

金ナノ粒子プラズモンによるシリコンのラジカル酸化 Radical oxidation of silicon by gold nanoparticle plasmons

防衛大 ○北嶋 武, 渡邊 一葉, 中野 俊樹

National Defense Academy, °Takeshi Kitajima, Kasuyasu Watanabe,
and Toshiki Nakano

E-mail: kitajima@nda.ac.jp

1. はじめに

金ナノ粒子プラズモンを活用した触媒反応が近年活用されている¹。我々は金ナノ粒子から供給されるホットエレクトロンをプラズマ表面反応へ応用し、良質な極薄膜の室温形成への活用を図ってきた。² 今回は極薄シリコン酸化膜の形成を目的に、プラズモン励起用の赤外光とプラズマ VUV 光の作用に注目し、ラジカル酸化を促進する局所加熱効果を発見したので報告する。

2. 実験結果

超高真空チャンバー内で SiO₂/Si(100)基板上に電子ビーム蒸着により Au を平均厚さ 0.4 nm 蒸着し Au ナノ粒子(C)を表面に形成した。別チャンバー内で 1Pa の O₂ 誘導結合プラズマを生成し、図 1(a)の構成で 30line/inch の SUS304 製シングルメッシュを通過した O ラジカル(R)を 10 分間試料へ照射した。光(L)の波長はフィルターと LED で制御し、O₂ プラズマからの VUV 光を混合した。以上からなるプラズモン励起反応条件を RLC とする。図 1(b)に SiO₂ 膜の誘電特性{IV 印加時の漏れ電流と EOT(等価酸化膜厚)}を示す。Au ナノ粒子に赤外光(850nm)を光吸収させた場合、プラズモンの脱励起で放出される熱が表面を加熱し、O ラジカルの SiO₂/Si 界面への拡散を促進したと考えられる。VUV の混合により Si-O 結合が活性化され、さらに EOT の低減が可能である。以上から、赤外光照射による Au ナノ粒子からの加熱に VUV 光からの結合活性化が重畳することで、O ラジカルと Si の反応が進行し、熱酸化膜に匹敵する良質な SiO₂ 膜が形成されたと考えられる。

¹ C. Clavero, Nat. Photonics **8**, 95 (2014).

² T. Kitajima, M. Miyake, K. Honda, and T. Nakano, J. Appl. Phys. **127**, 243302 (2020).

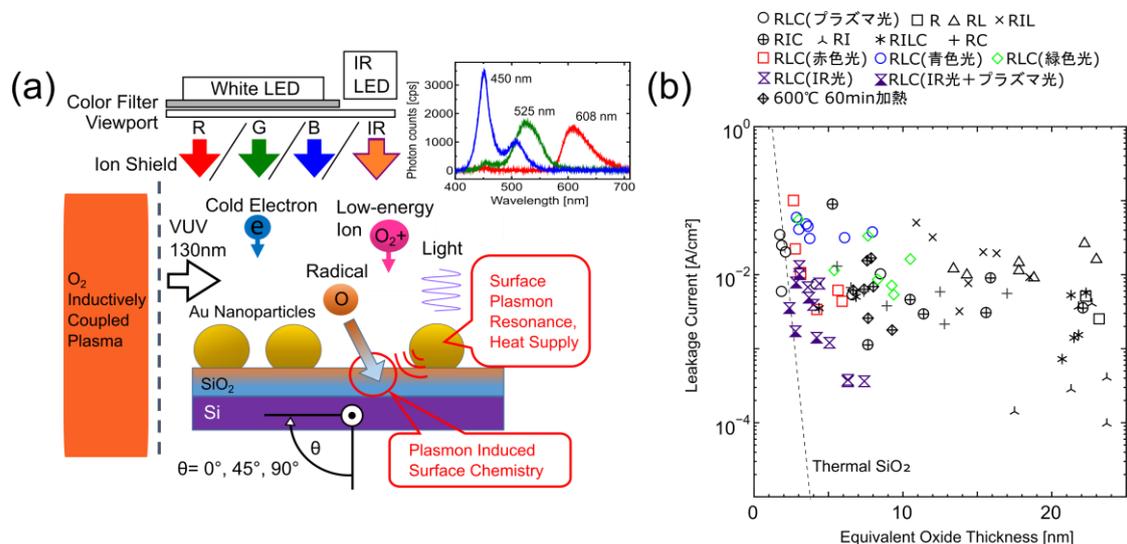


図 1. (a) プラズマ供給ラジカルを用いたプラズモン励起表面反応系の構成図。 (b) 光照射条件別の 10 分処理 SiO₂ 膜の誘電特性。