

光波長センサによる 薄膜膜厚測定装置の小型化・簡素化

豊橋技術科学大学 大学院工学研究科
電気電子情報工学系
准教授 崔 容俊

- **フィルタフリー波長センサの適用（特開2024-162009）**
 - 光学フィルタを必要とせず、重心波長の検出精度が0.1 nm以下を計測可能な独自のフィルタフリー波長検出センサを採用
- **膜厚変化をリアルタイム検出**
 - 薄膜の変化を重心波長の変化として計測することで、既存の複雑な分光処理に必要な時間と構造を簡略化
- **膜厚計測システムの小型・オンチップ化の実現**
 - 分光光度計を必要としない簡単なシステム構成により、手のひらサイズで膜厚の計測が可能

- 基板上に形成される各種薄膜の膜厚を計測
 - 反射計測法によるシリコンなど基板表面上の有機膜、レジスト膜、無機膜などの様々な膜厚を計測可能なシステム
- 特定基板上の有機・無機分子層の吸着・反応モニタリング
 - 基板表面への化学的気相堆積(CVD/ALD)や自己組織化(SAM)プロセスなどにおける、単分子層レベルの成長状況をリアルタイムで計測可能なシステム
- 環境・バイオ・化学状態変化センサ
 - センサ受光部にターゲット有機/無機膜を成膜し、環境物質や特定成分の吸着による微細な膜厚変化を計測可能なシステム

従来技術とその問題点

■ 既存技術（分光法による膜厚測定）

- 現在実用化されている多くの装置は、回折格子や検出器アレイ等の光学部品を集積した高価かつ複雑な分光システムを用いる

■ 提案技術

- 膜厚変化をリアルタイム計測

：薄膜変化によるスペクトルの変化を重心波長として直接計測することにより、複雑な分光処理を排除し、迅速な膜厚計測が可能

- 超小型・オンチップ化

：分光光度計の構造を必要としない簡単なシステム構成であり、手のひらサイズでの膜厚計測が実現

新技術の特徴・従来技術との比較

比較項目	従来技術（分光反射率法）	新技術（本提案システム）
装置サイズ	大型	小型・オンチップ化可能
アライメント調整	複雑・定期的な校正が必要	簡素（CMOSセンサ）
測定速度	分光のスキャンによるタイムラグ	重心波長計測による即時応答
システムコスト	非常に高価	CMOSセンサと計測システム

■ 重心波長の検出メカニズム

- シリコンの光吸収深さの波長依存性を利用し、スペクトルの重心波長を0.1 nm以下の精度で計測

■ 簡単な膜厚計測システム

- 干渉フィルタ等の光学部品を通さず、光源とフィルタフリー波長センサのみで膜厚計測が可能な簡単な構造

■ 屈折率と膜厚の同時計測

- 電流比の演算アルゴリズムを組み合わせることで、薄膜表面の微小な屈折率変化または膜厚を正確に計測

■ 開発済みの要素

- 原理実証用のセンサチップ試作、および基本アルゴリズムの構築
- シリコン酸化膜(SiO_2)を用いた基礎的な膜厚変化の測定と応答性の確認

■ 今後解決すべき課題

- 膜厚計測のダイナミックレンジ向上
： 数nmから数十 μm までの膜厚を計測可能なアルゴリズムの最適化
- 多様な薄膜材料への対応
： 誘電体膜だけでなく、高屈折率膜や有機薄膜における反射スペクトルデータの蓄積とデータベース化
- 環境変化に依存しないシステムの構築
： 温度変化等によらず高精度計測可能なアルゴリズム開発

■ 初期・基礎段階（完了）

- シミュレーションによるセンサ構造の設計・最適化
- 波長検出センサの試作および膜厚評価を完了

■ 現在進行形（現在）

- プロトタイプとなる簡素化された膜厚測定システムの構築
- 標準試料を用いたキャリブレーションデータの収集

■ 3年後（実用化）

- パッケージングされたオンチップ測定ユニットの製品化
- モジュール、ポータブル測定器としての販売展開

■ 求める企業の専門技術

- 光学測定に向けたアセンブリ・パッケージング技術を持つ企業
- 測定データの処理、またはシステム・ソフト開発能力を有する企業
- 小型膜厚計測システムにより、有機・無機膜の評価を希望する企業

■ 希望する連携形態

本技術は、光学計測法を用いた膜厚計測システムであり、医療・産業・生物・食品・農業・バイオ・環境など多岐にわたる分野への展開が可能であり、他技術との融合によって新たな価値を創造することが期待されます。現在、これらの技術を活用した革新的な計測装置の開発を検討されている企業との共同研究を希望しています。

フィルタフリー波長検出センサは、シミュレーション・設計・CMOSプロセス・評価に至る全工程を本学の施設内で行っています。

本技術に関する知的財産権

発明の名称 膜厚測定装置及び測定方法

出願番号 特願 2025-225417

出願人 国立大学法人 豊橋技術科学大学

発明者 崔 容俊、澤田 和明

お問合せ先: 研究推進アドミニストレーションセンター

Phone: 0532 - 44 - 6975 FAX: 0532 - 44 - 6980

E-mail: sangaku@rac.tut.ac.jp 担当: 白川正知