

氏名(本籍)	飯田光人(静岡県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第1,391号		
学位授与年月日	平成7年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	Visualization Study of Thermo-Fluiddynamic Phenomena in He II by using Laser Holographic Interferometer (レーザーホログラフィ干渉計によるHe II中の熱流動現象の研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	吉澤能政
副査	筑波大学教授	工学博士	柘植俊一
副査	筑波大学教授	工学博士	成合英樹
副査	筑波大学教授	工学博士	村上正秀
副査	筑波大学助教授	工学博士	河合達雄

論文の要旨

本論文は、超流動ヘリウム中で高度に非定常なパルスの加熱をなしたときに現れる熱流動現象を、レーザーホログラフィー干渉計によって可視化観測することにより系統的に調べたものであり、英語で記述され、全5章より構成されている。

第1章では、関連分野における既存の知見と実験技術の趨勢を概観して、極低温現象の研究に対するレーザーホログラフィー干渉計の応用方式の確立と、それを用いた標題の研究が意義あるものであることを述べている。第2章では、2流体モデルに立脚して、超流動ヘリウムの熱流動現象について簡潔な説明が与えられている。特に、第1音波と第2音波についてはその物理的側面をやや詳しく述べ、さらにこのレベルの記述で帰結されるこれら波動現象の非線形性についても述べてある。

この章以降は実施された実験に関わる記述となり、第3章では、実験に用いられた装置と実験手順について述べてある。レーザーホログラフィー干渉計についてはその原理から実際の利用に際してのノウハウまでを含めて詳述されている。この技術の極低温現象の研究への応用には、可視化用の窓をもったクライオスタットが不可欠であるが、その設計についても記述されている。

第4章では、実験結果と考察が与えられている。ここで扱われた非定常熱流動現象は、ヒーターからのパルスの加熱の結果として起こるものであり、加熱開始直後に現れる第1音波起源の圧縮波からヒーター面における沸騰に至るまでをカバーしており、無限干渉縞法と有限干渉縞法とを相補的に応用して可視化による研究がなされた。まず、加熱開始直後に非常に速い伝播速度をもち明らかに第2

音波起源のものと異なる波動が観測された。これについては、超伝導温度センサによる温度計測も援用され、伝播速度の測定と相俟って、第1音波起源の圧力波、それも圧縮波、であることが確認された。この種の波動は超流動性を示さないHe I中でも観測されるが、He II中のばあいには波形が2つのピークを持つ構造をもつという特異性があり、その説明は今後の課題として残された。次には、3種類、前面、背面、両面衝撃波、について可視化が行われた。有限干渉縞法を応用することにより、特徴的なこれら3パターンの温度構造を明らかにした。また伝播特性についても明らかにされた。加熱量が大きく、また加熱時間もある程度以上長い時には、ヒーター面上で沸騰が起こる。これについても沸騰の発生時刻と蒸気膜の成長過程が詳細に調べられた。また、これらに加えて、熱パルスをHe IIの自由界面に入射させた時のそこからの蒸発についても調べられた。このとき、極めて明確な蒸発波面が観測され、その伝播速度のマッハ数はほぼ1であった。

第5章には、結論が述べられこの研究が纏められている。

審 査 の 要 旨

本研究は、超流動ヘリウム中の熱流動現象の観測にレーザーホログラフィー干渉計を利用する技術を成功裡に確立し、これを応用していくつかの現象の初の可視化を成功させた点で工学的に大いに評価できる。この技術は今後低温工学の分野で多方面にわたり大いに利用されるであろう。

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。