マイクロ温度センサのフェムト秒レーザ直接還元描画形成

Direct writing of micro-thermoelectric sensors using femtosecond laser reduction

○溝尻 瑞枝 [1]，伊藤 恭章 [2]，荒金 駿 [1]，櫻井 淳平 [1]，秦 誠一 [1]（1. 名大院工，2. 名大工）

○Mizue Mizoshiri[1], Yasuaki Ito[2], Shun Arakane[1], Junpei Sakurai[1], Seiichi Hata[1]

(1. Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., 2. Faculty of Engineering, Nagoya Univ. ,)

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

レーザ直接描画法は 3 次元プリンティングの金属構造造形法として注目されている．我々もこれまでに，フェムト秒レーザ還元直接描画法を提案し，微細な金属及び半導体の構造形成を行ってきた．本手法では，原料粉末である CuO や NiO ナノ粒子を還元剤と混合し，フェムト秒レーザ照射による光熱還元・焼結を用いて Cu や Ni 系の微細構造を作製した[1]. 本研究では，Cu と Cu_2O の選択的還元描画を利用したマイクロ温度センサを直接描画形成について報告する．

CuO ナノ粒子（<50 nm，60 wt.%）を還元剤ポリビニルピロリドン（27 wt.%）と溶解剤エチレングリコール（13 wt.%）と混合し，CuO ナノ粒子溶液を作製した．フェムト秒レーザ（波長 780 nm，パルス幅 120 fs，繰返し周波数 80 MHz）を用い，サンプルをステージ走査することによって還元パターンを描画した． レーザスポットは 2 μm に集光した．

XRD 解析より，パルスエネルギーを 1.2 nJ，描画速度 500 μm/s，1000 μm/s としたとき，ガラス基板上に Cu-rich 及び Cu_2O-rich な還元パターンを選択的に描画できることが分かった．温度を 30－60ºC で制御して求めた抵抗温度係数は，Cu-rich 及び Cu_2O-rich 還元パターンにおいてそれぞれ約 1×10^{-3}/°C 及び-1.5×10^{-2}/°C となり，それぞれ金属及び半導体的特性を示した．絶対値の大きな抵抗温度係数の Cu_2O-rich を温度センサ部に，Cu-rich の導電性を配線に利用し，マイクロ温度センサを直接描画した．図 1 にマイクロ温度センサと作製プロセスを示す．図 2(a)にレーザ描画後，図 2(b)に未照射部分の CuO ナノ粒子除去後に得られた温度センサの光学顕微鏡像を示す．センサは導電性を有し，室温下の抵抗は約 8.1 MΩ となった．温度測定評価については当日報告する．

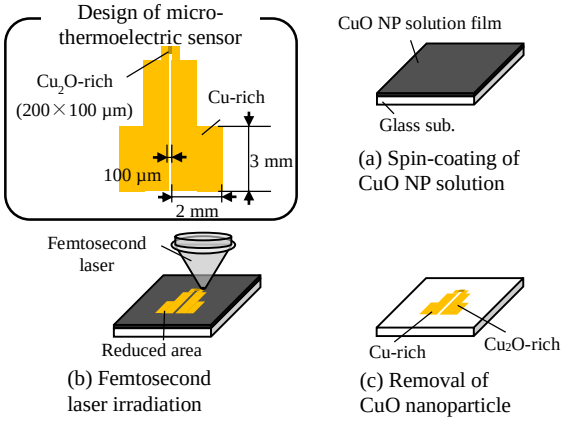

図 1 マイクロ温度センサの直接描画形成プロセス．

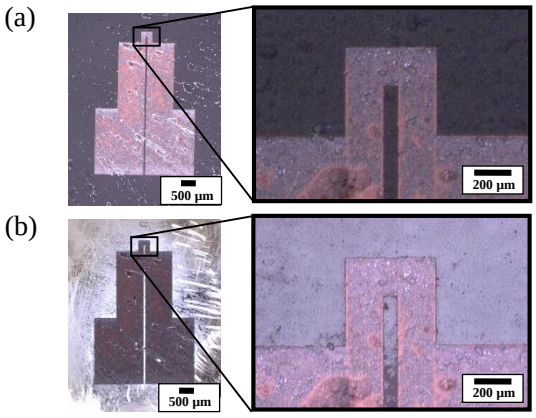

図 2 (a)描画直後及び(b)CuO ナノ粒子除去後のマイクロ温度センサ光学顕微鏡像．

[1] S. Arakane, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 54 (2015) 06FP07.

© 2015年 応用物理学会