

(335) オンライン用高速エリプソメータの開発

日本鋼管㈱ システム技研 ○宮崎孝雄 山田善郎

1. 緒言

数10～数100Åの薄膜厚を測定する方法としてエリプソ法が知られている¹⁾。従来のエリプソ法として消光法や回転検光子法²⁾が提案されているが、高速で動く測定対象に適用することは、原理面、エンジニアリング面から困難であった。この問題を解決するため、エリプソメトリの原理面から検討を加え、簡単な光学系と高速測定を特徴とする3ch型エリプソメータを開発した。この原理を錫めっきラインのオンライン塗油量計に応用し良好な結果を得た。

2. 3ch型エリプソメータの原理

エリプソ法は、2つのエリプソパラメータ Δ (位相角), ψ (振幅比角) の測定値から一定の関係式に基づいて膜厚を求める方法である¹⁾。

本エリプソメータは、測定時間の高速化に対応するため反射光を3本のビームに分けることにより、可動部なしでエリプソパラメータを求めるものである。入射光を -45° の直線偏光とする。各チャンネルの測定ゲインを調整後、各検光子方位角 A_1, A_2, A_3 を $0^\circ, 45^\circ, -45^\circ$ に固定する。この状態での各チャンネルの光量出力値 I_1, I_2, I_3 を用いて、エリプソパラメータは、

次式で表わせる。

$$\cos \Delta = \frac{I_3 - I_2}{2I_1} \sqrt{\frac{I_1}{I_2 + I_3 - I_1}}, \quad \tan \psi = |\sigma_1 \sigma_2| \sqrt{\frac{I_1}{I_2 + I_3 - I_1}} \quad (1)$$

ここで、 $|\sigma_1 \sigma_2|$ は、ビームスプリッタの屈折率、反射光の入射角によって決まる定数である。

3. オンライン計測への適用

透明で100Å以下の薄膜の場合、膜厚 d と位相測定値 $\cos \Delta$ は比例関係にある。また、下地の位相値 $\cos \Delta_0$ は、表面粗さ等により変動するが、2波長 λ_1, λ_2 に対する測定値の間には一定の関係があり、膜厚 d と等価な単位面積当りの油量 m は結局(2)式で近似できる。

$$m = \kappa_0 + \kappa_1 \cos \Delta_{\lambda_1} + \kappa_2 \sqrt{\kappa_3 + \frac{1}{\kappa_1} \cos \Delta_{\lambda_2} - \cos \Delta_{\lambda_1}} \quad (2)$$

$\kappa_0 \sim \kappa_3$ は、実験的に決まる定数。 $\cos \Delta_{\lambda_1}, \Delta_{\lambda_2}$ は波長 λ_1, λ_2 における測定値。オンライン試験の結果、 $\pm 1 \text{ mg/m}^2$ の精度を確認した。

4. 結言

単純な光学系をもち、オンライン測定に適する3ch型エリプソメータを開発した。この原理による2波長3ch型エリプソメータを錫めっきラインの塗油膜測定に適用し、オンライン化の見通しを得た。

5. 文献

- 1) R. M. A. Azzam & N. M. Bashara : Ellipsometry and polarized light, North-Holland, 1977
- 2) P. S. Hauge : IBM J. Res. Devel. 17 (1973) 472

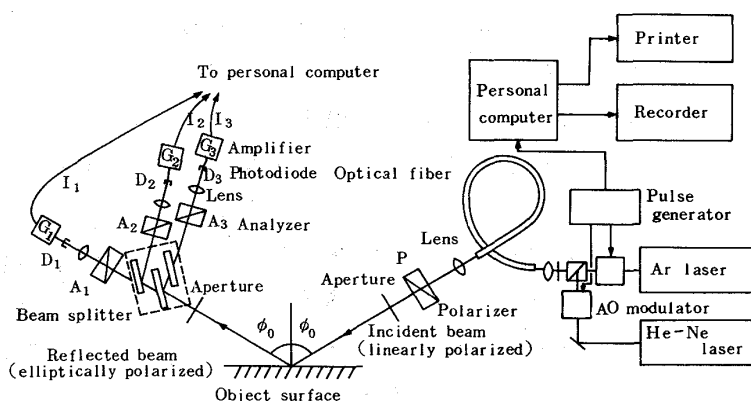


Fig. 1 Schematic diagram of 3 channel ellipsometer

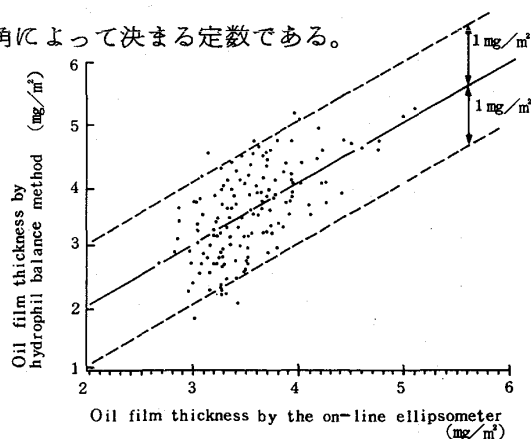


Fig. 2 Measured values by the on-line ellipsometer are plotted against those by hydrophil balance method