

表面プラズモン・センサ

使用したツール：ModePROP、MOST

概説

材料界面での電磁界の振る舞いは多くの物理と化学の特性に直接関連するので、表面プラズモン共鳴のような表面の現象はセンサ技術において重要な役割を果たします。これらのセンシングの方法は、正確で非侵襲性のセンシングを可能にするというさらなる利点があり、研究の入口と出口の両方で迅速な成果をもたらします。表面プラズモンをベースにしたセンサは、より大きなシステムに直接取り込まれつつあり、多くの特性(医療、産業、あるいは他の分野における特定の合成物の温度、その存在または濃度を含む)を検出します。

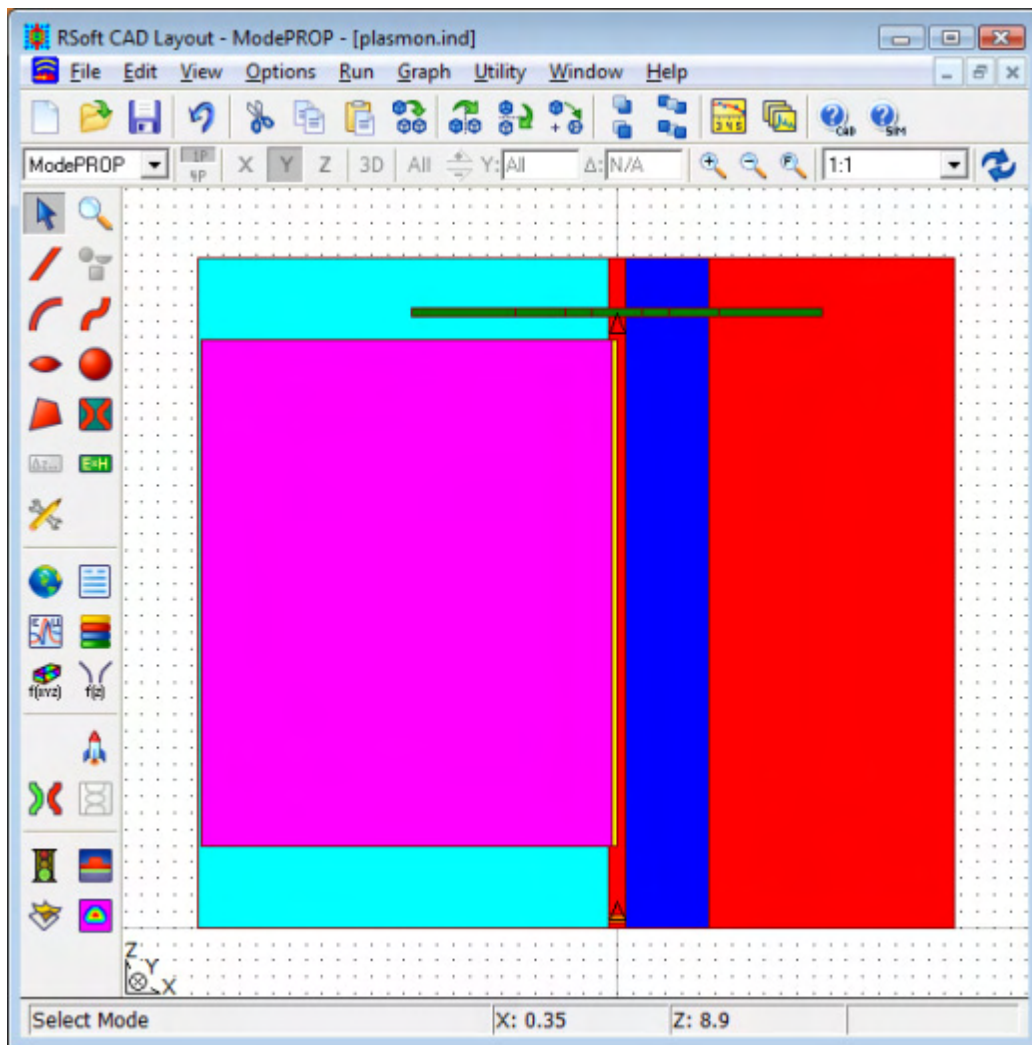
多種多様なアプリケーションに光学センサを取り込む必要性が、製造が容易で既存の半導体技術で使われるより小さなセンサの作成を促します。しかしながら、センサを含むどのような光学デバイスのサイズも小さくなっているため、シミュレーション・ソフトウェアの必要性が増大しています。

この構造は、参考文献[1]で記述されている構造に基づいています。

構造の概要

この構造は、SOI 導波路構造内の小さな干渉計で構成されており、古典的なマッハツェンダー・デバイスのような機能を果たします。小さな金の板が導波路の中に埋め込まれており、測定される材料が板の上であり、シリコン導波路と酸化層が板の下にあります。SOI 導波路内を伝搬するモードが板に入射され、2つの表面プラズモン・モード(金属板の各々の面にある)に結合します。板の別々の面は異なる屈折率を持つため、これら2つのモードは異なる伝搬定数を持ち光路差が生じます。そして板の終端で2つのモードは干渉して、出力パワーに変化をもたらします。テスト材料の屈折率と出力パワーは相関関係にあり、したがって値が検出されます。

