窒化チタンナノ構造の光熱変換による水の温度一定過熱

Temperature constant superheating heating of water by the photothermal conversion of titanium nitride nanostructures on sapphire substrates

物材機構 [1]，筑波大院数理物質 [2]，京大院工 [3]，北大院理 [4] ○石井智 [1,2]，村井俊介 [3]，鎌倉涼介 [3]，阪本浩之 [3]，呉屋伸哉 [3]，タン・ダオ [1]，シンデ・サテイシュ [1]，名村 今日子 [3]，鈴木 基史 [3]，長尾忠昭 [1,4]，田中勝久 [3]

NIMS [1], Univ. of Tsukuba[2], Kyoto Univ. [3], Hokkaido Univ. [4], °Satoshi Ishii[1,2], Shunsuke Murai[3], Ryosuke Kamakura[3], Hiroyuki Sakamoto[3], Shinya Goya[3], Thang D. Dao,[1] Satish L. Shinde,[1] Kyoko Namura[3], Motofumi Suzuki[3], Tadaaki Nagao[1,4], and Katsuhisa Tanaka[3]

E-mail: sishii@nims.go.jp; murai@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

窒化チタン(TiN)は、ナノ構造にすることで光熱変換効率を高めることができる。TiN ナノ構造の光吸収は広帯域であることから、TiN ナノ構造は太陽熱を効率よく得るために使われてきた。一例を挙げると、太陽熱による水の加熱や蒸発[1]、一酸化炭素の酸化[2]、等で応用研究はこの数年で着実に進んできた。他方、TiN ナノ構造への光照射時にナノの構造とその極近傍がどのくらいの温度になっているのかを含め微細構造周辺の温度解析は詳細になされてこなかった。

今回、我々は太陽光ではなく単色のレーザー光を使った実験ではあるが、光照射時の TiN ナノ構造とその近傍の水の温度測定を行った[3]ので、その結果を紹介する。実験では TiN 薄膜と TiN ナノアレイをサファイア基板上に作製し、その上にカバーガラスを使って約 20 μm の水の層を形成した。試料加熱には波長 785 nm の cw レーザーを用い、光熱変換による温度上昇はストークスのピークシフトのみから見積もった。なお 785 nm のレーザーはラマン分光の励起光の役目も果たす。その結果、約 20 mW まではレーザー強度の上昇と共に TiN と水の温度上昇が観測されたが、その後はレーザー強度を上げても温度上昇は見られなくなった。レーザー強度が約 70 mW を超えると温度上昇が再開した。温度は 450 K 前後で一定であり、これは大気圧での水の沸点より高いことから、今回の観測では温度一定の水の過熱を起こったと考えられる。このような過熱は熱伝導のよいサファイア基板に起因すると考えられ、熱合成等での応用が期待される。

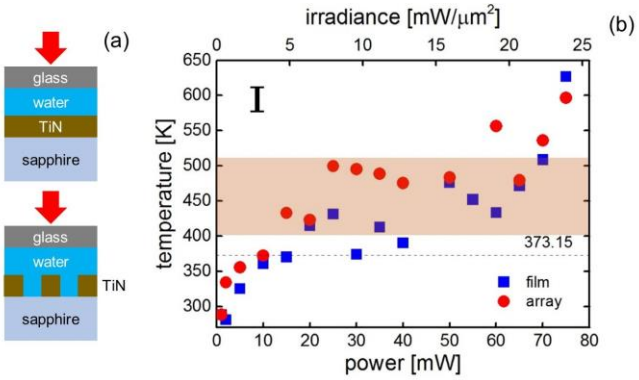

Fig. 1. (a) Schematic diagrams of the TiN film and array on sapphire substrates where the superstrates were water. (b) Laser power dependent temperature increase of the samples with sapphire substrates from the experiment. The dahsed line and shaded region indicate the boiling point of water and the plataue region, respectively. The vertical bar on the top left denotes the error bar in thetemperature.

参考文献：[1] S. Ishii, et al, 120 (2016) 2343; M. Kaur, et al, ACS Sustain. Chem. Eng. 5 (2017) 8523; [2] O. Anjaneyulu, et al, RSC Advances. 6 (2016) 110566; [3] S. Ishii, et al, Nanoscale 10, (2018) 18451-18456

© 2019年 応用物理学会