

光渦レーザー照射により形成されたシリコン螺旋円錐体

Twisted silicon nano-cone fabricated by optical vortex laser processing

千葉大院融合¹, 北大院工², JST-CREST³, °高橋冬都¹, 滝澤隼¹, 藤原穂波¹宮本克彦¹, 比田井洋史¹, 森田隆二^{2,3}, 尾松孝茂^{1,3}Chiba Univ.¹, Hokkaido Univ.², JST-CREST³, °F. Takahashi¹, S. Takizawa¹, H. Fujiwara¹K. Miyamoto¹, H. Hidai¹, R. Morita^{2,3}, T. Omatsu^{1,3}E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

光渦とは位相特異点を持つ光波の総称である。代表的な光渦であるラゲールガウスモードは、位相特異点に由来するドーナツ型の強度分布と螺旋状波面を持つ。螺旋状波面に起因してビーム断面内に「軌道角運動量」が発生するため、光渦は角運動量という新規のパラメータを持つ光波として、その応用に注目が集まっている。われわれは光渦を物質に照射することで、光渦の持つ軌道角運動量を物質に作用させ、ナノスケールの螺旋構造体を形成できることを発見した。

本講演では、光渦レーザー加工により形成されたシリコンの螺旋構造体(シリコン螺旋円錐体)の結晶構造解析と形成メカニズムのモデリングを発表する。螺旋構造体の電子線回折画像を図 1 に示す。シリコン基盤と全く同じ回折像であることから、シリコン円錐が単結晶であることが分かる。また、光渦レーザー照射によって螺旋構造体が形成されるメカニズムは以下のようにモデル化される。ターゲットとなるシリコンが光渦パルスエネルギーを吸収して融解する。次に、融解したシリコンは光渦の軌道角運動量を受け取り、回転運動を開始する。最終的に、中心方向への力を受け、融解した材料は回転運動しながら位相特異点中心へ堆積し螺旋構造体として形成される。このモデルを裏付けるように、シリコン円錐体の側面に観測される螺旋構造は対数螺旋関数(2次元調和減衰振動)でほぼ完全にフィッティングできる(図 2)。螺旋円錐を創る中心力の起源は光渦の強度分布に対応して働く散乱力の動径方向の勾配であると考えられる。現在、軌道角運動量の大きさ、符号をパラメータとして螺旋構造の解析を進めており、詳細は当日発表する。

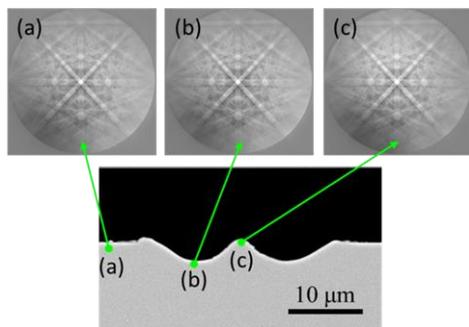


図 1. 螺旋構造体の電子線回折画像

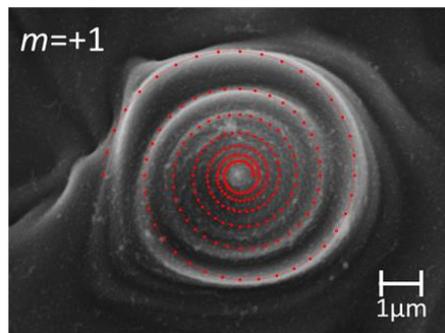


図 2. 螺旋構造体の対数螺旋関数フィッティング

[1] K. Toyoda, F. Takahashi, S. Takizawa, K. Miyamoto, R. Morita, T. Omatsu, "Transfer of light helicity to nanostructures," Phys. Rev. Lett., **110**, 14, (2013) 143603.

[2] K. Toyoda, K. Miyamoto, N. Aoki, R. Morita, T. Omatsu, "Using optical vortex to control the chirality of twisted metal nanostructures," Nano Lett., **12**, 7, (2012) 3645-3649.