

低コヒーレンス光源を用いたデジタルライトインフライトホログラフィによる シングルショット 3 次元形状計測

Single-shot three-dimensional shape measurement by digital light-in-flight holography with a low-coherence light source

和歌山大学大学院システム工¹, 和歌山大学システム工² ○ 田中 裕二¹, 野村 孝徳²

Wakayama Univ.^{1,2} ○ Yuji TANAKA¹ and Takanori NOMURA²

E-mail: s132035@sys.wakayama-u.ac.jp

物体の形状をシングルショットで計測する方法として、デジタルライトインフライトホログラフィを利用した手法が提案されている [1]。しかしながら光源にパルス光を必要とするため実用的ではない。そこで、我々は光源に低コヒーレンス光を用いたデジタルライトインフライトホログラフィによるシングルショット 3 次元形状計測手法を提案する。

Fig. 1 に原理光学系を示す。今、ドーム状の物体を計測する場合を考える。撮像素子面の座標系を (x, y, z, z') とし、物体面の座標系を $(\xi, \eta, \zeta, \zeta')$ とする。 z' 軸は参照光の進行方向、 ζ' 軸は物体の高さ方向をあらわしている。光源にはコヒーレンス長 l_c である低コヒーレンス光を用いる。参照ミラーを y 軸中心に θ 回転させることによって、撮像素子面上の y 軸方向には同時刻 t 、 x 軸方向には時刻 t の異なるホログラムを 1 枚記録する。次に記録した 1 枚のホログラムを x 軸方向に短冊状に分割し、記録時刻 t の異なるホログラムを複数枚取得する。 x 軸方向の分割幅は

$$\Delta = \frac{l_c}{\sin 2\theta} \quad (1)$$

により決定される。分割したホログラムをそれぞれ数値再生させ記録時刻 t の異なる複数の再生像を取得する。取得した複数の再生像から各画素ごとに強度が最大となる画像を特定することによって、記録時刻 t の変化に対応した物体表面の相対的な高さ分布を

$$\Delta \zeta' = \frac{\Delta x \sin 2\theta}{2} \cos \theta \quad (2)$$

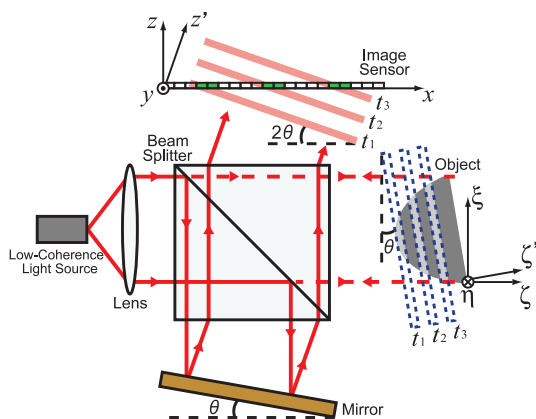


Fig. 1 Optical system for a single-shot shape measurement.

によって求めることができる。 $\Delta \zeta'$ は ζ' 軸方向における物体表面の相対的な高さ、 Δx は撮像素子面の x 軸上における記録時刻 t の変化に対応した干渉領域の相対的な差をあらわしている。

実験では、ボタン電池表面を計測対象とした。実験により記録した 1 枚のホログラムの分割再生から取得した異なる高さにおける再生像を Fig. 2 に示す。取得した再生像から 3 次元形状計測をおこなった結果を Fig. 3 に示す。本システムの面方向の計測範囲は $5\text{mm} \times 6\text{mm}$ 程度、高さ方向の計測範囲は $170\mu\text{m}$ 程度であった。

参考文献

- [1] Bengt Nilsson and Torgny E. Carlsson, "Direct three-dimensional shape measurement by digital light-in-flight holography," Appl. Opt. 37, 7954–7959 (1998).

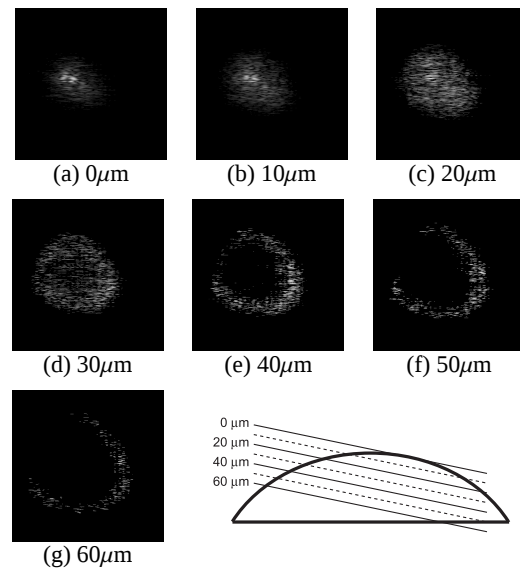


Fig. 2 Reconstructed images at several different positions of the reference wave.

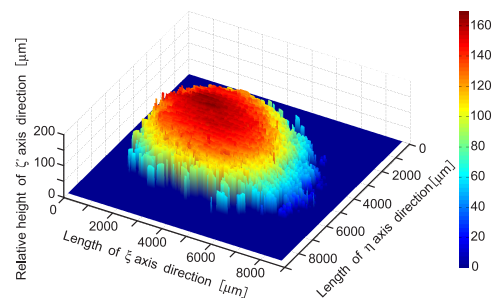


Fig. 3 Measured three-dimensional shape of the button battery surface.