Error Analysis in Optical Heterodyne Ellipsometry

光ヘテロダイン偏光解析法における誤差要因の検討

Toshihisa SATO and Hideshi YOKOTA

DEPARTMENT OF ELECTRO-PHOTO-OPTICS, FACULTY OF ENGINEERING TOKAI UNIVERSITY

1117 KITAKANAME, HIRATSUKA, KANAGAWA, 259-12 JAPAN

(Accepted for publication 18 November 1993)

1. はじめに

金属表面及びその表面に付着した薄膜の光学特性の測定において偏光解析法は有用な方法の一つである。しかし、従来の偏光解析装置は $\lambda/4$ 等の機械的可動部による誤差が問題となる。そこで、光ヘテロダイン偏光解析法を用いた機械的可動部のない偏光解析装置¹の試作を行った。

光ヘテロダイン干渉法により偏光解析パラメータの高精度計測を行うためには、高精度で位相測定を行う必要がある。ここでは、位相測定における誤差要因（外乱）を改善するために、光学系の小型化により π - π 信号位相差の時間変動（揺らぎ）の低減を行ったので報告する。

2. 原理及び実験方法

Fig. 1 光ヘテロダイン・エリプソメータ

Fig.1に光ヘテロダイン偏光解析装置の構成図を示す。光源からの出射光がマッハ・ゼンダ干渉系に入射後、角周波数 ω_1 , ω_2 に音響光学変調器(AOM)で変調される。これらの光波の重ね合わせにより、 π - π 信号(角周波数 $\omega_1 - \omega_2$)が検出される。このとき、試料により一方の光路の光波でP, S-偏光成分の位相と振幅の変化が、2つの π - π 信号で得られる π - π 信号の位相差と振幅比変化として得ることができる。ここで、試料面と偏光 π - π リット(PBS)の入射面は一致しているとする。このように、 π - π 信号の位相差と強度比を測定することにより試料の偏光解析パラメータ(Ψ , Δ)を実時間で得ることができる。しかしながら、光ヘテロダイン干渉法により位相測定

を行う場合、以下の要因により π - π 信号の位相、振幅の時間的変動（揺らぎ）が問題となる。

- ・ 外乱（実験環境、振動、温度変化、空気の揺らぎ等）
- ・ 光源の光周波数、強度安定度
- ・ π - π 周波数安定度
- ・ 音響光学変調器(AOM)の π - π リット

本実験では、外乱等の影響を最小限にするために光学系の小型化を行い π - π 信号の揺らぎの低減を行った。

3. 実験結果及び考察

Fig.2, Fig.3にそれぞれ小型化前後の π - π 信号位相差の揺らぎを示す。

Fig. 2 小型化前の π - π 信号位相差の揺らぎ(150×150)

Fig. 3 小型化後の π - π 信号位相差の揺らぎ(30×15)

光学系の小型化により10分の1程度 π - π 信号位相差の揺らぎは低減された。

3. まとめ及び今後の課題

光学系の小型化により π - π 信号位相差の揺らぎは10分の1程度に低減された。今後は、周波数、強度安定化光源の試作を行い、 π - π 信号位相差1(deg/min)、強度(0.1%)の安定化を行う予定である。

参考文献

- 1 Chin-hwa Lin, Chien Chou and Ken-su Chang, Appl. Opt. 29, 5159-5162 (1990)