

金属ナノ粒子との相互作用による エバネッセント光強度の向上とその応用

Enhancement of evanescent light interacted with metal nanoparticles and its application

東京電機大¹, [○](M2) 榎島 直大¹, 松谷 巖¹

Tokyo Denki Univ.¹, [○]Naohiro Makishima¹, Iwao Matsuya¹

E-mail: 22rmm18@ms.dendai.ac.jp

【はじめに】エバネッセント光は、光が全反射するときに奥行き方向にわずかに染み出す光である。これを熱源とし、新しいナノ加工技術の開発へ利用する研究等が行われている。我々は、金ナノ粒子とエバネッセント光を相互作用させることによって、実際に水滴を突沸させることに成功している。しかし、その現象に関する具体的な要因は不鮮明である。今回は水滴を突沸させる現象をハイスピードカメラによって観測し、シミュレーションにて解析した結果を報告する。

【方法】実験はNd:YAG レーザ(波長 1064 nm, パルス幅 6 ns)を使用し、集光したレーザを金ナノ粒子が蒸着されたカバーガラスで全反射させて、その上面に配置された水滴内でエバネッセント光を発生させる。そのときの水滴の様子を横方向からハイスピードカメラで撮影し、水滴が突沸する現象を観測する。また、解析モデルは原子間力顕微鏡(AFM)およびレーザ顕微鏡で観測した金ナノ粒子の分布を再現し、上側水(屈折率 1.33) - 下側ガラス(屈折率 1.5)の環境下に配置する。ここにガラス側から入射角度 α 度で波長 1064 nm, 放射照度 1 W/m² の平面 TE 偏波電磁波を照射する。そして、金ナノ粒子とエバネッセント光の相互作用によって増強された電場分布を確認する。

【結果】Fig.2 は Fig.1 で示した実験系で水滴を突沸させた様子を示している。Fig.4 では Fig.3 で示した AFM およびレーザ顕微鏡で観測した金ナノ粒子の分布を反映した解析結果を示す。ガラス-水界面の条件下でエバネッセント光の強度が最も高くなる入射角 $\alpha = 62.79$ 度のとき、 $E^2/E_0^2 = 1331$ になった。これは凝集した金ナノ粒子による電場増強によって、Fig.1 の実験系が水滴をアブレーションするほどの熱源になったと考えられる。その熱源はエバネッセント光を用いている関係から 1 辺数百 nm の立方体に収まるほどの大きさとなり、局所的かつ非侵襲な熱源である。この熱源は液滴を射出するための駆動力やナノ構造の局所的な光加熱への応用に期待できる。

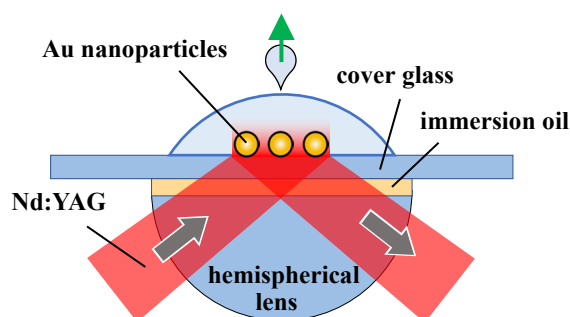


Fig.1 Experimental system for improving evanescent light intensity with Au nanoparticles.

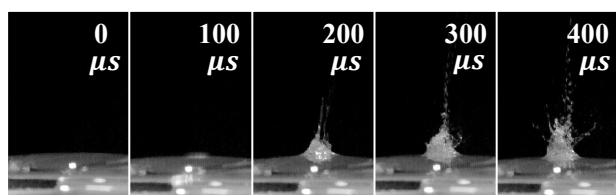


Fig.2 Ablation by resonance phenomenon of Au nanoparticles and evanescent light.

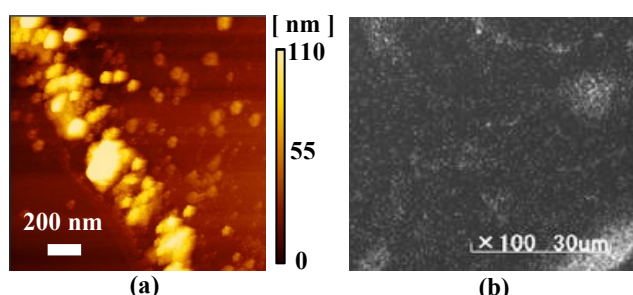


Fig.3 Au nanoparticles deposited on the cover glass surface. (a) AFM image. (b) laser microscope image.

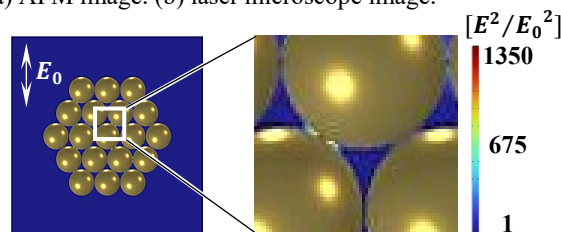


Fig.4 Electric field distribution enhanced by the interaction of agglomerated Au nanoparticles and evanescent.