

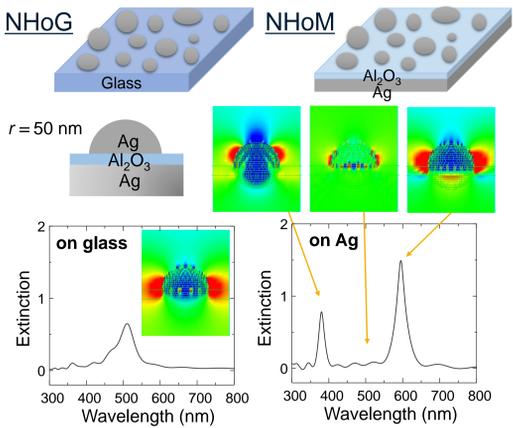
Nano Disk on Mirror (NDoM) 構造の加熱による散乱強度増大の要因

Factors Contributing to the Increase in Scattering Intensity of Nano Disk on Mirror (NDoM) Structures Due to Annealing

阪公大工¹, 阪公大研究推進², 初岡 涼平¹, 山崎 滉太¹, 松山 哲也¹, 和田 健司², 岡本 晃一¹

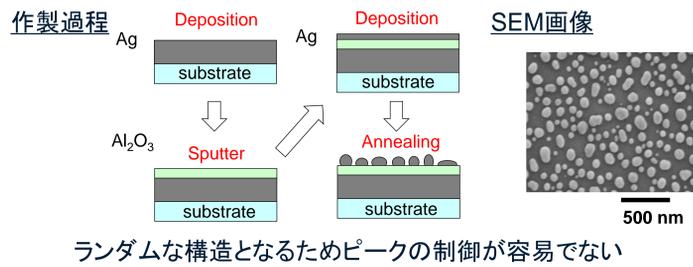
研究背景

ランダムナノ半球構造



Ag鏡面基板と半球の表面プラズモンモードの結合によりピークが分裂・先鋭化

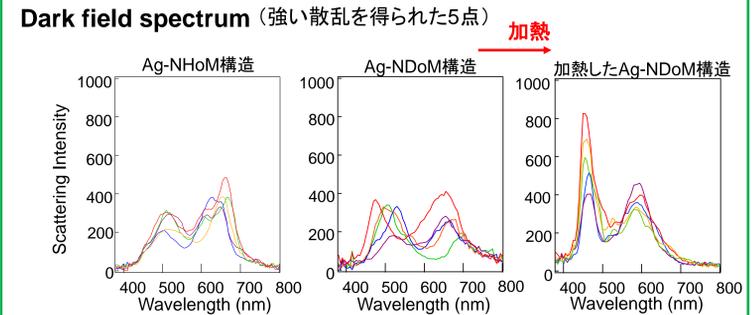
課題



周期ナノディスク構造



加熱処理による散乱強度増大の発見



作製した周期構造に窒素雰囲気下の電気炉で加熱処理を行うことで散乱強度が大幅に増大することを発見

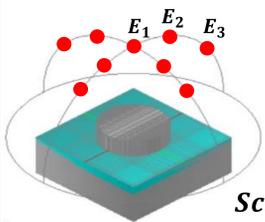
研究目的

このような加熱による散乱強度増大の要因の解明を目指した

方法

計算方法

反射消光スペクトル(Extinction)及び、散乱強度(Scattering Intensity)はFDTD法を用いたシミュレーション結果に基づき以下の式により求めた



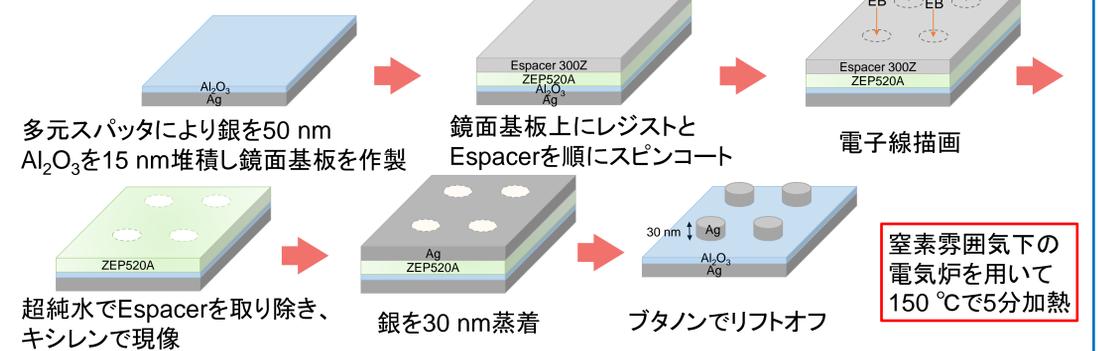
$$Extinction = -\log_{10}\left(\frac{R}{R_{base}}\right)$$

