

位相を制限した偏光ホログラムの最適化アルゴリズムの評価

Evaluation of optimal algorithm with polarization-selective hologram using restricted phases

職業能力開発総合大学校 ○(M1) 細江 将太, 田村 仁志, 花山 英治, 小野寺 理文

Polytechnic Univ., °Shota Hosoe, Hitoshi Tamura, Eiji Hanayam, Ribun Onodera

E-mail: shokugyohosoe1006@gmail.com

1. はじめに

微細加工技術が進展し、光波長以下の周期を有する超微細格子(SWS)を実現することが可能になった。このSWSにより、直行する入射偏光方向に対して異なる画像を再生できる偏光ホログラムの作製が可能である¹⁾。従来の偏光ホログラムの設計は画像A, 画像Bの2画像の位相分布を個別に設計アルゴリズムを用いて、ホログラムの位相分布を求め、位相分布の組み合わせをSWSにより実現していた。しかし、入射偏光間の屈折率差が小さいため、SWSに3 μm 程度の深い溝を加工する必要があり、SWSの溝を浅くした加工の容易化が望まれている。ただし、浅い偏光ホログラムを設計する際、ホログラムの位相の組み合わせを考慮しなければならないため、位相に制限をかける必要がある。

本研究では、この位相を制限したホログラムの位相分布を得るために、二つのホログラムの位相分布を同時に求める、偏光ホログラムの最適化アルゴリズムの検討を行ったので報告する。

2. 偏光ホログラムの設計方法

従来の手法では、0と π の2値に量子化の場合、画像A, Bの偏光ホログラムの位相の組み合わせ (ϕ_A, ϕ_B) は、(0, 0), (0, π), (π , 0), (π , π)となる。しかし深さを浅く制限するため、(0, π), (π , 0)の組み合わせ実現できなくなるため、異なる位相に置き換える必要がある。

この位相の組み合わせ考慮した偏光ホログラムの設計方法を図1に示す。設計には反復フーリエ変換アルゴリズムを用いた。二つの画像A, Bのホログラムの位相の組み合わせを考慮できるように、二つの画像を同時に反復フーリエ変換できるようにしている。画像A, Bにはダミーエリアを付与し、初期画像にはランダム位相を初期位相とし、フーリエ変換をする。ホログラム面での振幅と位相は、振幅は一定値に、位相は組み合わせの拘束条件を付与し、逆フーリエ変換をする。再生像面での振幅は、ダミーエリア以外は初期振幅に置換、位相はそのままにする。この計算を繰り返すことで量子化されたホログラムの位相分布が得られる。画像AとBを両方同時に計算することで画像A, Bのホログラムの位相の組み合わせを考

慮することが可能となる。ホログラムの位相の量子化には段階的に量子化範囲を拡大していくステップ型アルゴリズムを用いて検討を行った。

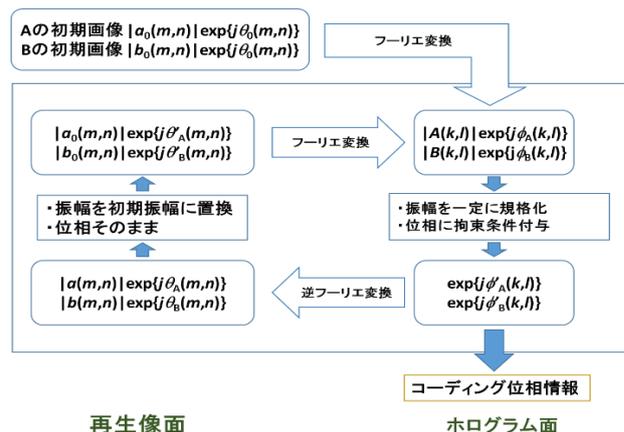
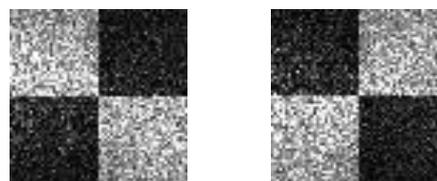


図1 偏光ホログラムの設計アルゴリズム

3. 実験結果

画像A, Bは、評価画像が64x64ピクセル、ダミーエリアが256x256ピクセルを用いた。石英基板の深さを1.04 μm 、微細格子の周期を0.4 μm としたため、位相は0, 0.5 π , π , 1.5 π の組み合わせを用いた。この設計により得られた評価画像のシミュレーション再生像を図2に示す。画像A, Bともに評価値0.84, 回折効率19%であった。しかし、まだ雑音が多いことが確認できる。



(a)画像A (b)画像B
図2 シミュレーション再生像

4. まとめ

ステップ型の反復フーリエ変換アルゴリズムを用いて、位相を制限した偏光ホログラムの設計手法を提案した。再生像の品質を改善する必要があるが、本手法で位相を制限した偏光ホログラムを設計できることを確認した。

参考文献

[1] Wanji Yu et al. : App. Opt. **41**, (2002) 96.