

プラズモニック構造付シリコン光検出器のHPC援用設計に関する研究



背景と目的

- **表面プラズモン (surface plasmon: SP)** は、貴金属の界面に励起される電子の粗密波であり、外部光との結合によって金属表面から数十nm程度の空間内に強い電場 (近接場) を形成する。
- 近年、この**プラズモニック構造**における光局在性を利用し、特定の微小領域に集光する等の魅力的な光検出器の研究が活発に行われている。
- 本研究組織も一例として、**100 nm厚の薄いシリコンで構成された光検出器**に対し、**金の回折格子型プラズモニック構造**を上部に配置すると、特定波長、特定偏光の光に対して、**受光感度を桁で向上できることを明らかにした** [1, 2]。
- その際、有限差分時間領域 (FDTD) 法を用いた電磁界解析を実施したが、周期境界条件の適用や2次元空間の解析によって計算コストを抑制しており、FDTD法が有する解析対象への汎用性が著しく制限されていた。
- 本研究組織では最近、2次元ホール・アレイ型回折格子による光学バイオセンサー (回折格子近傍の屈折率変化によって分子を検出するセンサー) や、プラズモニック・アンテナによる微細シリコンの受光感度向上について検討しており、**設計には3次元空間の大規模電磁界解析が必要不可欠である**。
- 本研究課題では、**種々のプラズモニック構造付シリコン光検出器を統一的に解析できるプログラムコードを開発し、HPC援用設計を実現させる**。

