位相シフトバーストディジタルホログラフィを用いた液滴の形状計測

Shape measurement of a droplet using phase-shifting burst digital holography

宇都宮大学　オプティクス教育研究センター　○(M1)氏家 拓海，早崎 芳夫
Utsunomiya Univ., CORE ◦Takumi Ujiie, Yoshio Hayasaki
E-mail: ujiie_t@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

ディジタルホログラフィ(DH: digital holography)とは，物体光と参照光によって形成される干渉縞から計算機内でホログラムを取得し，再生像を得る技術である．その一方法である位相シフト DH(PSDH: phase-shifting DH)は，不要な回折光なく，イメージセンサーの解像度でホログラムを取得できる特徴を持つが，参照光に位相シフトを与えながら複数回の画像取得を必要とするため，運動物体を撮像するための多様な工夫が実証されている．

本研究では，高速カメラと同期して位相シフトを行うバースト撮影型の PSDH を提案し，液滴の形状変化を測定する．

2. 実験方法

Fig. 1 は実験システムを示す．光源は，480nm から 2300nm の光を発生するスーパーコンティニュームレーザーであり，所望の波長を音響光学チューナブルフィルタにより選択された．実験では，波長を 632.8 nm に設定した．参照光の位相変調はピエゾアクチュエータ(PZT)により与えられた．ファンクションジェネレータは，コンピュータ(PC)からのトリガ信号により，PZT へ電圧制御信号と高速カメラへトリガ信号を同時に出力した．参照光の位相変化をさせながら，撮影された 4 枚の干渉縞画像からホログラムが生成された．再生像は，そのホログラムに角スペクトル法を適用して得られた．サンプルは，蒸発による形状変化を有するエタノール液滴を用いた．

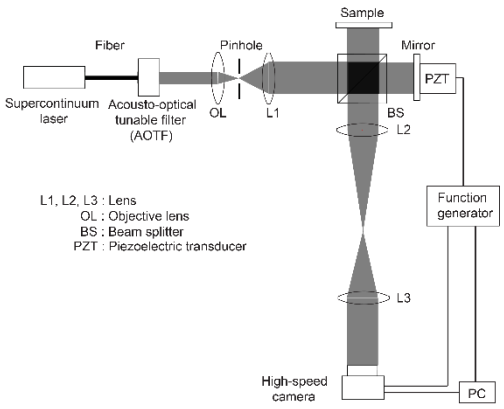

Fig. 1 Experimental setup.

3. PZT のキャリブレーション

Fig. 2 は PZT に 7.6V のステップ電圧を印加した時の参照光の位相変化である．ステップ電圧は、高速カメラへのトリガ信号出力の 6.25ms 後に立ち上がる．6.93-7.39ms 間の近似直線の傾きを計算した結果，4360π rad/s であった．この条件で 4 ステップ PS に必要なフレーム間の時間は 115μs となった．

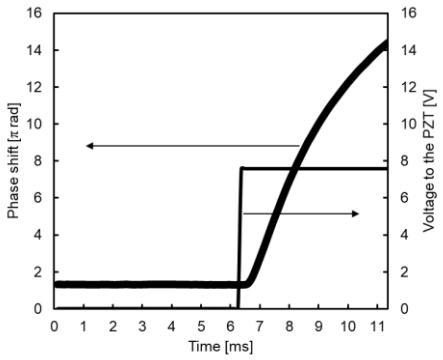

Fig. 2 Temporal change of phase shift given by the PZT when the step voltage was applied to the PZT.

4. エタノール液滴の観測

Fig. 3 はエタノール液滴の再生像の強度分布と位相分布である．エタノール液滴はスライドガラス上に垂らし，その蒸発過程を観測した．測定結果から 460μs の撮影時間で光軸方向の高さ 1.2μm 程度のエタノール液滴の 3 次元形状が得られた．

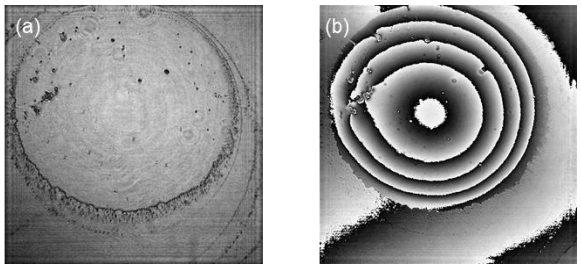

Fig. 3 (a) Amplitude and (b) phase distributions of the reconstructed image of an ethanol droplet on a glass substrate.

5. まとめ

高速位相変調と高速カメラを用いた位相シフトバーストディジタルホログラフィを構築した．スライドガラス上に垂らしたエタノール液滴の構造を観測した．

© 2020年 応用物理学会