

塗装膜厚測定のための  
二重変調方式反射型 THz エリプソメータ  
Double-modulation Reflection-type Terahertz Ellipsometer  
for Measuring the Thickness of a Thin Paint-film

岩田 哲郎、上村 裕明、水谷 康弘、安井 武史

要 旨

金属表面上の塗装薄膜の厚さの精密測定を目的とした「二重変調方式反射型テラヘルツ (THz) エリプソメータ」について紹介する。通常の塗装膜は、可視から中赤外光に対しては不透明なため、光学的な非接触測定が難しい。しかし THz 光に対してはほぼ透明となる。一方、基板である金属は不透明であるため、反射型エリプソメータの構成となる。これに二重変調方式と直交位相検波の手法を導入する。その結果、エリプソメトリのパラメータである位相差  $\Delta$  と振幅比角  $\Psi$  が角周波数  $\omega$  の関数として一度の測定で取得できるようになる。すなわち、膜厚のみならず屈折率分散も推定できるようになる。ポンプレーザに起因する  $1/f$  雑音や検出器出力の同相雑音も抑制できる。本稿では、Al 基板上の厚さ  $4.3\mu\text{m}$  の黒色ラッカー塗膜を相対標準偏差 1.4% で取得した結果を示す。さらに二層膜の測定結果も示す。異方性薄膜への対応についても述べる。

キーワード：塗装膜、膜厚、テラヘルツ、エリプソメータ

Abstract

We introduce a double-modulation reflection-type terahertz (THz) ellipsometer for measuring the thickness of a paint coating on a metal surface. Because the normal paint coating is not transparent for the visible and the mid-infrared light, we cannot use a conventional non-contact optical-measurement technique. However, it is transparent for the THz light. Then we can use the reflection-type ellipsometer. Here, we have introduced two techniques: the double modulation and the quadrature signal-detection technique. As the result, we can obtain two ellipsometric parameters, phase difference  $\Delta$  and amplitude-ratio angle  $\Psi$ , through a single measurement, which means that we can estimate the dispersion relation of the refractive index of the paint coating as well as its thickness. Also, we can eliminate the flicker noise due to a pump laser and the common-mode noise in signal detection. In the present article, we show the measurement result of a  $4.3\mu\text{m}$ -thickness black-lacquer paint-coating. We also

---

2014年10月27日受付  
IWATA Tetsuo, UEMURA Hiroaki, MIZUTANI Yasuhiro, YASUI Takeshi