

氏名(本籍)	なが い ひろ き (兵庫県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2351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	Experimental Study on Shock Wave Phenomena in Superfluid Helium (超流動ヘリウム中の衝撃波の実験的研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	村上正秀
副査	筑波大学教授	工学博士	河合達雄
副査	筑波大学教授	工学博士	松内一雄
副査	筑波大学助教授	工学博士	正司秀信
副査	筑波大学助教授	工学博士	西岡牧人

論文の内容の要旨

本論文は、研究の一環として製作された新しい汎用実験装置としての超流動衝撃波管装置の設計・製作、及びそれを用いた、超流動ヘリウム中の衝撃波現象とそれによって誘起される λ 相転移に関する実験的研究、をまとめたものである。

第一の部分では、通常の衝撃波管技術と極低温技術との融合による新しい装置の設計から製作、全自動化に向けた改良、性能試験について記されている。飽和蒸気中で発生させた気体力学的衝撃波を超流動ヘリウム自由界面へ入射して超流動液体中に衝撃波を形成させる方式は良好に作動し、この装置が所望の性能を有し、従って汎用実験装置として有用であろうことが確認されている。

次いで超流動ヘリウム中に誘起される圧縮衝撃波について定量的な考察が展開されている。ここでは、本装置で得られた衝撃マッハ数は1.00～1.15程度であるが、液体中の衝撃波としては相当に大きな値であり、装置の良好性と超流動ヘリウムの持つ大きな圧縮率の反映であることが分かった。また、He IIに特有な衝撃圧縮に伴う温度降下も捉えることに成功している。さらに、これらの結果は、He IIにたいするランキン-ユゴニオ関係式から得られた値とも良く一致することも確かめられた。

気体力学的衝撃波の自由界面への入射に際しては、超流動ヘリウム中に圧縮衝撃波と共に純粋な温度の波動としての熱衝撃波が誘起されるが、これを自家製の超伝導温度センサにより捉えることに成功し、その詳細が調べられた。この波形は、自由界面直下に発達した高密度量子化渦の影響により鋭い単峰状三角波、いわゆる limiting profile となっている、しかしその温度振幅はヒーター加熱等により誘起されるものよりも遥かに大きい、こと等が確認された。

衝撃圧縮により、He II から He I への高度に非定常な λ 相転移を起こさせる事にも成功しており、これも温度計測を通じて実証することに成功した。この場合の最終状態は、衝撃断熱曲線よりもかなり高温側となることを見出された。

以上、本論文では、汎用実験装置としての超流動衝撃波管装置の開発が成功裡に行われ、それを利用した幾つかの衝撃波関連基礎現象を解明することに成功したことが述べられている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

汎用実験装置としての超流動衝撃波管装置の開発が成功裡に行われたことは、今後これを利用した超流動ヘリウムを含む極低温流体に関する熱流体力学的研究が大きく進むことが期待され、工学上、大きな貢献をなしたといえる。また、それを利用して幾つかの基礎現象の解明あるいは実験的な検証に成功しているが、その価値も高い。この様な点で本論文は、工学的に高く評価出来る。今後、本装置を利用した実験的研究が大きく進むことを期待したい。

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。