

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：17201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650056

研究課題名(和文)水中気泡生成技術を用いた3次元ディスプレイに関する研究

研究課題名(英文)The bubble-projection three-dimensional display using generation technology of under water bubbles

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) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：水で満たされた密閉容器内の圧力を下げ、近赤外レーザーをレンズで集光し、局所的に加熱した。その結果、任意の位置に気泡が生成できることが確認できた。生成した気泡の表面は、可視光を拡散反射され、スクリーンの役割を果たした。より高精細な立体像を得るため、高出力のレーザー発信器(出力3kW)にて実験したところ、毎秒300個の気泡を生成できることが実験から確かめられた。現段階では、レーザーの集光位置を毎秒300ヶ所に変更できるレーザー走査(スキャニング)装置は実現していない。レーザー走査装置を導入することで、毎秒300画素の立体像が得られることが期待される。

研究成果の概要(英文)：We are developing a bubble-projection three-dimensional display (BP3DD) that will generate reflecting points in a liquid. We examined bubble generation in water and ethanol to find the most suitable conditions for the BP3DD. Experimental results showed that when the water pressure was lower, the required energy to generate bubbles decreased linearly. The required energy should be lowest when the water pressure is similar to the water vapor pressure. When bubbles were generated in ethanol solution, the required energy was lower than that required in water. The minimum required energy to generate bubbles was approximately 2 J. We can conclude that the required energy to generate bubbles is dependent on the physical properties of the liquid and its pressure.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインターフェイス 3次元ディスプレイ 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。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、(B)方式に該当する。

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。

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新しい(B)方式を実現するものである。

水中にレーザーで多数の気泡群を任意の形状に生成するという世界初の技術を明らかにする。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。次世

代の3次元ディスプレイの基盤技術へとつながる研究成果を得ることを目指す。

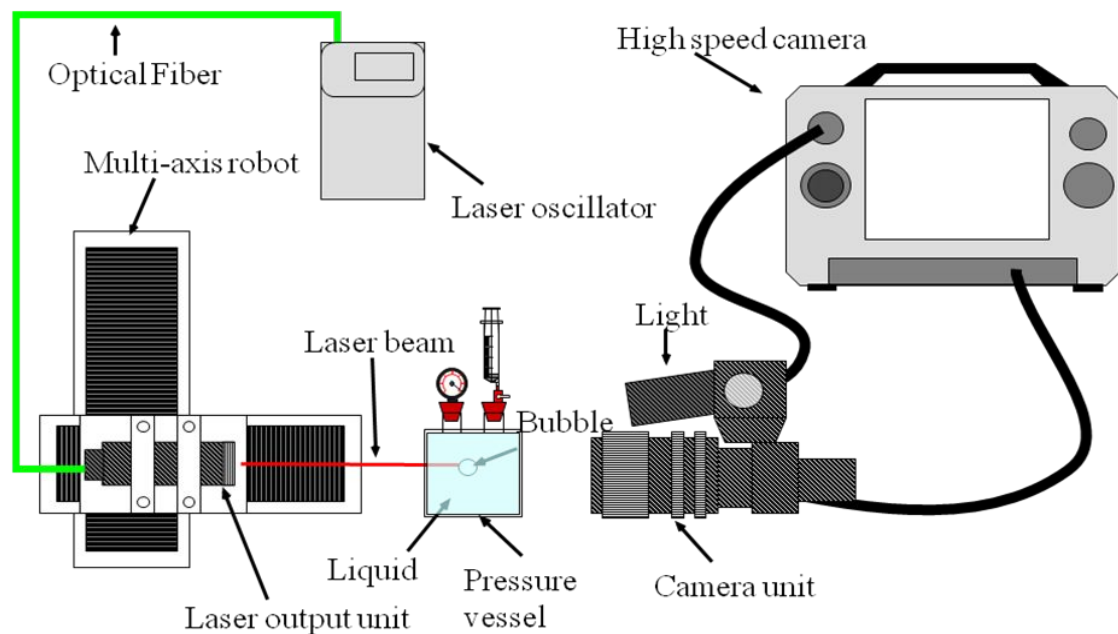
3. 研究の方法

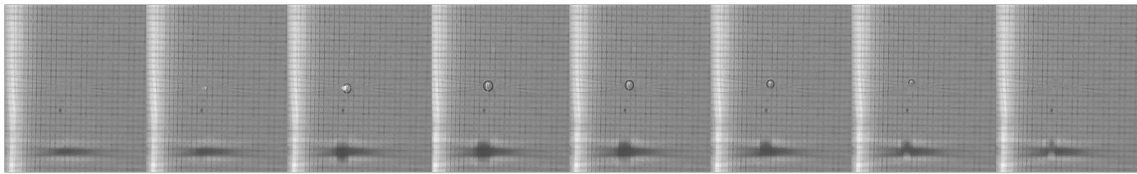
本申請課題では、圧力を制御できる小型の水槽を製作し、YAGレーザー装置を用いて、様々な条件で気泡を生成する実験を行った。また、レーザー出射ユニットの位置を制御する機構を用いて、水中に数百個の気泡からなる立体形状を生成することを目標とした。レーザーのパルス幅/レーザーの出力(強度)/レーザーの波長/水の圧力/水への添加剤の種類などについて検討した。

