

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：17201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540106

研究課題名(和文) 気泡投影型3次元ディスプレイの実現に向けた気泡生成技術に関する研究

研究課題名(英文) The bubble generation technology for a bubble projection three-dimensional display

研究代表者

中山 功一 (Nakayama, Koichi)

佐賀大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：50418498

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、気泡投影型3次元ディスプレイ(BP3DD)の実現に向けた研究に取り組んでいる。本研究課題では、水中にレーザーで任意の3次元形状の気泡群を生成する技術を研究した。様々な種類の液体中に生成した3次元の気泡群の表面に、可視光を投影した。また、水中映像を空中映像として提示する光学系として、エアリアルイメーシングプレートによる空中映像の見え方を確認した。

研究成果の概要(英文)：We have developed a bubble-projection three-dimensional display (BP3DD). The BP3DD will generate reflecting points in a liquid. We have created bubbles into various kinds of liquids by hitting the laser beam. Then, we succeeded to project light onto the bubbles.

研究分野：知能情報学

キーワード：3次元ディスプレイ 気泡投影 レーザ

1. 研究開始当初の背景

現状の立体映像表示方式は、(A) 2次元視差画像（右目と左目に異なる2次元画像を提示する方式）、(B) 3次元空間画像（3次元空間中に発光体／反射体を設置する方式）、(C) 電子ホログラフィに大別できる。立体ディスプレイとして(A)2次元視差画像方式は広まりつつあるが、理想的な立体映像を提示する(B)3次元空間画像／(C)電子ホログラフィは技術的に困難である。(B)3次元空間画像を実現するためには、いくつかの技術的な課題を解決する必要がある。

人は物を立体的に見るために、両眼の輻輳角／両眼視差／焦点調節／運動視差の4つを主に用いている。(A)方式の多くは、両眼の輻輳角と焦点調節に矛盾が生じ、運動視差を伴わないため、長時間の鑑賞は難しい。一方、(B)方式は全て矛盾なく鑑賞できるが、その多くは、奥にある物体から発せられた光を、手前にある物体が遮らないため、奥が透けて見えるゴーストのような映像となる。(C)方式では視域が狭く、ある一方向からしか再生像を観察できない。現実の3次元物体を見る場合と同様という意味で理想的な(B)3次元空間画像が期待されている。

本研究課題で取り組む気泡投影型3次元ディスプレイは、発光点ではなく反射点を任意の形状に生成する(B)方式に該当し、自然な立体像を提供できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究課題は、3次元空間中の任意の位置に反射体を設置するという技術的な課題を解決し、奥の光が透けて見えないことのない新しい(B)方式を実現するものである。

本研究で取り組む3次元ディスプレイの実現方法を以下に述べる。

透明液体（水）で満たされた密閉容器内の圧力を沸騰寸前まで下げる。波長 1064nm の近赤外 YAG レーザをレンズで液体中に集光し局所的に加熱すると、気泡が生成される。集光位置をガルバノスキャナで制御することで、任意の位置に気泡が生成できる。この技術により、輻輳角／両眼視差／焦点調節／運動視差の4つを矛盾なく提示でき、全方位から観察でき、専用メガネが不要な3次元ディスプレイが実現できる。

本研究課題では、気泡数（画素数）の多い高精細な立体像を水中に生成する技術を明らかにする。また、動画像の更新周波数を向上させる技術を、気泡を瞬間的に消滅させる圧力制御装置の研究開発により実現する。

3. 研究の方法

液体中で気泡を生成させるために必要なエネルギーは、沸点や比熱など液体の物性値に依存する。また、液体中にレーザの吸収率を高いものを拡散させ、そこにレーザを照射すれば低いエネルギーで気泡ができる。そこで、レーザの照射対象として水にラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウムを混ぜたものに、グラファイト粉末と拡散させた液体を用いて実験した。

実験装置の構成を図1に、水槽中の気泡生成位置を図2に示す。

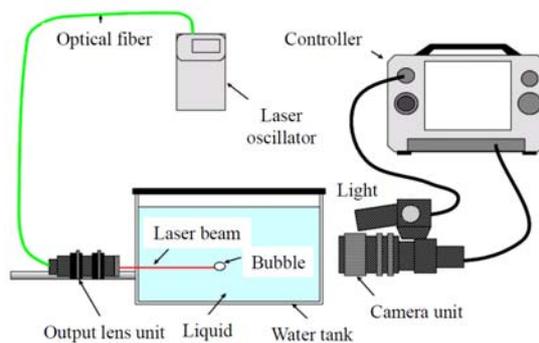


図1：実験装置の構成

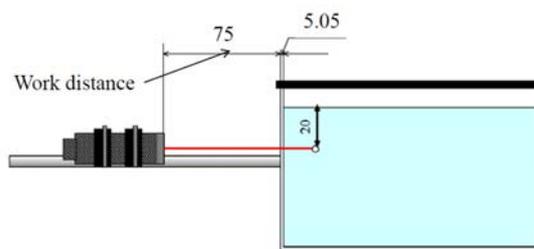


図2：気泡生成位置

4. 研究成果

照射エネルギーと気泡生成率との関係として、レーザの照射エネルギーと気泡生成率との関係を、パルス幅 4ms の場合を図 3 に、パルス幅 2ms の場合を図 4 に示す。

