

## その場エリプソ計測における観測窓の影響の補正

## Window correction of in-situ ellipsometry measurement

山梨大 院医工, °金 蓮花, 近藤 英一

Univ. of Yamanashi, ° Lianhua Jin, Eiichi Kondoh

E-mail: lianhua@yamanashi.ac.jp

【はじめに】エリプソメトリーは測定精度が高くかつその場計測ができるため、真空容器や高圧容器や液体容器などのチャンバー内でプロセス中の試料の評価にもしばしば用いられる。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、実験過程で光弾性効果により複屈折性を示す。その場エリプソ計測における光学窓の影響を小さくするため、実験条件により複屈折の小さい材料を選び、同時に小さい角度近似を用いた窓補正が多く使われている<sup>1)</sup>。大きい複屈折をもつ窓補正方法も報告されているが、幾つかの実験ステップを踏まえて、計測・窓補正を行うため手間がかかる<sup>2)</sup>。本研究では、1 回の測定で 2 つ光学窓の光弾性効果および試料のエリプソパラメータ $\Delta$ と $\Psi$ を同時に得る方法を提案し、証明実験を行う。

【計測原理】入射窓( $W_1$ )—試料( $S$ )—出射窓( $W_2$ )系のミューラー行列  $W_2SW_1$  は以下の式で表すことができる。

$$W_2SW_1 = \begin{pmatrix} 1 & -A_1 \cos 2\Psi & -B_1 \cos 2\Psi & C_1 \cos 2\Psi \\ -A_2 \cos 2\Psi & & & \\ -B_2 \cos 2\Psi & & \text{Sub}(W_2SW_1) & \\ -C_2 \cos 2\Psi & & & \end{pmatrix}, \quad (1)$$

ここで、 $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$  はそれぞれ窓の複屈折位相差  $\delta_i$  と主軸方位  $\theta_i$  となる関数であり、 $\text{Sub}(W_2SW_1)$  は各窓の  $\delta_i$ ,  $\theta_i$  および試料のエリプソパラメータ  $\Delta$  と  $\Psi$  でなる  $3 \times 3$  行列である。式(1)のミューラー行列要素  $m_{12}$ ,  $m_{13}$ ,  $m_{14}$ ,  $m_{21}$ ,  $m_{31}$ ,  $m_{41}$  から  $\delta_i$  ( $0^\circ \leq \delta_i \leq 180^\circ$ ),  $\theta_i$  ( $-90^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ$ ) を求めて、各窓のミューラー行列  $W_2$  と  $W_1$  を得る。つづいて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  $\Delta$  と  $\Psi$  を得る。

$$S = W_2^{-1}(W_2SW_1)W_1^{-1}. \quad (2)$$

【実験及び結果】シリコン基板上に成長させた酸化膜 (膜厚 25nm) を試料にし、4 分の 1 波長フィルムを両窓にし、ミューラー行列分光エリプソメータを用いて入射窓—試料—出射窓系のミューラー行列を計測した。図 1 は本方法を用いて補正された  $\Delta$  と  $\Psi$  を示す。補正後の各エリプソパラメータは窓無状態で計測された値と良く一致する。

【結論】一回の計測で、入射窓と出射窓の光弾性効果と試料の光学特性を導く方法を提案した。チャンバー内の条件の時間的な変化とともに入射窓と出射窓の光弾性効果が変わる場合でも、試料の光学的状態を求めることができる。また、観察窓の光弾性効果による複屈折位相差における制限がないため、試料本来の光学特性を正確かつ高速に評価することができる。

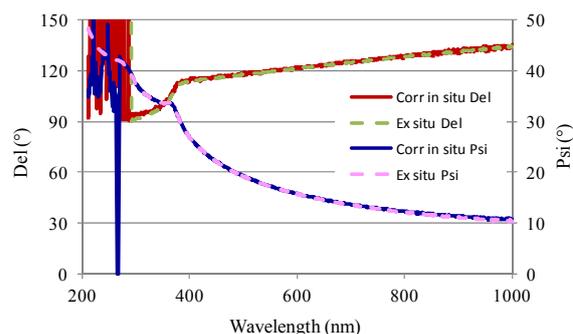


Fig. 1  $\Delta(^{\circ})$  and  $\Psi(^{\circ})$  of sample after window correction

参考文献：

1. H. G. Tompkins, E. A. Irene, "Handbook of Ellipsometry," (2005)
2. N. Nissim, et. al, Optics Communications, 282, 3414-3420 (2009)