

[52]

氏 名 (本籍)	^{たか} 高 ^だ 田 ^{すぐる} 卓 (静岡県)		
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 5203 号		
学位授与年月日	平成 21 年 11 月 30 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	システム情報工学研究科		
学 位 論 文 題 目	Heat transfer mechanism of He II film boiling in a narrow channel (狹隘空間における He II 膜沸騰熱伝達機構の解明)		
主 査	筑波大学教授	工学博士	村 上 正 秀
副 査	筑波大学教授	博士 (工学)	阿 部 豊
副 査	筑波大学教授	工学博士	文 字 秀 明
副 査	筑波大学准教授	博士 (工学)	笠 原 次 郎
副 査	筑波大学講師	博士 (工学)	金 子 暁 子

論 文 の 内 容 の 要 旨

極低温における冷媒として活用されている超流動ヘリウム (He II) の膜沸騰現象について、実験的に研究された。特に大型の超伝導マグネットの冷却で典型的に現れる狭隘流路中の膜沸騰について、実応用上の設計指針となるデータの取得と現象の物理的理解に特段の注意が払われた。このため、比較の目的で開放空間中の He II 膜沸騰についても、同一クライオスタット内で実験がなされた。

大きな成果としては、自作した可視化が可能な狭隘流路を用いて、狭隘流路中における膜沸騰実験としては初めて、シュリーレン法による精緻な可視化実験に成功したことが挙げられる。この結果、狭隘流路中に見られる諸膜沸騰モードについて、初めて系統的に明らかにすることができた。また開放空間中の He II 膜沸騰では見られなかった特異な沸騰モードである、準安定状態である過熱 He II 及び過熱 He I の関わる非常に高い熱伝達率を持つ沸騰モードがあることを発見した。このモードは、それが異常に高い沸騰熱伝達率を示すところから、超伝導機器の熱負荷限界を引き上げることに貢献すると期待される。更に、これまで主として可視化観測によって調べられて来たのは、各種沸騰モードの変化についてであるが、これを更に熱伝達率への影響という観点からも纏められた。その結果として、He II 膜沸騰においては、平均蒸気膜厚さは周囲の He II 温度から λ 温度 (λ 線を横切る温度) までの温度差に依存することを見出した。そのため、安定モードである強サブクール膜沸騰においては、沸騰熱伝達率は圧力依存性を見せない、一方で、不安定モードであるノイジー膜沸騰においては、蒸気膜の乱れ挙動による攪拌効果が強く働き、膜沸騰熱伝達率は向上すること、などを見出した。この事実と、狭隘流路においてのみ限定的に見られる過熱液体の関わる沸騰モードの現出条件を加味して考察すると、飽和 He II の冷却応用に際しては、圧力が λ 圧力周りに来る様に条件設定して利用することが有用であることが明らかとなった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、可視化法などによる実験が非常に精緻なレベルでなされ、それにより従来は観測されなかつ

た過熱 He II 及び過熱 He I を伴う沸騰モードがあることなどが明らかにされた。また、狭溢流路において特徴的に現れる沸騰モードの変化などについても発見的に研究がなされた等、その成果は高く評価出来る。

結論的には、本論文は、工学的に高く評価できるものである。今後は更に、数値計算などをも加味して、もう少し定量的な方面へ展開するならば、より深い考察が可能となるであろうと思われ、今後に期待したい。

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。