

高強度 THz 波が誘起する金ナノ構造薄膜における非線形電気伝導 Nonlinear Electrical Conductivity of Ultrathin Au Films Induced by Intense THz Pulses

横浜国大¹, 物材機構 WPI-MANA², CREST JST³, 奈良先端大⁴, ルクスレイ⁵

○吉岡 克将¹, 南 康夫¹, 首藤健一¹, Thang Duy Dao^{2,3,4}, 長尾 忠昭^{2,3},

北島 正弘^{1,2,3,5}, 武田 淳¹, 片山 郁文¹

Yokohama National Univ.¹, WPI-MANA, NIMS², CREST JST³

Nara Institute of Science and Technology⁴, LxRay Co. Ltd.⁵

○K. Yoshioka¹, Y. Minami¹, K. Shudo¹, T. D. Dao^{2,3,4}, T. Nagao^{2,3}

M. Kitajima^{1,2,3,5}, J. Takeda¹, and I. Katayama¹

E-mail: minamiyasuo@ynu.ac.jp, jun@ynu.ac.jp, katayama@ynu.ac.jp

金 (Au) はナノ構造体において、バルクとは全く異なる特異な電気伝導特性を発現する^[1]。次世代のナノ光学デバイスの開発には、こうした電気伝導の制御性を向上させることが必要不可欠である。そこで我々は、高強度 THz 波を用いて Au ナノ構造薄膜における局在電子を非接触・超高速制御することを試みた。具体的には、膜厚の異なる Au 薄膜を作製して SEM による表面モロロジーの観察を行いながら、高強度 THz 波を用いた時間領域分光法によって各薄膜における透過スペクトルの電場強度依存性を測定した。

Au 薄膜は自然酸化膜を伴った高抵抗 Si 基板上にスパッタリングで成膜した。THz 波はパルス面傾斜法を用いて LiNbO₃ から発生させ、EO サンプリングによって検出した。最大の電場尖頭値は 340 kV/cm であり、ワイヤーグリッド偏光子を用いて電場強度を変化させた。

図 1(a-c)に作製した Au 薄膜の SEM 画像を示す。図 1(d)には各試料における透過率の電場強度依存性を示す。前回の発表^[2]に加え異なる膜厚の試料を測定したことにより、THz 波の入射電場強度が高いほど透過率が低くなる非線形性は、パーコレート閾値を上回る Au 薄膜特有の現象であることが分かった。また、新たに FTIR を用いて広帯域の透過スペクトルを測定し、広帯域に渡る誘電分散を Drude-Smith model^[3]によって解析した。この結果、観測された非線形性はナノギャップにおける電子トンネリングに起因する非線形伝導によるものであることが分かった^[4]。詳細については当日報告する。

[1] M. Walther *et al.*, Phys. Rev. B **76**, 125408 (2007).

[2] 吉岡他, 第 61 回応用物理学会, 講演予稿集 04-215 (2014).

[3] N. V. Smith, Phys. Rev. B **64**, 155106 (2001).

[4] K. Yoshioka *et al.*, Nano Lett., *accepted* (2015).

<http://dx.doi.org/10.1021/nl503916t>

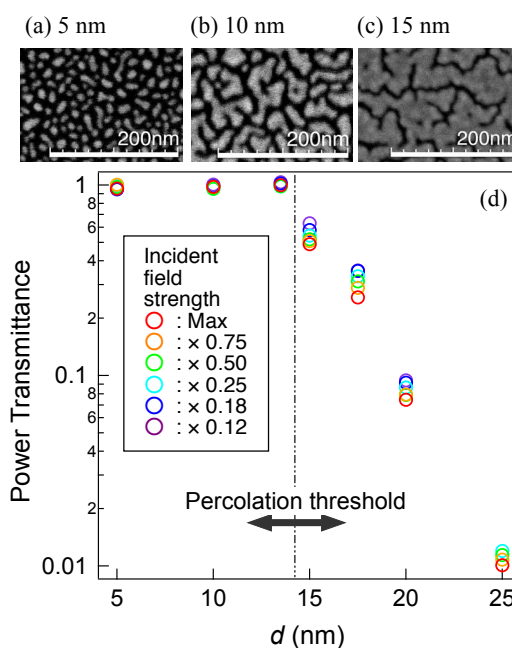


FIG. 1 (a-c) SEM images of Au films sputtered on high resistivity silicon. (d) Power transmittance of THz pulses as a function of Au film thickness with different peak fields; it is obtained by averaged over the bandwidth of the transmission spectrum.