R及びR_{base}はそれぞれ、NDoM構造の反射率と鏡面基板の反射率

$$Scattering Intensity = |E_1|^2 + |E_2|^2 + |E_3|^2 + \dots$$

各角度成分の電界強度の二乗和を散乱強度として算出

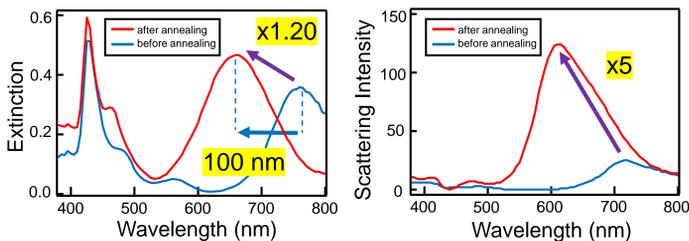
作製方法



結果と考察

実験結果

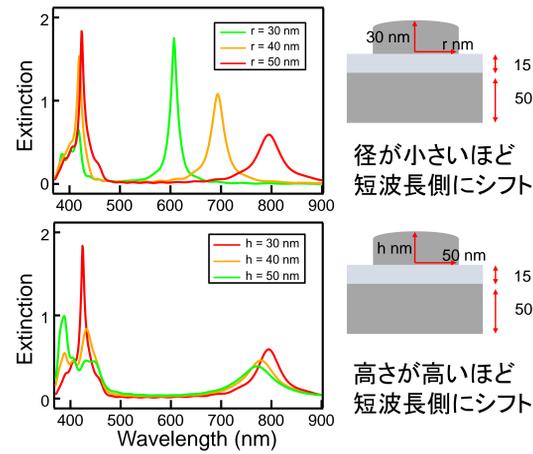
作製したAg-NDoM構造において、加熱前および窒素雰囲気下の電気炉で150°Cで5分間加熱した後のExtinctionと散乱強度を比較



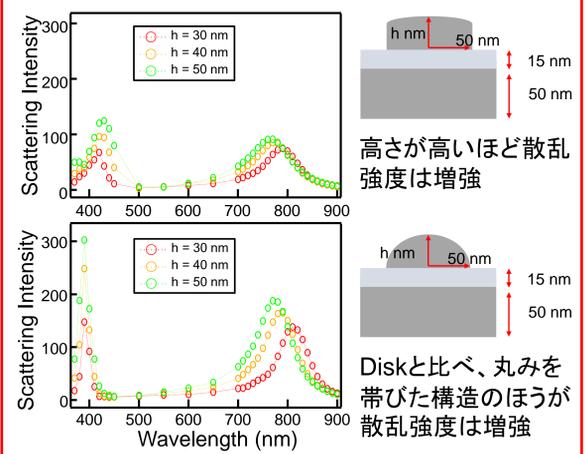
加熱前後の変化

1. **ピーク位置のシフト**: 加熱するとピーク位置が約100 nm短波長側にシフト
2. **散乱強度の大幅な増強**: 加熱すると散乱強度が約5倍に増強
3. **構造サイズの減少**: 加熱すると平均半径が約53 nmから約49 nmに減少

1.ピーク位置のシフト



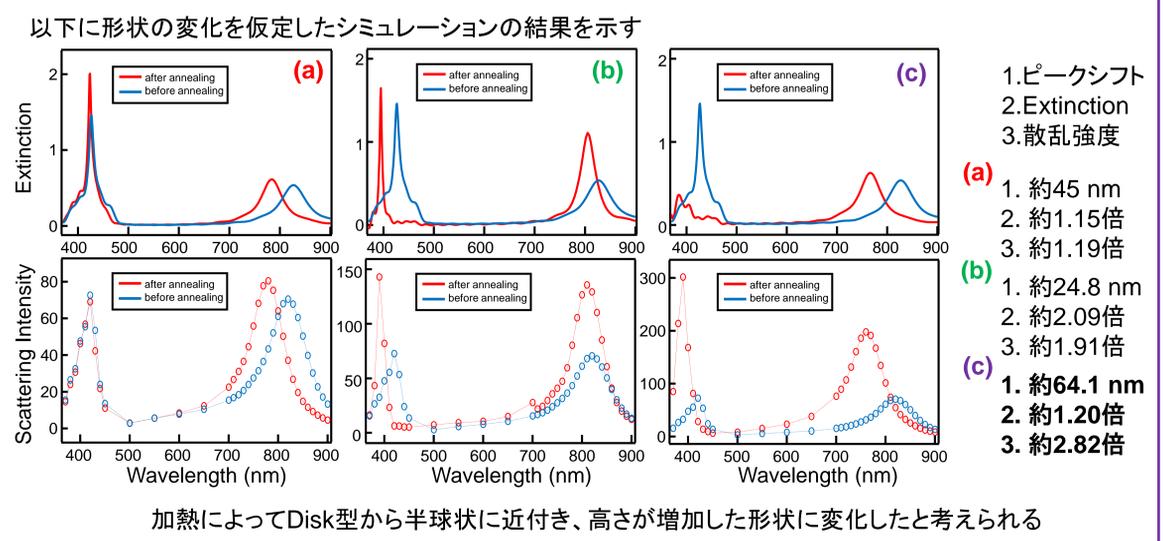
2.散乱強度の大幅な増強



3.構造サイズの減少



シミュレーションによる再現



まとめ

- NDoM構造を作製し、窒素雰囲気下で加熱処理を行うことで散乱強度が約5倍に増強
- 径の減少、楕円半球状への形状変化、高さの増加を考慮したシミュレーションにより、実験結果で現れたピークシフト、Extinctionの変化、散乱強度の増大を再現
- 散乱強度の増大は、加熱によりディスク型のエッジが削られ、半球状に近づいたことが要因と考えられる
- 丸みを帯びた構造はDisk構造に比べ光の再放出の割合が高いと考えられる
- これまで報告されている微細加工技術で作製した構造に、後処理として加熱を施すことで散乱強度が増強され、発光増強などの応用展開が期待される