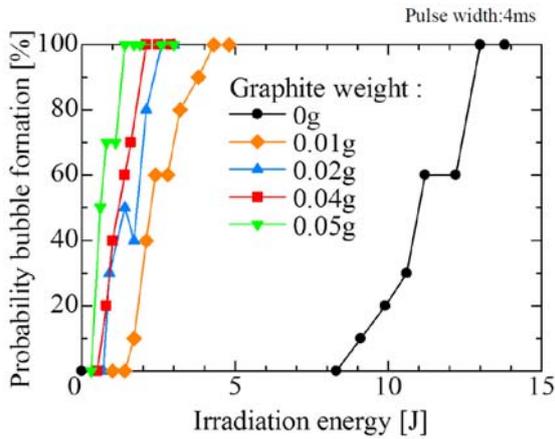


図 3 : レーザの照射エネルギーと気泡生成率との関係 (パルス幅 4 ms)

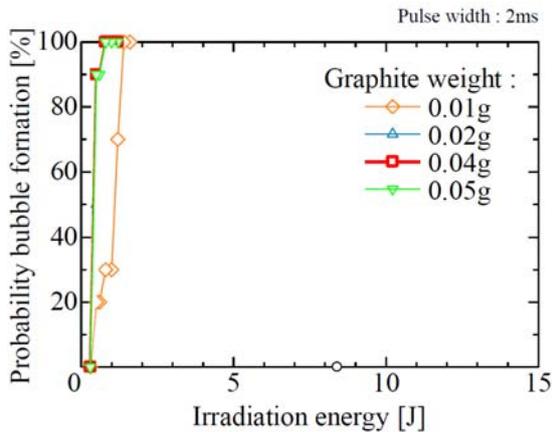


図 4 : レーザの照射エネルギーと気泡生成率との関係 (パルス幅 2 ms)

これらの結果より、グラファイト粉末を拡散させた液体の方がより低いエネルギーで気泡を生成することが確認された。また、グラファイト粉末の添加量の増加によってより低いエネルギーで気泡生成率が高くなることが示された。

生成された気泡のサイズの分布をパルス幅 4ms の場合を図 5 に、パルス幅 2ms の場合を図 6 に示す。

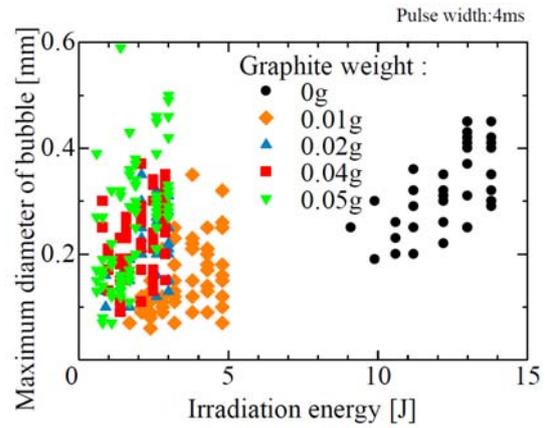


図 5 : 生成された気泡のサイズの分布 (パルス幅 4 ms)

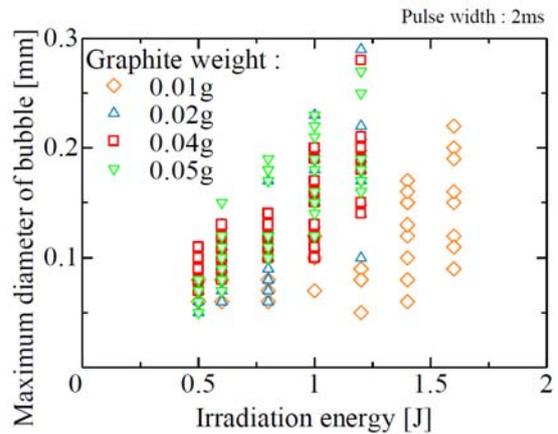


図 6 : 生成された気泡のサイズの分布 (パルス幅 2 ms)

これらの結果より、パルス幅が 2ms の場合には、パルス幅 4ms の場合に比べて、気泡系のサイズのばらつきが小さいことが明らかとなった。

これらの結果から、より小さいエネルギーで均一性の高いサイズの気泡を生成できるという意味で、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム水溶液にグラファイト粉末と拡散させた液体に、パルス幅 2ms のレーザを照射して気泡生成する方法が、適切であることが示された。

5. 主な発表論文等
〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 0 件）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中山 功一 (NAKAYAMA Koichi)

佐賀大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号：50418498

(2) 研究分担者

尾崎 仁志 (OZAKI Hitoshi)

三重大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：90515660

沓名 宗春 (KUTSUNA Muneharu)

三重大学・大学院工学研究科・リサーチフ

エラー

研究者番号：20153299