

氏名(本籍)	よし おか まさ ひろ 吉岡正裕(京都府)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第2358号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	超音波透過回折光を用いた音速及び複素音圧分布計測に関する研究
主査	筑波大学教授 工学博士 永井啓之亮
副査	筑波大学教授 工学博士 青島伸治
副査	筑波大学教授 工学博士 太田道男
副査	筑波大学教授 工学博士 谷田貝豊彦
副査	筑波大学助教授 工学博士 水谷孝一

論文の内容の要旨

本論文は、超音波透過回折光を用いた音速計測及び複素音場分布の映像化及びそれらの応用計測について記述されている。

超音波が放射されるとその伝搬媒質には周期的な密度変化が現れるが、この変化が等価的な回折格子となり透過する光に回折作用をもたらす。光がある程度の角度をもって超音波に入射される場合にはBragg回折が商事、超音波の波面に対してほぼ平行に光が入射されるとRaman-Nath回折となる。後者を利用する本論文では、超音波を透過した光が音場を乱さないという利点を活かして、新しいタイプの音場に関する応用計測を提案・実現している。本論文の構成は次の通りである。

第2章：光学的スペクトロメータを用いた水中における二次元空間温度分布計測を提案している。超音波と光との相互作用を利用するものであるが、相互作用の領域が約 1 mm^3 と微小であるところに特徴がある。しかも熱電対などのように熱容量を有する物理的測温素子を使用していないため温度場を攪乱することなく、非接触で測定が可能である。更に、応答がリアルタイムであるため高速測定ができ、 8×8 の領域を短時間で実測した結果から判断すると、温度場が時間とともに変化するような環境では有効な測定法であると考えられる。

第3章：Raman-Nath近似式とComputerized Tomography (CT)法を組み合わせ、音場の複素振幅分布の測定法及び可視化法について論じている。音場計測ではしばしばハイドロフォンが用いられるが、音場の攪乱や機械的走査のため測定に長時間を要するなどの問題点があった。ここで提案している方法は、音場の直角方向から入射された光プローブによって間接的に測定するものであって、音場情報を取得した超音波透過回折光を音場外のフォトディテクタのみで検出する構成の簡単なものである。具体的には直径 8 mm のディスク状トランスデューサから放射される超音波ビームを $5, 10\text{ mm}$ の面でデータ収集し、CT法で $16 \times 16\text{ mm}^2$ の領域で再構成できている。シミュレーション結果とハイドロフォンで実測した結果と比較検討しているが、良好な一致をみている。

第4章：は第3章で得られた結果である二次元複素音場を基に音響ホログラフィ法に基づいて逆伝搬させ、振動面での粒子速度を再構成している。これもシミュレーション結果との比較も良好である。

審査の結果の要旨

本論文は、超音波との相互作用を利用する光応用計測について記述されている。第2章の微小空間のリアルタイム温度計測はユニークであり、工業計測の分野のみならず、化学的分析、熱を伴う物理現象の解明等の分野に貢献できると考える。第3章の光CTによる音場計測において簡便なる方法で複素振幅分布測定を実現しているがこの分野では先駆的な業績であり、これを基に使用する光の波長や測定対象を変えることによって音場のみならず、可視化できる位相物体の拡大に繋がるものとする。第4章で示された音響ホログラフィによる振動面の再構成は、その前のCT法から考えれば2段階の逆問題であるにも関わらず実験結果がシミュレーション結果とに良好な一致が得られている事実から判断すると、本研究の総合的な計画性、正確性、信頼性が感じられる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。