

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	駆動された渦系系の動的融解の実験的研究
Title(English)	Experimental Study on Dynamic Melting of Driven Vortex Matter
著者(和文)	越智亜玖利
Author(English)	Aguri Ochi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10058号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大熊 哲,井澤 公一,江間 健司,西田 祐介,竹内 一将
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10058号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	越智 亜玖利
		氏 名	職 名	
論文審査 審査員	主査	大熊 哲	教授	竹内 一将
	審査員	井澤 公一	教授	
		江間 健司	准教授	
		西田 祐介	准教授	

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Experimental Study on Dynamic Melting of Driven Vortex Matter」と題し、5 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、まず固体の融解現象の一般論であるリンデマン則について解説した後、第 2 種超伝導体の 2 次元アブリコソフ渦糸格子における融解現象に関するこれまでの研究について概観し、超伝導渦糸格子系を用いることにより、通常の固体では研究が困難な量子融解現象や異方的な固体格子の融解現象の研究が可能であることを述べている。一方で、これまでの超伝導渦糸格子を用いた融解転移の実験では、試料に不可避免的に存在するランダムな点状のピン止めセンターのため、融解点直前で渦糸固体は格子ではなく必ずガラス的な乱れた状態になり、真の格子の融解の観測が実現されてこなかったという問題点を指摘している。その問題点を克服するため、本研究では渦糸系を高速で駆動することによって、基板のピン止めポテンシャルとディカップルさせた状態での真の渦糸格子の融解現象—動的融解—を観測することを目指すという、本研究のアイデアが述べられている。

第 2 章「Experiment」では、良質なアモルファス膜試料の作製法、および本研究の主要な測定法となる、高速駆動させた渦糸格子の格子性と動的融解点を検出するための高周波モードロック共鳴法について紹介している。特に本研究では絶対零度に近い数 10 mK の極低温域における測定が必要となること、しかし従来の連続測定法では発熱の影響が無視できないため、本研究では従来より発熱を大幅に軽減できるパルスモードロック共鳴法を新たに開発する必要があることが述べられている。その原理と測定回路について詳しく紹介した後、実際に発熱の影響のない高温域で行われた評価実験の結果、従来の連続測定と今回開発したパルス測定とでデータに相違がなく、パルスモードロック共鳴法が、新たな高周波輸送測定法として確立できたと述べている。

第 3 章「Dynamic quantum melting near absolute zero」では、パルスモードロック共鳴法による 50 mK の極低温域までの実験データを示し、渦糸格子の運動状態が観測されたこと、そして印加磁場、すなわち渦糸密度を増やしていくと、ある臨界磁場において運動している渦糸格子の動的融解が起こることを見出したと述べている。この動的融解磁場の各温度における測定値から、極低温高磁場域を含む全温度-磁場域にわたる、ピン止めの影響ない渦糸格子系の動的相図を初めて作成し、従来のピン止めのある系における静的相図との比較を行っている。その結果、動的相図における渦糸状態は、渦糸格子相と渦糸液体相のみからなり、動的融解磁場曲線は極低温域で静的融解磁場曲線と比べて大きく減少し、絶対零度近傍の量子渦糸液体相が増大することを見出したと述べている。さらにこの動的温度磁場相図から、絶対零度極限における磁場を変数とする渦糸相図を作成し、これによりピン止めのない理想的極限での渦糸格子-量子渦糸液体相を初めて見出したと述べている。

第 4 章「Dynamic melting of anisotropic lattices」では、垂直磁場と傾斜磁場下における、様々なモードロック共鳴周波数、すなわち様々な直流速度におけるモードロック共鳴の実験データを示し、どちらの磁場下でもフロー方向に対する格子方位が速度増大によって垂直から平行方位へと変わることを報告している。さらに傾斜磁場下では、正 6 角形のアブリコソフ格子は傾斜方向に引き延ばされ異方的格子となり、かつ速度によって格子方位が変わることから、この異方的格子は速度によって 2 つの形状をとることを指摘している。これらの格子のフロー状態において、印加磁場を増大させ動的融解磁場を測定した結果、傾斜方向に引き延ばされた異方的渦糸格子の融解磁場は、垂直磁場下の等方的渦糸格子の融解磁場より増大す

ること、そして異方的格子の形状と格子方位によらず、異方的格子を形成する短い方の辺が、等方的格子の融解時の辺の長さに近づいたときに融解が起こることを見出したと述べている。

第5章「Conclusion」では、本研究で得られた成果をまとめている。

以上の通り、本論文は高速駆動されたアブリコソフ格子の格子性と動的融解点を極低温域まで検出可能なモードロック共鳴法を初めて開発し、絶対零度近傍を含む動的渦糸相図を初めて完成させると共に、大きな異方性をもつ2次元格子の融解条件を初めて明らかにするという重要な成果をあげた。これらの結果は、今後他の物質系での融解現象の研究においても標準となる実験結果と考えられる。したがって、本論文は博士（理学）の学位授与に相応しいものと判断される。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。