

高密度レリーフホログラムの 低反射率の成因

小野雄三・木村靖夫・太田義徳・西田信夫

日本電気(株)光エレクトロニクス研究所

〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

光の波長 λ に対して周期 d が $\lambda/d > 2$ なるレリーフ格子は、反射率が低いことが知られている¹⁾。今回、格子部の屈折率が格子の稠密性のために実効的に基板部よりも低く、かつ深さ方向に分布屈折率になっているために反射防止膜の作用をしているというモデルで、実験結果を説明できたので報告する²⁾。本モデルでは、正弦波断面格子が深さ方向について、周期に対する溝幅比の異なる多数の矩形格子層の積み重ねで形成されており、さらに各格子層をそれぞれ実効的に屈折率の異なる均質薄膜と見なすことで、格子が光学的多層薄膜と等価であるという仮説を設定した。 $\lambda/d \gg 1$ の場合の式³⁾から求めた図1に示す各格子層の実効屈折率は、格子が、格子の上層ほど屈折率が小さく基板に近づくほど屈折率の大きい屈折率分布をもつ多層反射防止膜であることを示している。そこで、反射率をマトリクス法⁴⁾を用いて求めた。格子部を数千層、すなわち各層厚を約 0.1 nm にすることで、反射率の計算値は収斂値に達した。反射率は溝深さとともに急激な減衰振動で減少し、ほとんどの溝深さで低反射率になっている(図2)。さらに広い波長域と入射角範囲で低反射率になることもわかった。溝断面形状を選択して実効屈折率分布を最適化することで、数値解析での最小反射率は $10^{-4}\%$ 以下が得られた。

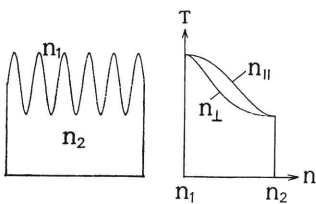


図1 正弦波状格子の実効屈折率

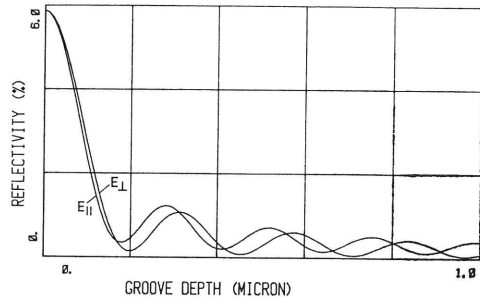


図2 溝深さに対する反射率依存性

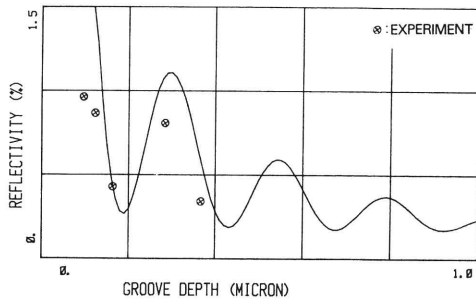


図3 実験結果

実験では、周期 $0.31 \mu\text{m}$ の正弦波状断面格子を He-Cd レーザー ($\lambda = 441.6 \text{ nm}$) の二光束干渉でフォトレジストに形成し、溝に対し 45° 方向の直線偏光 ($\lambda = 632.8 \text{ nm}$) を垂直入射し反射率を測定した。一方、同一測定場所の溝深さは構造性複屈折を測定し、正弦波状断面を仮定して算出した⁵⁾。結果は計算結果とほぼ一致(図3)、 $\lambda/d \sim 2$ の格子でも、本モデルを適用できることがわかった。

文 献

- 1) R. Enger and S. Case: Appl. Opt., **22** (1983) 3220.
- 2) Y. Ono, Y. Kimura, Y. Ohta and N. Nishida: OSA Spring '86 Topical Meeting on Holography Technical Digest, March (1986) p. 69.
- 3) M. Born and E. Wolf: Principles of Optics (Pergamon, Oxford, 1970) Chap. XIV.
- 4) 神山雅英編著: 薄膜工学ハンドブック (オーム社, 東京, 1964) II-7 章.
- 5) 小野雄三, 西田信夫: 第46回秋季応物学会, 2p-H-7 (1985).