

課題番号 : F-13-TT-0014
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : ランダム位相板の作製とレーザー照射強度均一性の評価
Program Title (English): Fabrication of random phase plate and its application to laser beam homogenizing
利用者名 (日本語) : 加藤 潤
Username (English) : Jun Kato
所属名 (日本語) : 豊田工業大学 工学部 先端工学基礎学科
Affiliation (English) : Dept. of Advanced Science and Technology, Undergraduate School of Engineering,
Toyota Technological Institute

1. 概要 (Summary)

レーザーを用いた材料プロセスの場合、照射面での光強度の均一性が非常に重要である。レーザービーム照射強度の均一化について、マイクロレンズアレイによってビームを細かく分割し、集光レンズを介してそれらの小ビームを照射面で重畳する方法がある。しかし、干渉パターンが避けられない。ランダム位相板は、通常、半波長の位相差を与える薄膜を面内でランダムに配置することによって得られる。本実験では、 SiO_2 薄膜 (目標膜厚 577 nm) の有無によるランダム位相板を作製し、マイクロレンズアレイを用いたナノ秒パルス Nd:YAG レーザー第 2 高調波 (532 nm) 照射光学系に組み込み、照射エネルギー密度が均一化されるかどうかを調べた。

2. 実験 (Experimental)

マスクアライナ装置を利用し、リフトオフ法によって石英ガラス基板上に SiO_2 薄膜 (高周波マグネトロンスパッタリング法による) の有無によるランダムパターンを作製した。 SiO_2 薄膜の膜厚は、触針式表面形状測定機によって評価した。今回、マイクロレンズアレイ (ピッチ 1.0 mm、焦点距離 61 mm) と集光レンズ (焦点距離 300 mm) からなる照射光学系の集光レンズの直前にランダム位相板を組み込んだ。真空蒸着法により形成した Ge 薄膜 (Al_2O_3 上、膜厚 90 nm) に対して、空气中で 1 パルス (平均照射エネルギー密度 49 mJ/cm^2) を照射した。照射エネルギー密度がある閾値を超えた場所で Ge 薄膜が脱ぬれを生じる現象を利用して、照射エネルギー密度分布を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

今回、2 種類のランダム位相板(A)、(B)を作製した。(A)は、 SiO_2 膜 (膜厚 565 nm) を一辺 $100 \mu\text{m}$ の正方形を単位とするランダムパターン状に堆積したもの、

(B) は、まず、基板上に $1/4$ 波長の位相差にほぼ対応する SiO_2 膜 (膜厚 285 nm) を一辺 1 mm の正方形を単位とするランダムパターン状に形成し、その上にさらに SiO_2 膜 (膜厚 561 nm) を $100 \mu\text{m}$ 角のランダムパターンで形成したものである。Fig. 1 に照射強度均一性の結果を示す。(a)はランダム位相板なしの場合、(b)はランダム位相板(B)を用いた場合のパルスレーザー照射後の Ge 薄膜の走査電子顕微鏡 (SEM) 像である。(a)の強め合う干渉による規則的なスポットが(b)では弱められている。また、(b)の場合、(a)に比べて試料面内広範囲にわたる均一性が大幅に向上していた。ランダム位相板(A)は、(B)の場合とほぼ同様な結果を与えた。これらから、作製したランダム位相板は照射エネルギー密度を均一化する効果を有することがわかった。しかし、この照射光学系は、照射エネルギー密度の均一性をさらに改善することが必要である。

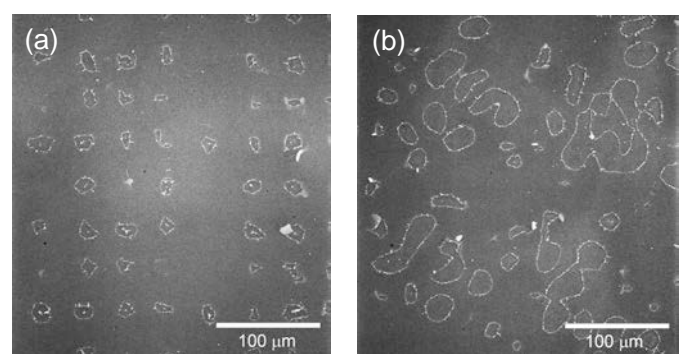


Fig. 1 SEM images of 90 nm Ge films after one pulse irradiation from second harmonic generation of YAG laser (a) without a random phase plate and (b) with random phase plate (B).

4. その他・特記事項 (Others)

共同研究者 (Coauthor) : 柳瀬明久 (豊田工業大学)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許 (Patent) なし。