

UV ナノインプリント法による赤外熱放射メタ表面の作製

Fabrication of thermally-emissive metasurfaces by UV nanoimprint lithography

物材機構 [○]宮崎 英樹, 笠谷 岳士, 杉本 喜正, 崔 峯碩, 岩長 祐伸, 迫田 和彰

NIMS [○]H. T. Miyazaki, T. Kasaya, Y. Sugimoto, B. Choi, M. Iwanaga, and K. Sakoda

E-mail: MIYAZAKI.Hideki@nims.go.jp

金属/誘電体/金属共振器をサブ波長配列したメタ表面における完全吸収が数多く報告されているが [1], そのような表面を加熱して得られる完全熱放射の実証例は限られる [2]. 我々は, CO₂ 濃度計測のための高効率光源として, 4.25 μm と 3.95 μm の 2 波長を無偏光で等方的に熱放射する Au/Al₂O₃/Au メタ表面光源を開発している [3]. 本講演では, サブ波長構造物を高スループットで製造できる紫外光ナノインプリントリソグラフィ (UV-NIL) にてパッケージングされた光源素子可以实现することまで実証し, メタ表面が産業応用から縁遠いものではないことを示す.

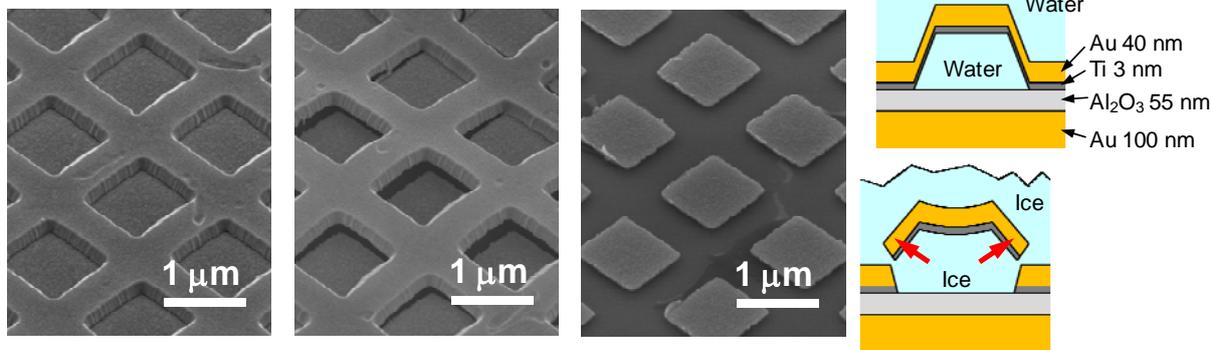
UV-NIL 法による金属パターンの作製には, 通常, リフトオフではなく, ドライエッチングを用いる. これは, 硬化後の UV 硬化樹脂が溶剤に不溶のためである. 本研究では, 溶剤溶解型 UV 硬化樹脂 (ダイセル, NIAC705) を用いることにより, エッチング装置も多層レジストのような複雑な工程も用いずに, 簡便なリフトオフ法にてメタ表面素子を作製することを目指した. しかし, モールドを転写し, 残膜処理した後のレジストは順テーパ形状となるため, その上に蒸着した金属膜のリフトオフは容易ではない. 図 1(a)は, 2 波長メタ表面の作製結果である. レジストは溶剤 (NMP) にて溶解・除去されているが, 金属膜が連続したブリッジ構造を形成し, リフトオフされていない. 溶剤への長時間浸漬や超音波印加によってもこれ以上の進展はない.

そこで本研究では, 水が凍結する際の体積膨張を利用した. レジスト溶解の後, NMP を水に置換し, 冷凍庫または液体窒素浸漬により凍結させた. これを常温に戻すとブリッジは下辺にて破断しており [図 1(b), 図 2], 超音波印加によりほぼ完全にリフトオフできた [図 1(c)].

なお, この 2 波長メタ表面はフォトリソグラフィで作製したヒータパターンの上に形成されており, ヒータは SiN メンブレン上に形成され, 周囲から熱絶縁されている. 講演では, 詳細な素子構造や低電力 CO₂ 濃度計測実験の結果についても紹介する予定である.

本研究は, 科研費新学術領域「電磁メタマテリアル」, NIMS 微細加工プラットフォーム, 低炭素研究ネットワークの支援により行われた.

[1] C. M. Watts et al., *Adv. Mater.* **24**, OP98 (2012). [2] I. Puscasu and W. L. Schaich, *Appl. Phys. Lett.* **92**, 233102 (2008). [3] 宮崎他, 応用物理学会 2014 年春, 17p-F12-13.



(a) レジスト除去後 (b) 水置換・凍結後 (c) 超音波印加後

図 1 UV-NIL 後の金属蒸着膜リフトオフの進展の様子

図 2 リフトオフ過程の想像図