

## 二波長で機能する回折ビームスプリッタの研究

利用者：東洋大学 篠崎 優, 尼子 淳  
研究支援者：物質・材料研究機構 渡辺 英一郎、津谷 大樹

### 【研究目的】

複数加工部位への二波長同時照射を可能にする回折ビームスプリッタ(DBS: Diffractive Beam Splitter)の開発を目的とする。二波長DBSをレーザー加工へ応用すれば、二波長重畳加工による品質の向上と多点並列加工による生産性の向上が同時に期待できるので、大きな実用価値につながる(図1参照)。二波長DBSの設計では、要求されるビーム分岐性能を満足するように、DBSの周期凹凸形状を統計的反復アルゴリズムにより最適化する。広い面積に微細パターンを有するDBSを製作するには、高解像かつ高速露光が可能な階調露光プロセスが不可欠となる。

### 【成果】

NIMS微細加工プラットフォームにて、DBSの製作と形状評価を行った。マスクレス露光装置(DL-1000/NC2P, NanoSystem Solutions)を用いて、石英ガラス基板上へ塗布したレジストへDBSパターンを露光した。レジスト残膜特性の非線形性を補正し、適正な階調露光量を設定した。現像後のパターン表面を3次元レーザー顕微鏡(OLS4000, Olympus)で測定し、設計形状からの誤差を定量化した。ここでは、二つの波長1064nmと532nmで機能する5分岐のDBSの例を紹介する。図2はDBS表面の顕微鏡像である。凹凸の最大深さは6.2 $\mu\text{m}$ であり、11レベルで量子化されている。二台のCWレーザー(波長1064nm, 532nm)を用いてDBSのビーム分岐性能を評価した。図3にCCDカメラで取得したビーム列の強度分布を示す。波長1064nmでは0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ 次へ、波長532nmでは0,  $\pm 2$ ,  $\pm 4$ 次へ光エネルギーが集中している。本研究を通じて、二波長DBSの原理を検証できた。今後は、レジストパターンを耐光性を有する材料へ高精度で転写するプロセスを検討し、二波長DBSのレーザー加工への実用化をめざしたい。

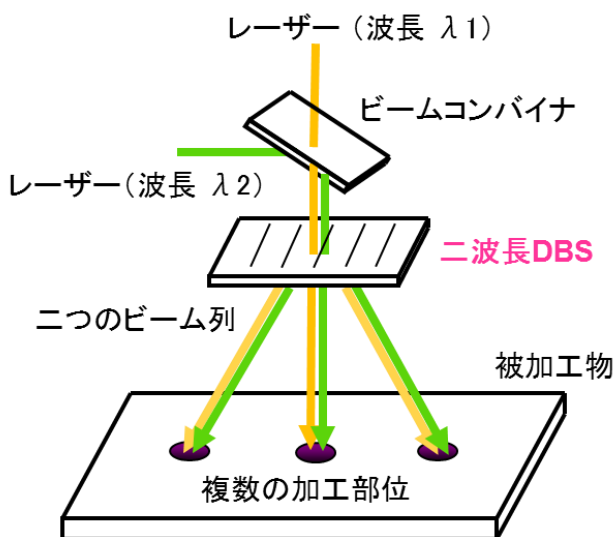


図1 二波長DBSを用いた多点並列レーザー加工

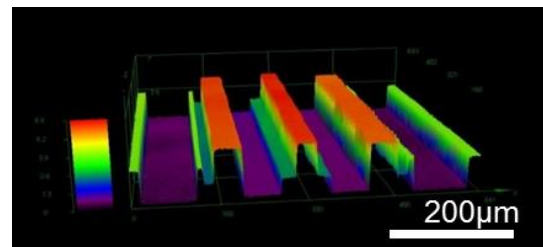


図2 製作した二波長DBSの表面形状(一部)

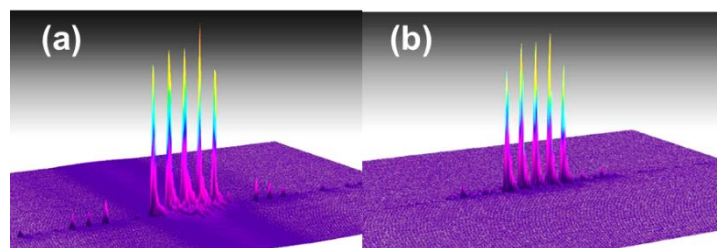


図3 二波長DBSで発生させたビーム列：  
(a) 波長1064 nm, (b) 波長532 nm

### 【支援実施機関からのコメント】

本支援案件は、H24補正予算で導入した高速マスクレス露光装置のグレースケール露光機能を応用したものである。露光ファイルの作成から厚膜レジストのガンマ補正值の導出、実際の試料作製・評価に至るまでをユーザーと一緒に取り組んだテーマである。得られた結果が学会発表・論文に繋がっただけでなく、実施機関としてもグレースケール露光に関する知見・技術を深めることができたため、支援事業としてWin-Winのテーマであったと感じている。

### 【論文・学会発表】

- [1] J. Amako and Y. Shinozaki, Opt. Express, 24, 16111-16122 (2016).
- [2] 篠崎 優, 尼子 淳, 日本光学会年次学術講演会 29pC1 (2015).
- [3] 篠崎 優, 尼子 淳, 日本光学会年次学術講演会 5pB1 (2014).