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　○(M2)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．PZT には 7.6V のステップ電圧を印加し，4360π rad/s の速度で参照光の位相を変化させた．4 ステップ PS に必要なフレーム間の時間は 115μs である．参照光の位相変化をさせながら，撮影した 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．

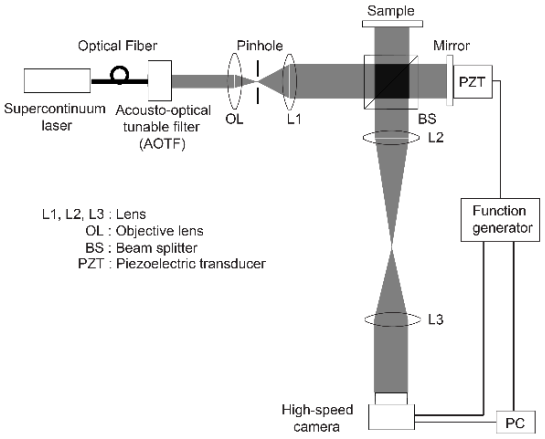

Fig. 1 Experimental setup.

3. システムの誤差評価

Fig. 2 は凹面鏡の位相分布を示す．Fig.2 の実験結果にフィッティングを実行し，システムの誤差評価を行った．誤差評価には平均平方二乗誤差を用いた．フィッティングの結果，平均平方二乗誤差は 0.378πrad となった．

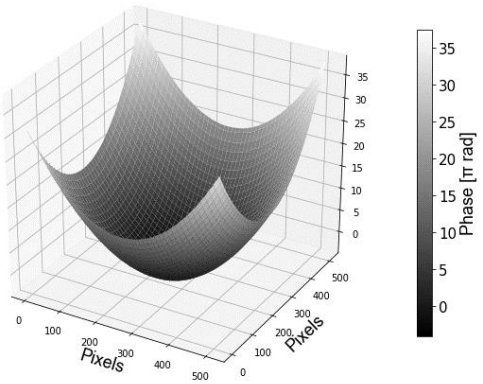

Fig. 2 Phase distribution of a concave mirror.

4. エタノール液滴の動画撮影

Fig. 3 は 1fps で 30 秒間撮影した際の 15 秒後のエタノール液滴の位相分布を示す．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．測定結果から光軸方向の高さ 12πrad 程度のエタノール液滴の 3 次元形状が得られた．

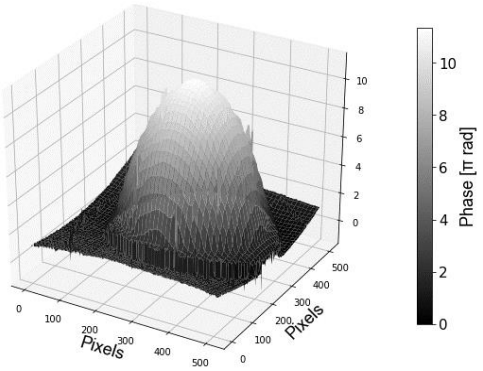

Fig. 3 Phase distributions of an ethanol droplet on a glass substrate after 15s.

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 1fps でのエタノール液滴の形状計測を行った．

© 2020年 応用物理学会