

光をプローブとした微細構造評価における光学モデルの検討

○海老澤 瑞枝^{*1)}、中村 広隆^{*1)}、岩永 敏秀^{*2)}、
中島 敏晴^{*1)}、山本 哲雄^{*1)}、梶本 博司^{*3)}

1. はじめに

光を、波長と同程度かそれよりも小さな構造をもつ表面や材料に入射すると、構造に応じて振幅・位相成分が敏感に変化する。そのため、光は構造評価のための高感度なプローブとして広く用いられている。しかし、光による評価法は直接的な観察・測定手法ではないため、実際の構造をモデル化し、シミュレーションや解析を介して構造と光の変化を対応付けることが不可欠となる。この際に、適切なモデルの設定と解析手法の選択が重要であり、本稿では、いくつかの光学モデルと解析法の有用性、および適用範囲について述べる。

2. 一次元構造をもつ異方性表面のモデルおよび解析法の比較

光学モデルの検討の一例として、断面が三角形の一次元構造をもつ異方性表面について示す。0次の透過光強度と異方性構造によって生じる光の位相差（構造周期に対して平行に振動する光と垂直に振動する光の位相差）を、異なるモデルと解析方法で比較した。モデルと解析方法の組み合わせを表1に示す。

RCWA（厳密結合波解析）は、構造を有限な数の層に分割して、入射面から順に各層における電磁波を解析する。一方、構造型複屈折理論は、構造と媒質の体積比で屈折率を平均化し、構造の形状や大きさには依存しない解析手法である。今回、構造の屈折率は1.5、媒質の屈折率は1とした。また、多層膜構造の幅はここでは周期幅の半分とし、各層の屈折率はマルチステップ構造の各層の平均屈折率と等しくなるよう、有効媒質近似を用いて決定した。マルチステップ構造および多層構造はいずれも10層とした。

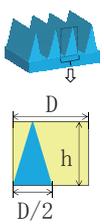
3. 解析結果と考察

異方性構造の1周期の幅 D を入射光波長 λ で規格化した周期幅 D/λ に対する透過光強度と、位相差の解析結果を図1に示す。透過光強度のみに注目すると、 $D/\lambda < 0.7$ 程度までマルチステップ構造と多層膜構造の結果は一致した。一方、位相差に注目すると、両者が一致するのは $D/\lambda < 0.3$ 程度の範囲であった。このことから、光強度（振幅成分）に比べて位相成分の方が微小な構造に対して高感度であると言える。また、 $D/\lambda < 0.3$ 程度の範囲においては、RCWAと構造型複屈折の理論から求めた位相差の計算値は5%以内で一致した。これより、この範囲の構造については、計算の簡便な構造型複屈折理論が充分有効であると言える。

4. まとめ

同一形状の構造について、異なる光学モデル、解析手法で光の強度と位相差を比較した。それぞれのモデルの有効範囲は構造サイズによって異なり、シミュレーションや計算によって光学特性を検討する際には、構造に応じたモデルと解析法の選択が重要である。

表1. モデルと解析方法

		モデル	解析方法
	①	マルチステップ構造	RCWA
	②	多層膜構造	
	③	媒質：構造 3:1	構造型複屈折

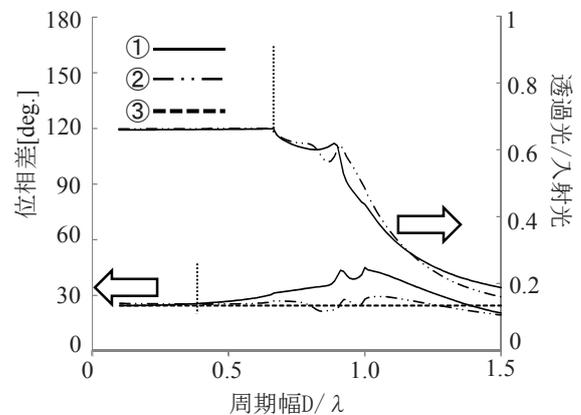


図1. 位相差と透過光強度の解析結果

*1)光音技術グループ、*2)経営企画室、*3)広報室