

バブルボリュームディスプレイ

Bubble volumetric display

○熊谷 幸汰, 早崎 芳夫 (宇都宮大学オプティクス教育研究センター)

○Kota Kumagai, Yoshio Hayasaki (Utsunomiya Univ. CORE)

E-mail: Kumagai_k@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

ボリュームディスプレイとは、3次元的な画素（ボクセル）を生成するディスプレイであり、多様な方式が提案されてきた。このディスプレイは、立体映像を直接空間に描画するため、観測者に視野制限や生理的不快感を与えない立体映像を表示できる。これまで、水滴やバブルを画素として用いたディスプレイの実現が試みられてきた。空中に霧を生成し、プロジェクションにより映像を得る“FogScreen” [1]、直線状に落下する多数の水滴[2]や、煙を封入したシャボン玉[3]をスクリーンとしてプロジェクションする手法は、観測者とディスプレイとのインタラクションや2次元スクリーンを多層化した2.5Dディスプレイの実現を可能にした。

フェムト秒レーザーパルスが液体中に集光される時、集光点での高いフォトン密度により、液体が多光子励起されバブルが生成される。生成後、レーザーの集光点を走査することにより、液中の任意の位置にバブルを生成できる。ここで、粘度の高い液体を用いることにより、バブルは特定の時間だけ同じ位置に滞在する。我々はこのバブルをボクセルとして利用できると考えた。レーザーを用いる光アクセス型ボリュームディスプレイはディスプレイに電気的な配線が不要であり、映像に広い視野角を与える手法として知られているが、バブルをボクセルとしたものはこれまで報告されていない。

本発表では、フェムト秒レーザーパルスを液中に集光し生成されたバブルをボクセルとしたボリュームディスプレイを提案する。我々がこれまでに実現したボリュームディスプレイシステム[4,5]に用いられたホログラフィック並列光アクセスも適用された。

2. システム構成

Fig.1は実験光学系を示す。光源には中心波長800nm、繰り返し周波数 1kHzのフェムト秒レーザーを用いた。映像を描画するために、集光点は2次元ガルバノスキャナと可変焦点距離レンズで構成される3次元光スキャナにより走査された。描画された映像は、照明によるバブルにおける光散乱で可視化される。スクリーンは、ガラスセル中のグリセリンである。ホログラフィック並列光アクセスは、液晶空間光変調器（LCSLM: liquid crystal spatial light modulator）に表示された計算機ホログラム（CGH: computer-generated hologram）によって実現され、集光点を多点同時に生成する。

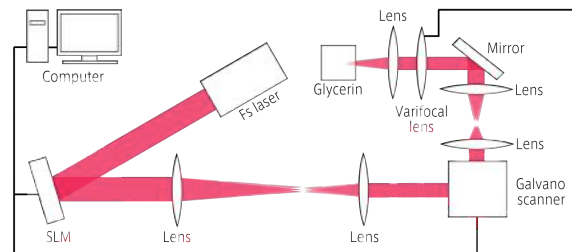


Fig. 1 Optical setup.

3. 実験結果

Fig.2は、ガルバノスキャナを用いて集光点を走査し、生成したバブルにより描画された画像である。フェムト秒レーザーは、スクリーン側面から2秒間集光照射された。画像はスクリーンの斜め上から蛍光灯照明下において24 fpsで撮影され、レーザー照射終了時を0秒とし、8秒後と16秒後の様子を示した。レーザーパルスのエネルギーは24.5μJ、パルス幅は< 130 fsであった。



Fig.2 “Whale” rendered by femtosecond laser-induced bubbles.

4. まとめ

我々は、フェムト秒レーザー、LCSLM、3次元光スキャナを用いてボリュームディスプレイシステムを構築し、フェムト秒レーザー誘起バブルによる映像描画に成功した。今回描画された映像は、蛍光灯照明下のため白色であるが、任意の色で照明すればカラー化できる。課題は、描画後に滞在するバブルの消泡である。消泡手法の検討は、アニメーションの描画に不可欠である。これは、収束超音波やスクリーンに用いる液体の循環による消泡装置を適用することで改善される。

参考文献

- [1] I. Rakkolainen et al., Proc. ACM SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies (ACM, 2005), p.8.
- [2] P. C. Barnum et al., ACM Trans. Graph., 29 (2010).
- [3] M. Nakamura et al., Proc. ACM SIGCHI 2006 (ACM, 2006), p.47.
- [4] K. Kumagai et al., Opt. Lett. **40**, 3356 (2015).
- [5] Y. Ochiai and K. Kumagai et al., ACM SIGGRAPH 2015 Emerging Technologies (ACM, 2015), p.10