この構造は CAD では以下のように見えます。

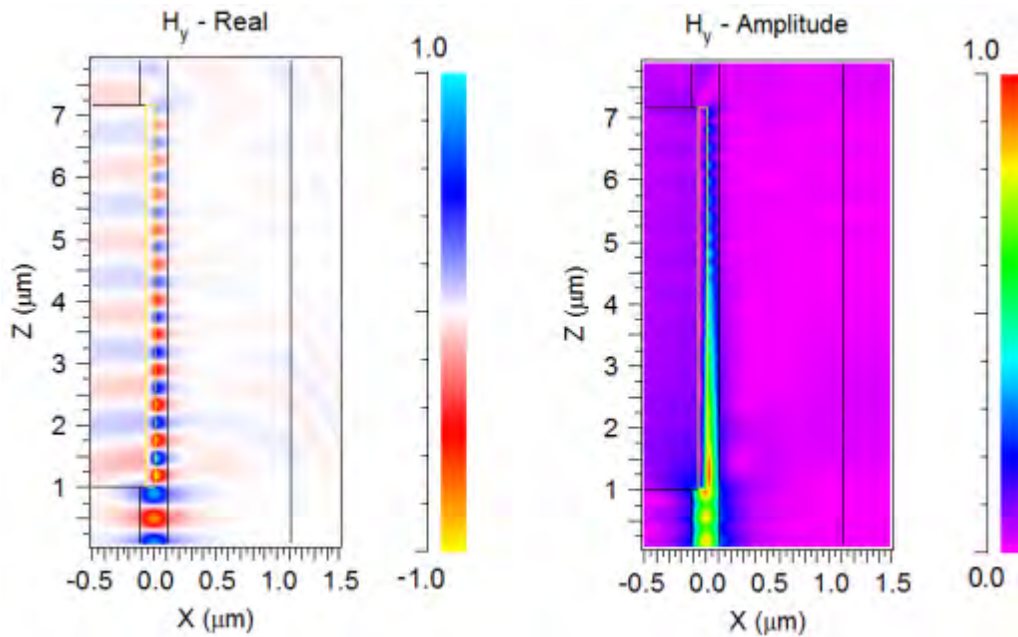


シミュレーション：

このシミュレーションの目的は、この構造の出力パワーがテスト材料の屈折率とどのように相関しているかを測定することです。これを行うにはMOSTを用いて、テスト領域の屈折率を必要な値の範囲でスキャンし、その出力パワーを計測します。

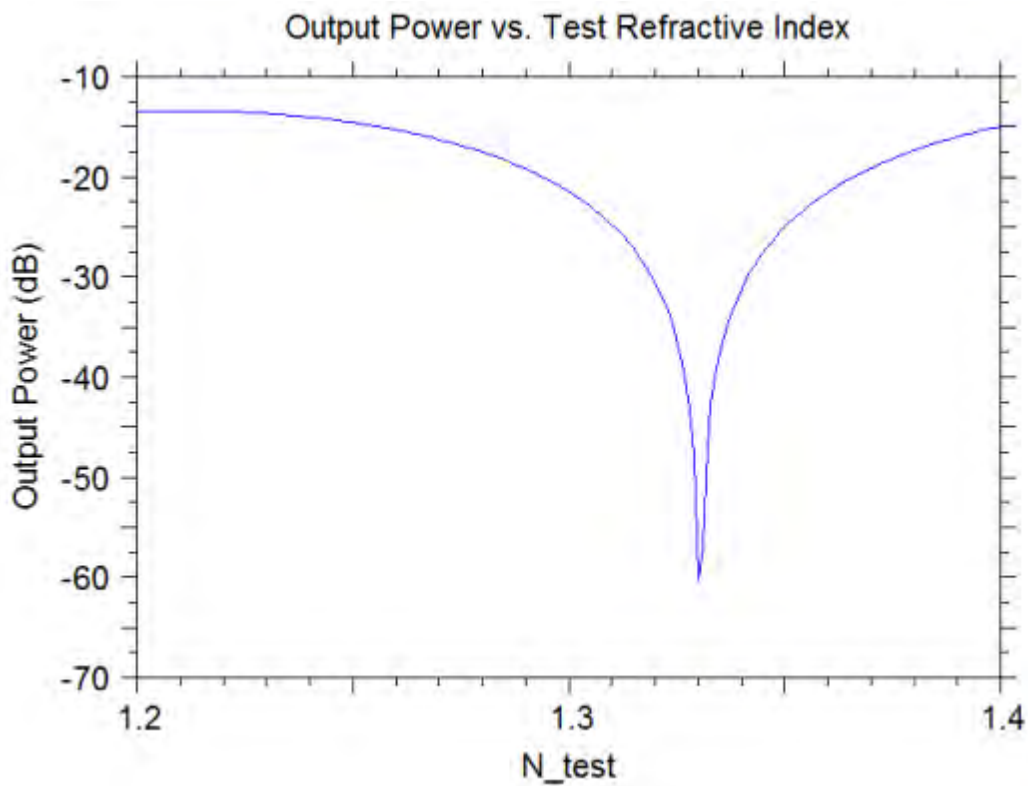
一つのテスト屈折率値でのシミュレーション

テスト屈折率 1.3 でのシミュレーション結果を以下に示します。ModePROP は、この屈折率での伝搬パワーが 0.007 であることを示しています。



全てのテスト屈折率に対するスキャン

さらに、テスト屈折率とデバイスの出力パワー間の相関を決定するために、スキャンを行います。MOSTを使用して、全てのテスト屈折率をスキャンし、デバイスの出力パワーを記録します。スキャン結果は、位相シフトがちょうどπだけ起こるところで強い共鳴を示し、2つの表面プラズモン・モードは弱めあい干渉します。



この出力は、測定された材料の量がどのように屈折率を変えるかという情報と共に、測定された量に出力パワーを相関させるために使用できます。

参考文献：

- [1] P. Debackere et al. **Surface plasmon interferometer in silicon-on-insulator: novel concept for an integrated biosensor**, Optics Express 14, 7063 (2006)