

超解像再生の連成物理シミュレーション解析 II

Multi-physics simulation analysis of super-resolution readout II

石川高専¹, 産総研², パルステック³ ○佐野 陽之¹, 島 隆之², 桑原 正史², 藤田 宜也³,
内山 宗久³, 青野 嘉幸³

INCT¹, AIST², Pulstec³ ○Haruyuki Sano¹, Takayuki Shima², Masashi Kuwahara²,

Yoshiya Fujita³, Munehisa Uchiyama³, Yoshiyuki Aono³

E-mail: h-sano@ishikawa-nct.ac.jp

InSb などの機能層を含む光ディスクでは、光の解像限界以下の微小ピットを読み取ることができ、超解像現象が起こることが知られている。本研究では、この超解像現象の発生機構や性質を明らかにするため、光ディスク内での光（電磁波）の伝播と熱伝導の連成物理シミュレーションを行った。これまでに InSb(膜厚 20nm)を機能層とした場合の計算を行い、InSb の融解による光吸収増大の効果で電場強度分布が細くなること（超解像現象の発現）を見つけた[1]。今回は、シミュレーションモデルを拡張し微小ピット構造からの再生シグナルを計算した結果について報告する。

InSb 層の下方に解像限界以下の幅（80nm）の単一ピット構造を導入し、その面内位置をディスク回転方向に少しずつずらしながら、各点での反射光シグナル強度を計算した。このようにして評価した再生シグナルの計算結果を図 1 に示す。入射光ビームの中心位置をグラフ横軸の原点とした。ピット構造の屈折率にポリカーボネートの値を用いたため、ピットがビームの中心に位置すると反射率が低下し、負のピークとなっている。この再生シグナルを元に求めた応答関数（非常に幅の狭いピット構造に対する反射光強度を与える関数）を図 1 の inset に示す。超解像が起こらない場合（入射光パワー P=1mW）は、入射ガウスビームの電場強度分布を反映した形状をしている。一方、超解像状態（P=2mW）では、負の裾野をもつダブルピーク構造の応答関数が得られた。この特異な形状の原因は、融解した InSb 円盤での散乱光と入射光との干渉効果により融解 InSb 円盤周辺の光学応答が空間的な変調を受けたためである。2つの応答関数をフーリエ変換し比較した結果、超解像状態の応答関数は超解像なしの場合に比べて高い空間周波数を持ち、より微小なピット構造を識別できる能力を持つことが確認できた。

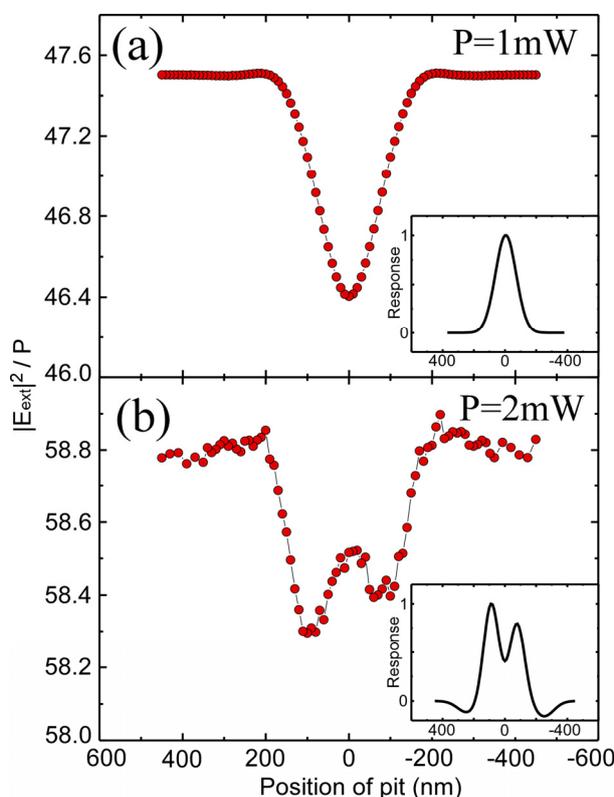


Fig. 1: Readout signal from a small pit, and normalized response function (inset).

[1] 2013 年秋の応用物理学会学術講演会,
17a-A8-1