4. 研究成果

圧力制御用のガラス製水槽を製作した。水槽の1面には円形の穴を2つあけ、ゴム栓を介して圧力制御装置と気圧計を取り付けた。水で満たした水槽内の圧力を、減圧木にて飽和水蒸気圧(沸騰が始まる圧力、例:40度約0.07気圧)になる直前まで下げ、YAGレーザー装置の出射ユニットからレーザー光をレンズで集光させた。集光位置には気泡が生成された。気泡が生成される位置は、出射ユニットを動かす事で制御した。出射ユニットを精密卓上型3軸ロボット(コムス社製:RAP3)に固定し、気泡を生成する位置をコンピュータで制御した。生成した気泡を光速度カメラで撮影し、気泡の挙動を確認した。

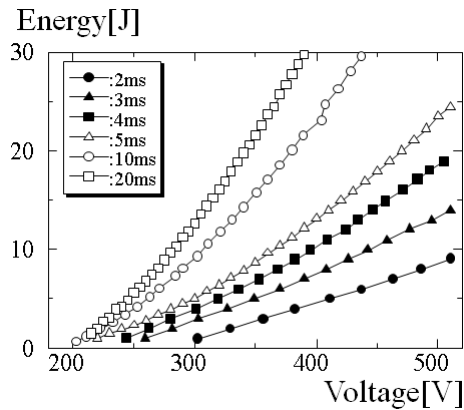
構築した実験装置は下図の通りである。



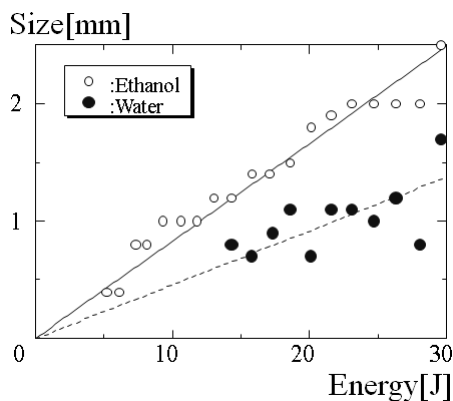


生成した気泡を毎秒 1000 コマの光速度撮影した様子を上図に示す。

圧力だけでなく、レーザーのパルス幅や出力を様々に変化させ、気泡を生成しやすい条件、および映像の投影に好ましい気泡が生成される条件を検討した。

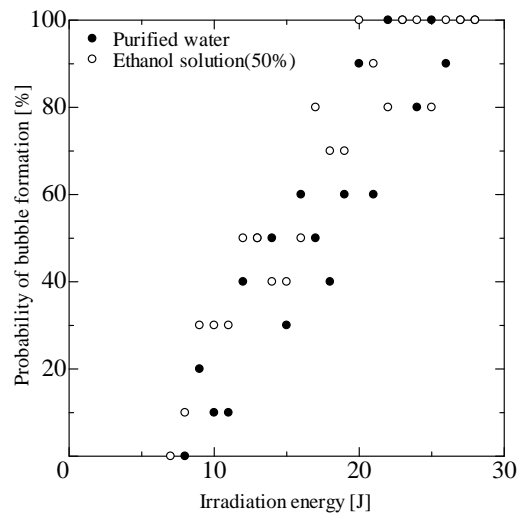


上図は、レーザーのフラッシュランプ電圧とレーザーの出力するエネルギーの関係、下図は、レーザーの出力するエネルギーと気泡サイズの関係を示した実験結果である。どの程度のエネルギーで、どの程度の大きさの気泡が生成されるかが確認できた。



右上図は、0.04MPa の水圧に置いて、レーザーの出力と気泡が生成される確率を示した実験結果である。水と比べると、エタノールの方が気泡が生成されやすいことが分かる。

これらの結果から、おおむね 20J の絵ネル義を水に集光することで、水の場合は 1mm、エタノールの場合は 2mm 程度の気泡が確実に生成できることが確認された。



これら以外にも、気泡生成に適したレーザーのパルス幅および波長 / 気泡を生成する 3次元位置の制御方法 / 多数の気泡群 (空気) に投影した映像の視認性 / 気泡サイズの制御 / 気泡の発生から消滅までの時間 (動画表示の可能性), なども確認した。



さらに、高出力のレーザー発信器 (IPG レーザ社製 SM ファイバーレーザー, 出力 3kW) にて実験したところ、毎秒 300 個の気泡を生成できることが実験から確かめられた。上手は、3 この気泡を同時に生成した様子である。

現段階では、レーザーの集光位置を毎秒 300ヶ所に変更できるレーザー走査 (スキャニング) 装置は実現していない。レーザー走査装置を導入することで、毎秒 300 画素の立体像が得られることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Takuma Uchida, Hitoshi Ozaki, Hiroshi Kawakami, Jippei Suzuki, and Koichi NAKAYAMA "Experimental verification of conditions for a bubble-projection

three-dimensional display” Proceedings of SPIE Vol. 8648 (IS&T/SPIE Electronic Imaging), pp. 86481G-1 - 86481G-10.(2013 , 査読あり)

〔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