

非平面 HOE における縞構造に基づいた波面反射計算法 Calculation Method for Wavefront Reflection on Non-planar HOE Based on its Fringe Structure

(地独) 大阪技術研¹, 宇大 CORE², 宇大院工³

○ 山東 悠介¹, 茨田 大輔^{2,3}, 谷田貝 豊彦²

ORIST¹, CORE, Utsunomiya Univ.², Grad. Sch. Eng., Utsunomiya Univ.³

○ Yusuke Sando¹, Daisuke Barada^{2,3}, Toyohiko Yatagai²

E-mail: sando@tri-osaka.jp

ホログラフィック 3D ディスプレイの狭い視域を解決することを目指し、我々は凸型放物面鏡等の非平面光学素子の広域反射特性を活用した手法を提案した [1]。さらに、曲面鏡の代わりに非平面ホログラフィック光学素子 (HOE) を用いることで、実在物体と仮想物体の重畳表示、つまり AR 表示を実現する手法も提案した [2]。ただし、これらの手法では、非平面光学素子による放射状の発散反射によって視域拡大を実現しているため、ホログラムの計算には、非平面光学素子での反射を適切に組み込むことが必要になる。しかし、非平面での波面反射を効率的に計算する手法は確立されておらず、我々はこれまでに独自手法を提案した [3]。

しかし、発散反射を実現する HOE は、波長選択性を有する厚いホログラムである。これは、Fig. 1 に示す通り、干渉縞が感光材料の厚さ方向にも形成され、ブラッグの条件を満たす光のみが反射される、という原理に基づいている。しかし、立体像を形成するための入射波面は、HOE 記録時に用いた波面とは異なるため、ブラッグの条件は満たされない (オフブラッグ条件)。そのため我々は、感光材料内部に形成される干渉縞を界面とした反射の法則を用いて、

反射後の光線 (局所的平面波) の伝搬方向を決定していた [3]。しかしこの方式では、縞構造の周期性による回折に起因する伝搬が考慮されていない (※ブラッグ条件下では、これら 2 つの伝搬方向は一致する)。今回、縞構造の周期性 (位相分布) を用いて非平面 HOE での波面反射をフェルマーの原理を用いて計算する手法を提案し、従来手法 (界面反射) と比較した。

本研究では、円筒形 HOE での反射後、2 つの点物体を虚像として生成するホログラムの位相分布を比較した。Fig. 2 にホログラムの位相分布の一部拡大図を示す。全体的な分布としては、両者とも同じ分布を示している。しかし、位置が若干シフトしており、位相値としては 2π 以上の差が生じている。特にホログラムの中央部より端部の方がその差異は大きかった。これは、オフブラッグ条件では、界面での反射方向と、回折に起因する伝搬方向が一致しないためであり、正確なホログラム計算に向け、さらなる検討が必要になる。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP18 K18098) の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- [1] Y. Sando, *et al.*, Sci. Rep. **8**, 11333 (2018).
- [2] Y. Sando, *et al.*, SPIE Conference 11310(2020).
- [3] 山東悠介 他, OPJ 2019, 3pP13 (2019).

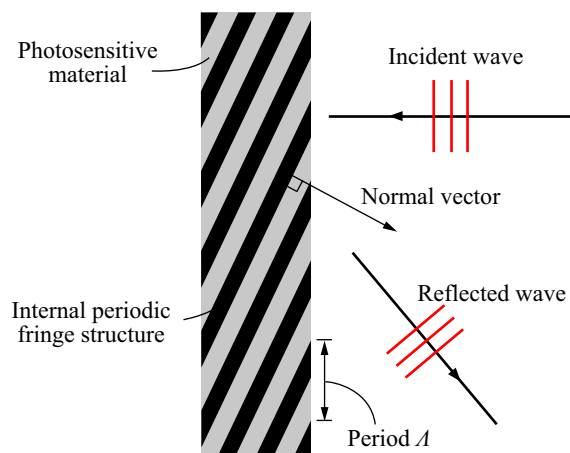


Fig. 1: Schematic of the wavefront reflection on the thick HOE.

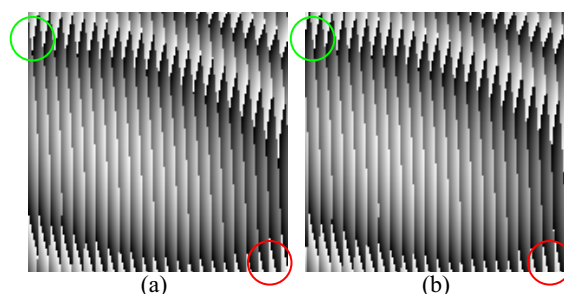


Fig. 2: Enlarged views of phase distributions of holograms calculated with (a) our proposed method and (b) our proceeding method, respectively.