）の N_a , $S\alpha_a$, $S\beta_a$ を空气中で計測する。②チャンバー内で同じ試料のミューラー行列を測定する。③ミューラー行列要素 m_{12} - m_{44} を用いた 15 元連立方程式から各窓の A-F 或いはミューラー行列 W_2 と W_1 得る。④以下の式から試料のミューラー行列 S を求め、最後に試料の Δ と Ψ を得る。

$$S = W_2^{-1}(W_2SW_1)W_1^{-1}. \quad (3)$$

補正を行う際に注意しなければならないのは、ミューラー行列の各要素の測定精度である。補正した結果を評価する時は、各要素による誤差伝播についても考慮する。

参考文献：

L. Jin and E. Kondoh, "Correction of large birefringent effect of windows for in situ ellipsometry measurements," Opt. Lett., 39, 1549-1552, (2014).