

基板の表面粗さが光学薄膜の光散乱特性に与える影響 2

Influence of light scattering on structures of optical thin films by substrate surface roughness 2

東海大工光・画像工学科¹, (株) シンクロン², 東海光学株式会社³ ○杉山拓也¹, 室谷裕志¹,
松本繁治², 本多博光², 田村耕一³, 杉浦宗男³

Department of optical and Imaging Science & Technology School of Engineering of Tokai University.¹,
SHINCROON CO.,LTD.², TOKAI OPTICAL CO.,LTD.³

○Takuya Sugiyama¹, Hiroshi Murotani¹, Shigeharu Matumoto², Hiromitsu Honda²

Koichi Tamura³, Muneo Sugiura³

E-mail: murotani@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1. 背景・目的 最近のデジタルカメラに代表される光学製品の高性能化に伴い、光学薄膜の光学特性に対する要求が高くなってきている。特に光散乱による光損失は無視できないものとなっている。膜の光散乱が起こる要因としては、膜の表面や界面・内部の構造などが上げられる。膜の構造に影響を与えるものとして基板の表面状態がある¹⁾²⁾。本研究では基板表面粗さの影響に注目し、基板表面粗さによる成膜後の光学薄膜の光散乱特性への影響を調査することを目的とした。本報告では、各種成膜条件下で成膜した膜の基板の表面粗さと光散乱の関係について報告する。

2. 実験方法 本実験では、青板ガラス（フロート面）と、成膜用基板 BK-7 ガラス基板（SCHOTT 社製）を用いて成膜を行った。この基板を研磨することにより表面粗さの異なる基板を作製した。成膜方法は、EB 法（Electron Beam）と IAD 法（Ion beam Assisted Deposition）により TiO₂ 単層膜を成膜した。成膜では基板温度とイオンガン出力を変化させ成膜を行った。成膜された光学薄膜の光散乱特性および膜の構造評価を行った。一般的に光学薄膜の散乱評価において、ヘーズ値があるが不十分な点がある³⁾。そこで、本研究における散乱特性の評価は、本研究室にて提案している、波長情報をもつ光散乱特性の定量評価方法を用いた⁴⁾。光散乱の評価方法は分光光度計と積分球を用いて試験片を透過した全光線透過光と、光線の散乱成分のみの拡散透過光を測定した。測定された全光線透過光と拡散透過光より、 $(\text{拡散透過光}) / (\text{全光線透過光}) \times 100 [\%]$ の式より算出することで、光学薄膜の光散乱特性を評価した。膜の散乱値は成膜前後の差を取ることで、膜のみの散乱値とした。

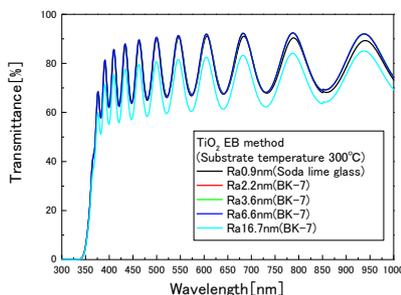


Fig.1 Transmittance spectra

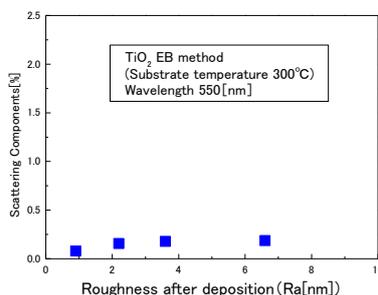


Fig.2 scattering components and the roughness of the film surface

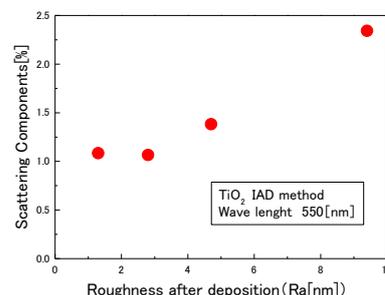


Fig.3 scattering components and the roughness of the film surface

3. 実験結果及び考察 光学薄膜の分光透過率を Fig.1 に示す。EB 法（基板温度 300°C）での成膜後の表面粗さと波長 550 [nm] での散乱値の関係について Fig.2 に示す。また、IAD 法での成膜後の表面粗さと波長 550 [nm] での散乱値の関係について Fig.3 に示す。この、EB 法と IAD 法の結果を比較すると EB 法では膜の表面粗さが大きくなるにつれて散乱値が徐々に増えていることがわかる。一方、IAD 法は膜の表面粗さが Ra4~5 [nm] の辺りで大きく増加していることがわかる。また、EB 法と IAD 法を比較すると膜の表面粗さが約 Ra4 [nm] 以下では、散乱値の強度に約 1/4 ほどの差が生じていることがわかる。EB 法と IAD 法では、EB 法は膜の表面粗さが IAD 法よりも小さいため、散乱値の増加が IAD 法よりも小さいと考えられる。また、IAD 法ではイオンガンによるアシスト効果によって核の成長が抑制されるため膜の表面粗さが約 Ra4 [nm] 以下では抑制作用により散乱値の増加も抑えられていると考えられる。しかし、基板の表面粗さが大きい場合イオンガンによるアシスト効果が核の成長を抑制しきれず、膜の表面粗さが大きくなり散乱値が増加したと考えられる。

4. 結論 IAD 法ではある粗さまで光散乱を抑えることができるが、ある粗さを超えると光散乱を抑えられなくなる。

5. 謝辞 株式会社シンクロンの方々、東海光学株式会社の方々、東海大学未来科学技術共同研究センター技術共同管理室の宮本氏、原木氏に感謝いたします。

6. 参考文献 1) 原田敏憲他：基板の表面粗さが光学薄膜の光散乱特性に与える影響、「第 60 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集」28p-PB4-1,P06-285(2013). 2) 原田敏憲他：表面粗さが異なる基板に成膜された光学薄膜の光散乱特性「東海大学紀要工学部」Vol.52, No2, p129-134(2012). 3) JIS K7136(ISO 14782) : 「プラスチック-透明材料のヘーズの求め方」(2000). 4) 大日向哲郎他：光学薄膜における光散乱計測方法の検討、「東海大学紀要工学部」vol.47, No.2 p.39-42(2008).