

黒体輻射限界を超える熱輻射変調

Modulating thermal radiation beyond the blackbody limit

豊田中研¹, 東大先端研² ◦伊藤 晃太¹, 西川 和孝¹, 三浦 篤志¹, 年吉 洋², 飯塚 英男¹

Toyota Central R&D Labs., Inc.¹, Univ. Tokyo, RCAST²,

◦Kota Ito¹, Kazutaka Nishikawa¹, Atsushi Miura¹, Hiroshi Toshiyoshi², Hideo Iizuka¹,

E-mail: kotaito@mosk.tytlabs.co.jp

面積当たりの熱輻射量は、ステファン・ボルツマンの法則により決まる黒体輻射限界を超えないとされている。一方で、距離 $1\ \mu\text{m}$ 以下で配置した二枚の合成石英基板間には、近接場電磁界結合により黒体輻射限界を超える熱輻射が伝達する。今回、二酸化バナジウム (VO_2) [1]の金属絶縁体相転移により、黒体輻射限界を超える熱輻射変調を観測したので報告する[2]。

実験系を図 1 (a)に示す。合成石英基板に対しリソグラフィとエッチングを施し、高さ $350\ \text{nm}$ 程度のスペーサを形成した。次に低温側基板にタングステンをドーパした VO_2 を成膜した。①均一なギャップ形成のための圧力印加②ギャップの均一性評価のための光干渉測定③熱流評価 の三つの機能を備えた装置を用いて均一なギャップを形成し、真空中でギャップにおける熱伝達を測定した。測定した熱流量を図 1 (b)に示す。上側基板と下側基板の温度差を $60\ \text{K}$ に固定し、黒体輻射限界で正規化した熱流量を評価した。最初は VO_2 が絶縁体的であるため大きな熱流量が観測されている。次に系全体の温度を上げると、 VO_2 が金属的となり、熱流量は小さくなる。温度を元に戻すと熱流量は再度大きくなり、変調量は黒体輻射限界よりも大きい。

講演では VO_2 を用いた熱メモリ [4]についても議論する予定である。

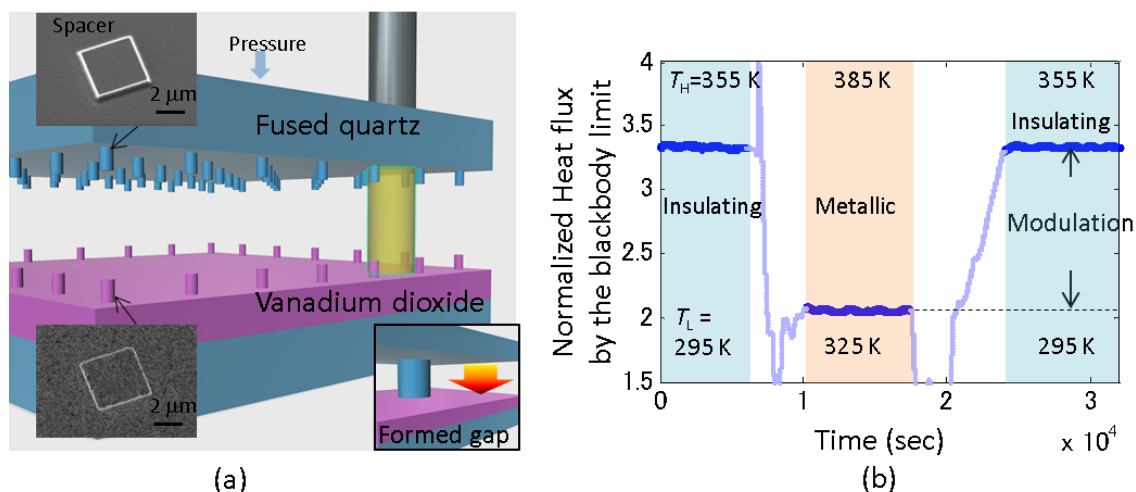


図 1 (a) 実験系概念図 (inset) ギャップ形成後概念図 (b) 熱輻射の動的な変調。

[1] K. Ito, K. Nishikawa, H. Iizuka, H. Toshiyoshi, Applied Physics Letters, 105, 253503, 2014.

[2] K. Ito, K. Nishikawa, A. Miura, H. Toshiyoshi, H. Iizuka, Nano Letters, 2017.

[3] K. Ito, A. Miura, H. Iizuka, H. Toshiyoshi, Applied Physics Letters, 106, 083504, 2015.

[4] K. Ito, K. Nishikawa, H. Iizuka, Applied Physics Letters, 108, 053507, 2016.

本研究は JSPS 科研費 JP16K17538 の助成を受けたものです。