# Cu0/Ni0 混合ナノ粒子を用いた pn 熱電パターンのレーザ還元選択描画

## Selective patterning of p- and n-type thermoelectric films using femtosecond laser

### reductive sintering of CuO/NiO mixed nanoparticles

#### 名大院工<sup>1</sup>, <sup>0</sup>溝尻瑞枝<sup>1</sup>, 櫻井淳平<sup>1</sup>, 秦誠一<sup>1</sup>

#### Nagoya Univ.<sup>1</sup>, <sup>o</sup>Mizue Mizoshiri<sup>1</sup>, Junpei Sakurai<sup>1</sup>, Seiichi Hata<sup>1</sup>

#### E-mail: mizoshiri@mech.nagoya-u.ac.jp

レーザ還元描画法は、金属微細パターンの直接描画プロセスとして注目されている[1]. このプ ロセスでは、大気中で金属酸化物ナノ粒子の還元とパターン形成を同時に行う. 我々もこれまで にフェムト秒レーザ還元を用いて CuO ナノ粒子の還元、酸化を制御し、Cu<sub>2</sub>O-rich、Cu-rich 微細 パターンの選択描画を行ってきた[2]. 更に、CuO/NiO 混合ナノ粒子を用いて Cu-Ni 合金を描画形 成し、n 型熱電パターンが形成されることを明らかにした. 本研究では、フェムト秒レーザを用 いた CuO/NiO 混合ナノ粒子の還元、酸化を制御することで、p、n 型熱電パターンの選択描画を行 った.

CuO/NiO ナノ粒子溶液は、CuO, NiO ナノ粒子、エチレングリコール、ポリビニルピロリドン を混合して調製した. CuO, NiO ナノ粒子、エチレングリコール、ポリビニルピロリドンの混合 比は、それぞれ 36.9、23.1、27、13 wt%とした. 次に、この溶液をガラス基板上にスピンコート し、フェムト秒レーザを集光走査して微細パターンを描画した. このとき、レーザ波長 780 nm、 パルス幅 120 fs、繰返し周波数 80 MHz のレーザパルスを、開口数 0.80 の対物レンズで集光した. ラスターピッチは 5 µm とした. 最後に、未照射部のナノ粒子を除去した.

図1にレーザ描画速度 1-20 mm/s で描画形成した微細パターンの XRD スペクトルを示す. この とき、パルスエネルギーは 0.62 nJ とし、評価パターンサイズは 1 mm×10 mm とした. 描画速度が 減少するほど、Cu-Ni 合金の生成が減少し、Cu<sub>2</sub>O や NiO の酸化物の生成が増加した. 図 2 に描画 速度とゼーベック係数の関係を示す. 5-20 mm/s では n型、1 mm/s では p型の熱電パターンが形 成された. 一般的に Cu-Ni は n型、Cu<sub>2</sub>O、NiO は p型熱電材料であることから、これらの結果は、 n型では Cu-Ni、 p型では Cu<sub>2</sub>O、NiO がゼーベック特性において支配的であることを示唆してい る. 当日は、この選択描画を利用した pn 熱電対の直接描画形成についても報告する.



[1] B. Kang, et al., J. Phys. Chem. C115 (2011) 23665, [2] M. Mizoshiri, et al., APEX 9 (2016) 036701.