

Title	レーザー励起磁場を用いた走査型 SQUID顕微鏡に関する研究
Author(s)	中谷, 悦啓
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24879
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	中谷悦啓
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 25239 号
学位授与年月日	平成24年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	レーザ励起磁場を用いた走査型 SQUID 顕微鏡に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 糸崎 秀夫 (副査) 教授 岡本 博明 教授 高井 幹夫 仙台高等専門学校准教授 林 忠之

論文内容の要旨

本論文は、走査型SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) 顕微鏡に、レーザ照射機構を付加することにより半導体評価用を可能にしたレーザSQUID顕微鏡に関する研究である。レーザSQUID顕微鏡は、半導体試料にレーザを照射した際に、発生・拡散したキャリアによって誘起される磁場をSQUIDにより測定する手法である。従来報告の顕微鏡では、大気・室温環境下の試料を測定することが難しく、測定できても磁場の分解能が低く、取得される画像に不明な点が多い点などが課題であった。そこで、本研究では独自のレーザSQUID顕微鏡を開発し、ニードルプローブを介して真空・低温環境にあるSQUIDに、大気・室温環境下におかれた試料の磁場分布を導き、高分解能な測定を達成した。レーザ走査法では、レーザスポットとSQUIDの位置関係を保って試料を走査することで、試料の各位置における光応答がわかる。一方、レーザ固定法では、レーザスポットを固定した試料をSQUIDに対し走査することで、レーザスポット周辺の磁場分布がわかる。このレーザ固定法で、光ファイバを用い簡便にレーザを固定する手法も開発した。レーザ走査法により多結晶シリコン太陽電池のレーザの波長を変えることで光の侵入深さが変わることを利用し、深さの違う欠陥を画像化できることを示した。また、レーザ固定法により得られた磁場像から電流分布を推定し、太陽電池では表面電極が重要な役割を果たしていることを示した。最後に、レーザSQUID顕微鏡と類似手法ではあるが、電極を接続する必要があるLBIC (Laser Beam Induced Current) 法による測定結果とを比較し、同等の結果を非接触に得られることを示した。本研究で開発したレーザSQUID顕微鏡により、光励起された試料内部の閉回路電流の測定が可能となり、大気・室温環境下の試料に対して、レーザ走査法では結晶粒界等の評価を、レーザ固定法ではレーザ励起電流の解析ができた。

論文審査の結果の要旨

本論文はレーザ励起磁場を利用した走査型SQUID顕微鏡において、2種類のレーザ照射方法に関しての研究をまとめたものである。試験試料としては特に、多結晶シリコン太陽電池を用いている。まず、レーザを試料上で走査し、レーザ照射点からみて同じ位置の磁場を測定するレーザ走査法について、レーザ波長依存性、磁場測定位置の依存性について検討し、波長を変化させた場合、試料に対する光の侵入長に依存した深さの欠陥検出に成功している。さらに、この欠陥像については、LBIC法で得られる画像と類似していることを明らかにした。しかし、一方で、得られる磁場像についてはレーザ照射点からみた磁場測定位置に依存することを指摘している。特に、表面櫛形電極のない試料に関しては磁場測定位置が異なると、磁場分布が全く異なることを指摘している。このような、レーザ走査法における磁場測定位置の依存性について考察するために、レーザ照射点を試料上に固定した際に試料上に生

じる磁場分布を測定する、レーザ固定法を採用し、得られる磁場像から、逆問題を解くことで2次元平面での電流分布について検討を行っている。その結果、太陽電池の表面橋形電極が、太陽電池における光励起電流に与える影響に関しての知見を得ている。さらに、レーザ固定法によって得られた知見から、レーザ走査法での磁場像の説明を検討している。以上のように、本論文は多結晶シリコン太陽電池に関するレーザ励起磁場について多くの基礎的知見を得ており、レーザ励起磁場を利用した半導体評価技術の発展に寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。