

集束表面プラズモンを用いた吸着分子層の局所吸収測定

Microscopic absorption measurement of adsorbed molecules by using focused surface plasmons

○ 佐藤 弘樹¹、加野 裕¹(1. 室蘭工大)

○ Hiroki Sato¹, Hiroshi Kano¹ (1. Muroran Institute of Technology)

E-mail: h-kano@mmm.muroran-it.ac.jp

1 はじめに

基板表面に吸着する分子の吸光測定を行うとき、表面プラズモンを用いると、全反射減衰法 (ATR 法) に比べ、吸光度を著しく増強することができる [1]. この測定において、分布を高い空間分解能で得ることができる、たとえば吸着過程の観察などが実現する. 今回、集束表面プラズモンを用い、回折限界に相当する空間分解能で吸着物の吸収を測定する手法を開発したので報告する.

2 吸着吸収分子層による空間周波数スペクトル変化

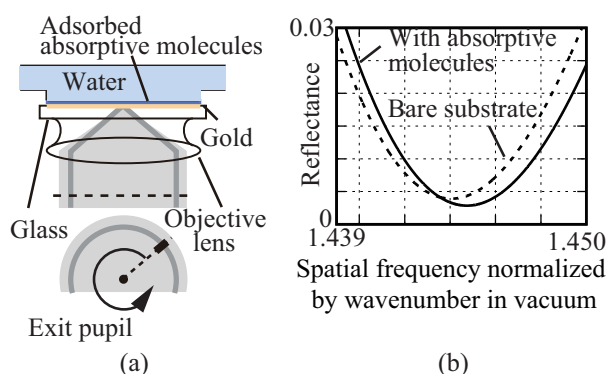


図 1: (a) Optical setup of focused surface plasmon sensor. (b) Calculated reflectance.

図 1(a) に、集束表面プラズモンセンサーの光学系を示す. ラジアル偏光させたレーザー光を油浸対物レンズを用いて、金薄膜が蒸着された高屈折率ガラス基板上に集光する. このとき、表面プラズモンの励起角で基板に入射する平面波成分は表面プラズモンにエネルギーを奪われ、反射光強度が低下する. これにより、射出瞳にはリング状の光吸収パターンが生じる. 射出瞳における光強度分布を、光軸を中心に円周方向に積分すると、表面プラズモンが局所励起されている領域における反射光強度と空間周波数の関係を得ることができる.

図 1(b) は、金薄膜 (膜厚 44nm, 屈折率 $0.21 + 3.46i$) が成膜されたガラス基板 (屈折率 1.78) 上

に、吸収を有する吸着分子層 (層厚 0.5nm, 屈折率 $1.44 + 0.05i$) と水 (屈折率 1.33) を仮定した構造に波長 632.8nm の光が入射したときの反射率対空間周波数スペクトルを、吸着分子層がない構造と対比させた計算結果である. 基板表面の吸着分子層により、反射率最低値が 27.1% 減少し、最小値を与える空間周波数が 0.048% 増大し、吸収ディップが広がるのがわかる. この構造では、金薄膜上に吸着分子層がない場合、金表面に励起された表面プラズモンの電場がガラス基板に浸み出し、反射光として再放出されるが、吸着分子層が存在すると、表面プラズモンはダンピングされ、ガラス基板への再放出が減少する. このメカニズムによる反射率対空間周波数スペクトルの変化により、吸着分子層の局所的な吸収を測定できる.

試作した集束表面プラズモンセンサーを用いて、金表面に導入した Direct Sky Blue (DSB) の吸着に起因する空間周波数スペクトル変化を測定した. 図 2 に示す実験結果より、吸着吸収分子層を仮定した計算結果と同様の変化を確認することができた. また、分子の吸着密度を反映していると考えられる変化も確認することができた.

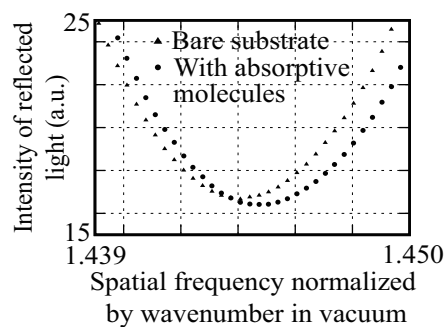


図 2: Experimental result.

参考文献

- [1] H. Kano and S. Kawata, "Surface-plasmon sensor for absorption-sensitivity enhancement," Appl. Opt., **33**, 5166 (1994).