

M-2

自由電子レーザー照射によりに形成された微細周期構造 (LIPSS) の波長特性

Wavelength characteristics of micro periodic structures (LIPSS) formed by free electron laser irradiation

○星野陽太<sup>1</sup>, 宮野祐弥<sup>2</sup>, 岩田展幸<sup>3</sup>

○Yota Hoshino<sup>1</sup>, Yuya Miyano<sup>2</sup>, Nobuyuki Iwata<sup>3</sup>

Abstract. In this study, free electron lasers were focused on low-resistance N-type silicon wafers at wavelengths from 1.6 μm to 3.5 μm. As a result, LIPSS was formed only at the edge of the irradiation area at the wavelengths of 2.5 μm to 3.5 μm, and the LIPSS were formed at 590 nm, 600 nm, and 630 nm. Also, based on the results of surface profiling measurements, these structures may have been formed by a change in the composition of the silicon surface. In the 0.9 μm to 1.2 μm wavelength condition, LIPSS was formed over the entire irradiation area at 620 nm, 850 nm, and 940 nm.

研究背景

私たちは新たな記録媒体として5次元光記録に注目している。5次元光記録は、ガラスなどの透明誘電体の構造を変化させて情報を記録する。その為、超長期間情報を記録することが出来るとともに高い耐久性を持っている<sup>[1]</sup>。情報の記録に用いられているこの構造はLIPSS( Laser-Induced Periodic Surface Structures )と呼ばれている<sup>[2]</sup>。私たちはLIPSSの構造特徴に波長依存性を付加させることで5次元光記録に対して更に情報密度を向上させ多次元光記録にすること目的に研究を行っている。

実験方法

バーストモードのFELを使用し実験を行った。試料には熱酸化膜300nmが積層された低抵抗N型シリコンウエハを用いた。波長1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 μmにおいて高調波を含む基本波照射実験とバンドパスフィルターを使用し基本波のみでの照射実験を行った。それらに加えて、非線形結晶によって発生させた第二次高調波0.9 μm ~ 1.2 μmでも同様に実験を行った。照射した試料の表面像観察には走査型電子顕微鏡を形状像観察には走査型プローブ顕微鏡を用いた。

実験結果・考察

バンドパスフィルターを使用し基本波のみでの照射実験で波長3.5 μm 照射エネルギー200μJの条件で形成された構造を図1に示す。照射痕外周部にのみLIPSSが形成されていることが分かる。これらの構造間隔は約630nm程度であった。波長3 μm, 2.5 μmでの実験結果でも同様に照射痕外周部にのみLIPSSが形成され構造間隔はそれぞれ約600nm, 590nm程度であった。表面形状測定の結果より周期間隔に対応した凹凸が見られなかった為、これらの構造はシリコンの表面の組成が変化して形成されたのではないかと考えている。

次に、非線形結晶によって発生させた第二次高調波での照射実験で波長1.1 μm 照射エネルギー200μJの条件で形成された構造を図2に示す。照射領域全体にLIPSSが形成されていることが分かる。これらの構造間隔は約850nm程度であった。波長0.9 μm, 1.2 μmでの実験結果でも同様にLIPSSが形成され構造間隔はそれぞれ約620nm, 940nm程度であった。

まとめ

本実験では波長3.5, 3.0, 2.5 μmの条件で照射痕外周部にのみLIPSSの形成を確認した。また、表面形状測定よりこれらの構造はシリコン表面の組成が変化したことによって形成されたのではないかと考えている。また、波長0.9, 1.1, 1.2 μmでは照射領域全体へのLIPSS形成に成功した。形成したLIPSSの構造間隔が波長が短くなるに比例して狭くなっていることが分かった。

参考文献

- [1] Kazansky, P., et al., SPIE Newsroom. 11 March. (2016)
- [2] Bonse, J., et al., IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 23 (3). (2017)

1: 日大理工・院(前)・電子 2: 日大理工・学部・電子 3: 日大理工・教員・電子

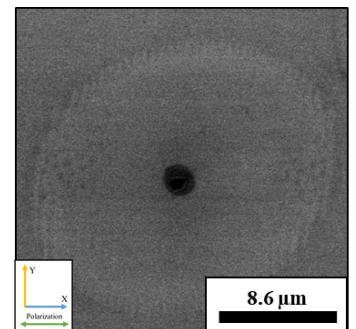


図1 波長3.5 μm 照射エネルギー200 μJにて形成された構造。照射痕外周部に間隔630 nm程度のLIPSSが形成された。

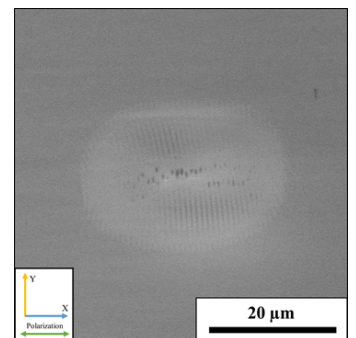


図2 波長1.1 μm 照射エネルギー200 μJにて形成された構造。間隔850 nm程度のLIPSSが形成された。