

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|--|
| 題目(和文) | |
| Title(English) | Evaluation method of photoacoustic contrast agent |
| 著者(和文) | ZengXi |
| Author(English) | Xi Zeng |
| 出典(和文) | 学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10708号, 授与年月日:2017年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中村 健太郎,小池 康晴,黒澤 実,杉野 暢彦,和田 裕之 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10708号, Conferred date:2017/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文) | 博士論文 |
| Category(English) | Doctoral Thesis |
| 種別(和文) | 審査の要旨 |
| Type(English) | Exam Summary |

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号 | 甲第 | 号 | 学位申請者氏名 | Zeng Xi | |
|-------------|-------|-------|---------|---------|-----|
| 論文審査 審査員 | | 氏名 | 職名 | 氏名 | 職名 |
| | 主査 | 中村健太郎 | 教授 | 和田 裕之 | 准教授 |
| | 審査員 | 小池 康晴 | 教授 | | |
| | | 黒澤 実 | 准教授 | | |
| | 杉野 暢彦 | 准教授 | | | |

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Evaluation method of photoacoustic contrast agent”と題し、英文 5 章から構成されている。

第 1 章 “Introduction”では、光音響現象の概要について述べ、その現象を医用画像診断に利用する光超音波技術の最近の進展について概観している。そして、体内の深部の観察や機能性の高い画像化のために専用造影剤の開発が始まっていることに触れ、造影剤の性能を客観的に評価する手法と次世代の信号検出系の基礎を検討することを本研究の主題に定めている。

第 2 章 “Compact photoacoustic system for sensitivity evaluation of materials”では、光超音波医用画像診断装置のための造影剤の性能評価装置として、変調光を用いる装置を考案している。これは試料に強度変調光を照射して発生する光音響信号を、共鳴筒を用いて効率よく検出するもので、10 mW オーダの低強度の光で造影剤感度の評価ができるとしている。試料液体に片端を接した金属製の共鳴筒を導入し、上部をガラス窓で封じることによって両端固定の気柱共鳴モードを利用して共鳴筒の中央に設置した小型マイクロホンにより光音響信号を検出している。光源には汎用の半導体レーザを用い、共鳴筒の共振周波数である数 kHz でその駆動電流を強度変調し、マイクロホン出力をこの変調信号と同期検出をすることで、必要な信号対雑音比を確保して光音響信号を測定している。この測定系の動作検証のために、2つの異なった波長の半導体レーザをビームスプリッタで切り替えて利用し、それぞれの波長における光音響信号を比べることで試料の種類や混合比を判別する実験を行っている。インクを用いた実験において、インクの混合比を特定できることを示している。また、試料への共鳴筒の接し方による共鳴周波数の変化など、試作装置のいくつかの特性を実験により明らかにしている。

第 3 章 “Photoacoustic contrast agent evaluation by proposed compact photoacoustic system”では、既存の複数の蛍光造影剤を試料として、試作した評価装置の動作を検証し、試料濃度に応じて光音響信号が大きくなることを確認している。さらに、測定光による光熱効果による試料の変性などを議論している。また、液体試料に加えて、微量の粉末試料の評価を試みている。このために、ガラス試料台の上に O リングを配置して共鳴筒の密閉度を確保し、必要な共振を得る構成を考案している。この装置により、微量の試料でも十分な光音響信号強度が得られることを確認している。

第 4 章 “Sound intensity measurement for ultrasound under water using light emitting diodes and piezoelectric elements”では、将来の光超音波医用画像装置での応用を見込んで、圧電セラミックス素子が音圧を受けたときに発生する電圧で発光ダイオードを直接点灯させる超音波センサのレイ化について検討している。原理検証のための例として、音響エネルギーのポインティングベクトルである音響インテンシティを水中の超音波について測定するための 4 素子アレイセンサを試作している。各素子に異なった発光色の発光ダイオードを用いることで、光波長多重によって多素子アレイを実現するための基礎実験を行っている。また、信号伝送は光のまま光ファイバを用いて行うことを試みている。水中の超音波音場において、定在波になる場合と進行波成分も含む場合について測定実験を行い、定在波成分と進行波成分を分離して測定できることを確認している。

第 5 章 “Conclusions and future work” では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の研究課題について述べている。

以上を要するに本論文は、光超音波画像診断技術に関して、将来用いられる造影剤の性能評価のための装置と光音響信号検出の新たな構成を提案・試作し、それらの動作を検証したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。