

Experimental study of single-tip optical fiber probing in dispersed gas-liquid two-phase flow and micro-processing of the optical fiber probe using the femtosecond pulse laser

メタデータ	言語: en 出版者: Shizuoka University 公開日: 2016-06-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Mizushima, Yuki メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009603

論文題目 Experimental study of single-tip optical fiber probing in dispersed gas-liquid two-phase flow and micro-processing of the optical fiber probe using the femtosecond pulse laser

単一光ファイバプローブを用いた気液分散流計測，ならびにフェムト秒レーザーによる光ファイバ微細加工に関する実験的研究

クメン法に代表される化学プラントの気泡塔反応器やガソリン・ディーゼルエンジンの燃焼室での燃料噴霧など，産業装置と深い結びつきのある気泡流や液滴流の気泡・液滴径，速度，空間数密度を計測する光ファイバプローブ法に関して，光信号の数値解析に基づく新たな信号処理アルゴリズムを提案した．加えてフェムト秒パルスレーザーによるファイバの非熱微細加工工程について独自の視点で実験，考察し新規な光ファイバプローブ製作法を提案，その有用性を示した．

光ファイバプローブ法は気泡や液滴の計測に利用される，気液二相流計測法の一つである．電極，熱線など他の探針法と比較して優れた S/N 比，時間応答性，耐薬品性，耐熱性を有する一方，流体力学と光学が組み合わさって多様なノイズ信号が現れることが最大の課題であった．そこでノイズの発生原因について着目，独自に開発してきた三次元光線追跡法により，スパイク状のノイズ信号が光ファイバと気泡・液滴との接触位置を高精度に特定する上で非常に有効であることを見出した．これは光ファイバを始めとするその他侵襲計測では不可能とされてきた問題であり，光ファイバプローブ法の計測精度を大幅に向上することが可能である．さらに，光ファイバプローブを用いた高速で飛翔するマイクロ液滴の計測実現のため，フェムト秒パルスレーザーでファイバ最先端にセンサー部を創生（非熱微細加工）する方法についても考察した．フェムト秒パルスレーザーによる非線形光学現象や非熱加工は2000年代から多く報告されているが，時間・空間的スケールの大きな隔たりから，両者を統一的に考察する実験例は皆無に等しい．本論文では，フェムト秒パルスレーザーがもたらす極短時間スケールでの極小現象がレーザー照射部の蒸散（アブレーション）のトリガとなり非熱加工へと至ることを世界で初めて実験的に発見した．この結果を元にアブレーション雰囲気を変えた場合の光ファイバプローブ加工法について詳細に検討し，微小液滴の高精度計測の足がかりとなる貴重な結果を得た．

以上のように，光ファイバプローブ法の大きな課題であった接触位置の特定にノイズ信号の特性を活用する新たな信号処理アルゴリズムを提案したほか，フェムト秒パルスレーザーの非熱微細加工法についても独自に実験，検証したことで，光ファイバプローブ計測の新たな進歩をもたらした．上記の主要部分は分野を代表する国際誌（*Chemical Engineering Science, Elsevier* と *Applied Physics Letters, American Institute of Physics*）に掲載され評価を受けている．

以上から，博士（工学）に相応しい論文であると判断する．