

ハニカム構造を有するマイクロホログラムアレイを用いた
ホログラフィック Shack-Hartmann 波面センサーによる波面計測
Wavefront Measurement by Holographic Shack-Hartmann Wavefront Sensor
Using Honeycomb Microhologram Array

○ 最田 裕介¹, 神藤 宏伸¹, 野村 孝徳¹ (1. 和歌山大システム工)
○ Yusuke Saita¹, Hironobu Shinto¹, and Takanori Nomura¹ (1. Wakayama Univ.)
E-mail: saita@sys.wakayama-u.ac.jp

外乱のある環境下における観測対象の高解像なイメージングや光学素子の形状計測には光波の波面収差を計測する必要があり, これには Shack-Hartmann 波面センサー (SHWFS) が広く用いられている. SHWFS はマイクロレンズアレイと撮像素子を組み合わせた簡易な構造の波面センサーであり, 干渉計に比べて振動などに強い. SHWFS に入射した光波は, マイクロレンズアレイの焦点面上に配置された撮像素子上にスポットをつくる. この際, 光波の局所的な波面の傾き, すなわち位相勾配に応じてスポットは光軸上からずれた位置にあらわれ, このスポットの変位から被測定波面の位相勾配を求めることができる. しかし, スポットの変位算出は各マイクロレンズに割り当てられた撮像素子上の領域である検出域の大きさにより制限される. このため, スポットの変位が検出域を越えるような大きな位相勾配は正しく計測することができず, 位相勾配計測のダイナミックレンジは検出域の大きさにより決まるといえる. 時系列に計測をおこなうことにより, スポットが検出域を越える場合でも計測可能な手法が提案されている [1, 2] が, ある瞬間の波面や時間的に変動のない波面には適用できないといった被計測波面の制約があった.

これまでに本研究では, SHWFS のダイナミックレンジ拡大手法としてホログラフィック Shack-Hartmann 波面センサー (H-SHWFS) を提案してきた [3]. 本手法の概念図を Fig. 1 に示す. H-SHWFS では, マイクロレンズアレイの代わりにマイクロホログラムアレイを用いることにより, 撮像素子上の 3×3 の各検出域ごとに識別可能なパターンがあらわれる. ここで得られた再生画像に対し, 各パターンをテンプレート画像として相互相関演算をおこなうことにより, テンプレート画像と同一のパターンの

位置にのみ強い相関信号が発生した相関マップ群が得られる. 位相勾配は相関マップ上で相関ピークの変位を算出することにより求めることができる. このとき, 隣接領域には相関信号がほとんどあらわれないため, 変位算出に利用できる領域を拡大することが可能である. しかし, 本手法では相関マップ群を得るために 9 回の相互相関演算をおこなう必要があり, これは本手法における計測に要する解析時間のボトルネックである.

本稿では, H-SHWFS による波面計測において解析時間を短縮するためにマイクロホログラムアレイの配置について考える. 従来は矩形のマイクロホログラムを 9 つの領域に配置したマイクロホログラムアレイを最小単位として用いて隣接領域と識別可能なパターンを得ていた. これを正六角形のマイクロホログラムを配列したハニカム構造とすることにより, 単位マイクロホログラムアレイは 7 種類のマイクロホログラムを組み合わせることにより実現可能である. これにより, 解析の際の相互相関演算が 7 回で済むため, 解析時間の高速化につながる. 作製したマイクロホログラムアレイとその再生像を Fig. 2 に示す. 従来と同様にあるパターンの隣接領域ではすべて異なるパターンが得られていることがわかる. これを用いることにより, H-SHWFS のダイナミックレンジ拡大作用と解析時間の高速化の両立が期待できる.

参考文献

- [1] G. Yoon, S. Pantanelli, and L. J. Nagy, *J. Biomed. Opt.* **11**, 030502 (2006).
- [2] M. X. C. Li, L. Hu, Z. C. Q. Mu, and L. Xuan, *J. Biomed. Opt.* **15**, 026009 (2010).
- [3] 最田裕介, 野村孝徳, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, p. 03-271 (2014).

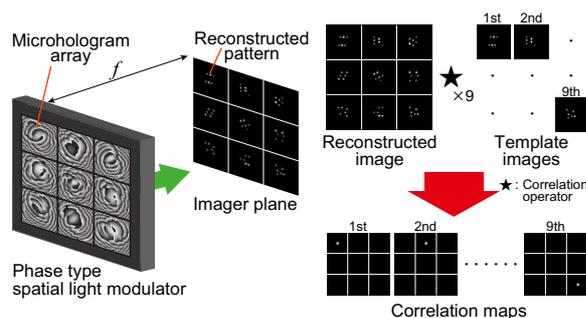


Fig. 1 Schematic diagram of H-SHWFS.

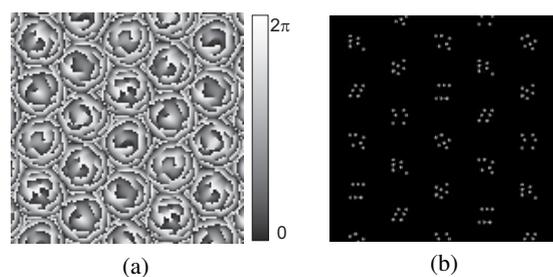


Fig. 2 (a) A honeycomb microhologram array and (b) its reconstructed image.