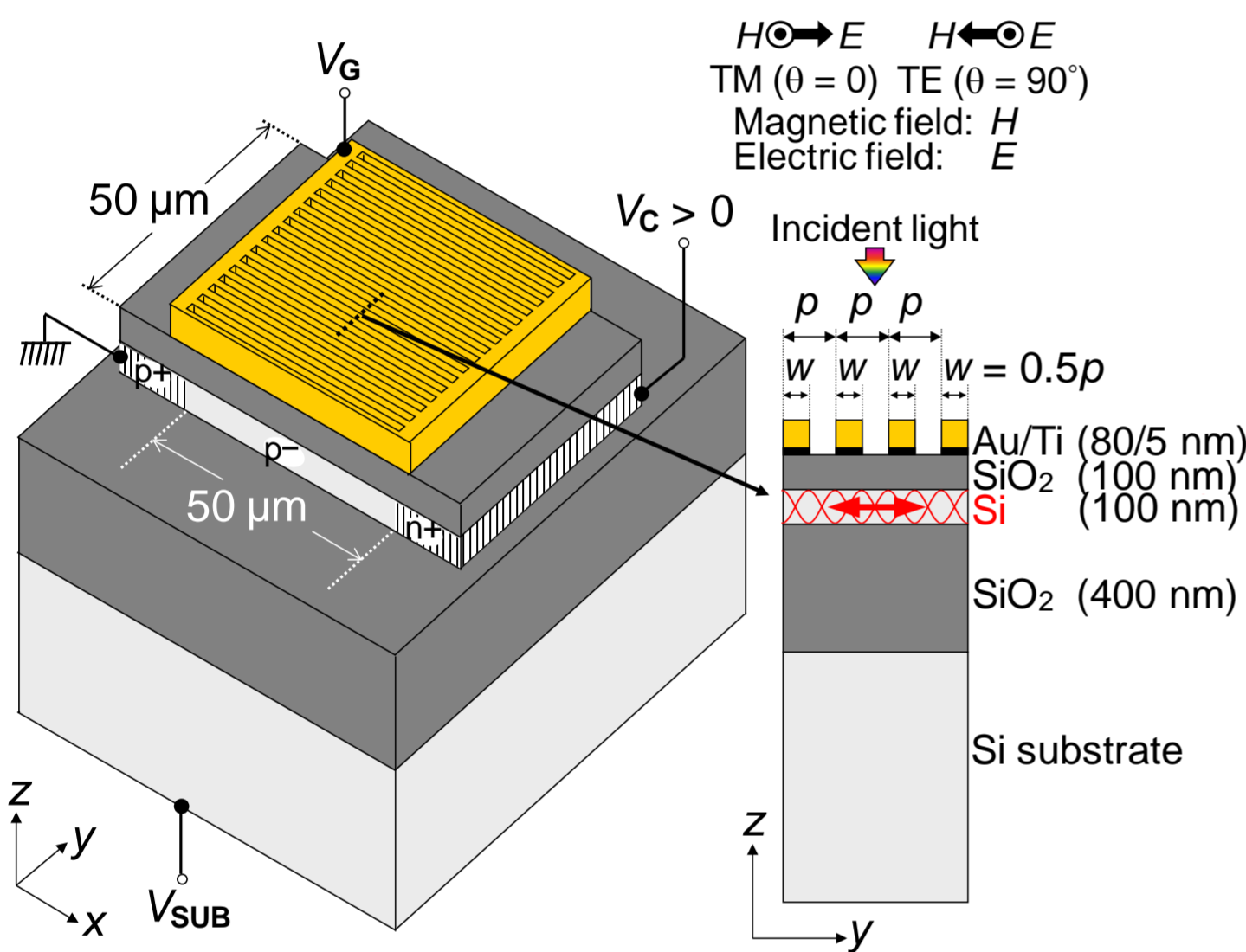


図1. 回折格子型プラズモニック構造付薄膜シリコンフォトダイオード

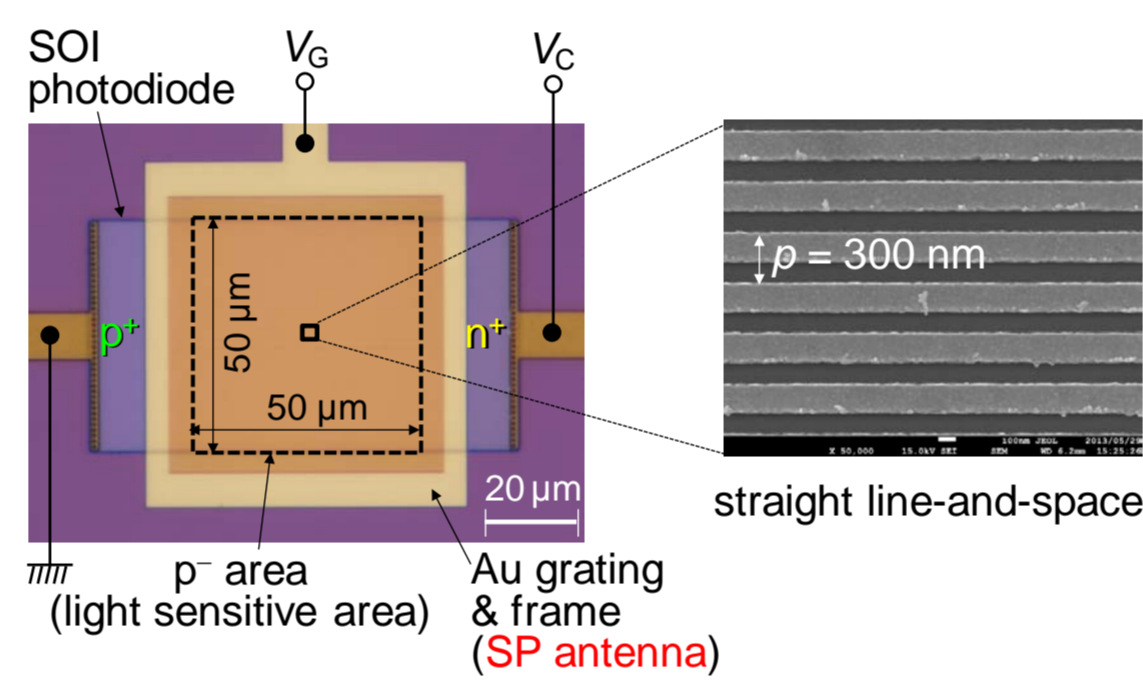


図2. 作製したデバイス

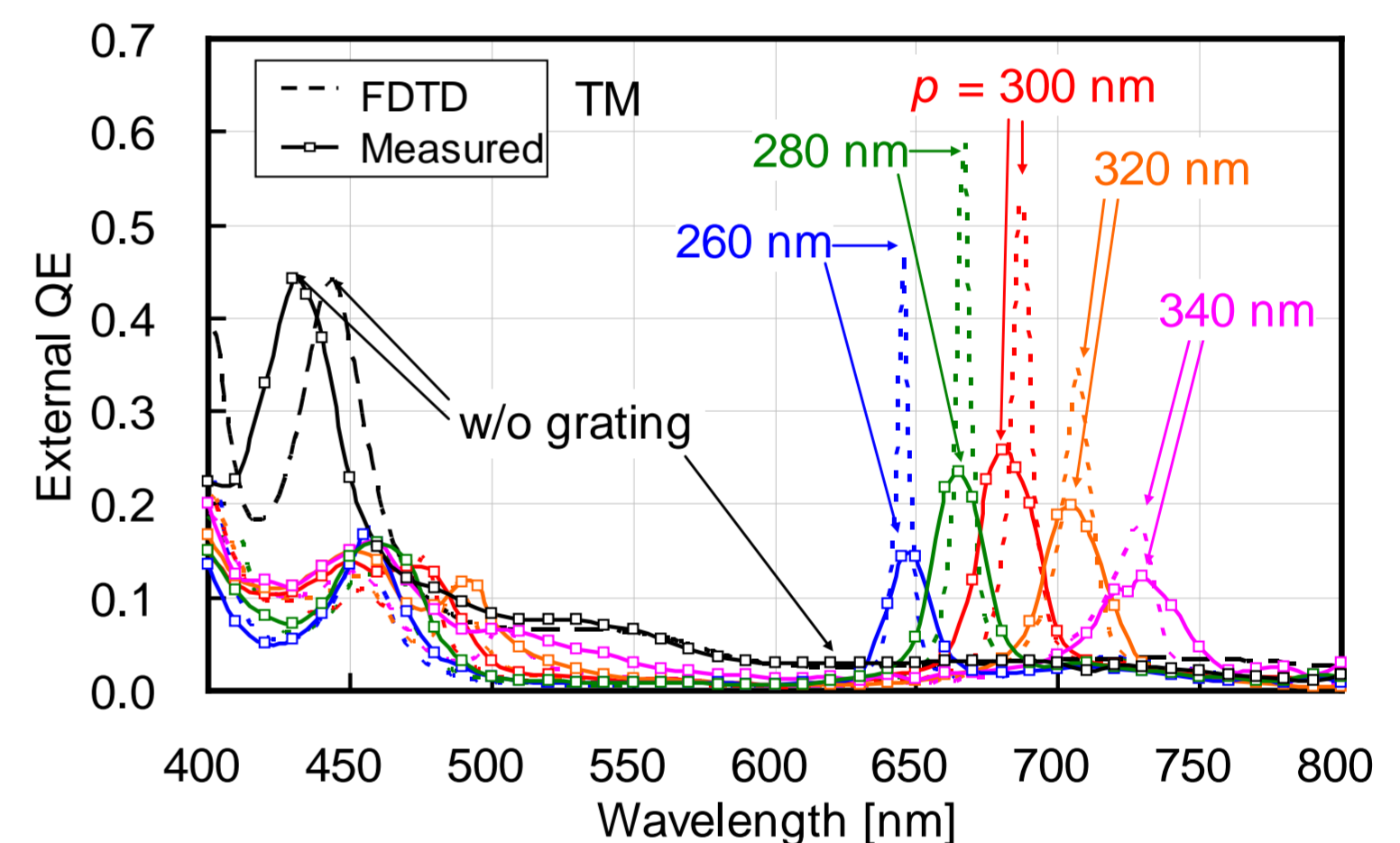


図3. FDTD法による特性予測と実験結果との比較

[1] H. Satoh and H. Inokawa, IEEE Trans. Nanotechnology, vol. 11, no. 2, pp. 346-818, 2012.
 [2] H. Satoh, A. Ono, and H. Inokawa, IEEE Trans. Electron Devices, vol. 60, no. 2, pp. 812-818, 2013.

研究計画

(1) 3次元FDTD法のベクトル化・並列化を考慮したFortranコーディング

スーパーコンピュータ HITACHI SR16000 にて、ベクトル化 (ループレベル最適化)、および並列化のためのコーディングを行い、計算性能を最大限に引き出すための検討を行う。

(2) 解析解、ビーム伝搬法、厳密結合波解析等による光学的な原理の体系化

解析対象に含まれる個々の光学現象を理解するため、FDTD法で得られた電磁界のトータルフィールドと、個々の光学現象を重ね合わせた結果を比較して、光学的な動作原理を適切に体系化する。

(3) プラズモニック構造付シリコン光検出器に対するHPC援用設計の実践

種々のプラズモニック構造付きシリコン光検出器に対するHPC援用設計を実践し、それぞれの設計指針を示す。さらに本研究の汎用性について明らかにする。

(4) JHPCN課題への応募

同様のデバイスを作製・評価している他グループの研究者と協力し、本研究の成果を多角的に検証すること、汎用性を高めることを課題とし、JHPCNへの応募を目指す。

研究組織

佐藤弘明 (静岡大学)、辻 寧英 (室蘭工業大学)、大宮 学 (北海道大学)、猪川 洋 (静岡大学)