

平成 28 年 2 月 29 日

豊橋技術科学大学長 殿






電気・電子情報工学専攻
学位審査委員会
委員長

長尾 雅行



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	橋 本 良 介		学籍番号	第 1 1 5 2 0 6 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位 論文名	非破壊検査のための高機能磁気光学デバイスの開発 (Development of highly functional magneto-optic device for non-destructive evaluation)			
論文審査の 期間	平成 28 年 1 月 28 日 ~ 平成 28 年 2 月 29 日			
公開審査会 の日	平成 28 年 2 月 26 日	最終試験の 実施日	平成 28 年 2 月 26 日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士學位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 福田 光男 </p> <p>委員 田中 三郎  高木 宏幸 </p> <p>鈴木 新一  印</p> <p>中村 雄一  印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

現在、日常生活の安全性を維持するために多種多様な非破壊試験が行われている。構造物の安全を脅かす欠陥に疲労亀裂がある。疲労亀裂はマイクロクラックが進展し生じ、早期に発見することが重要である。また構造物の安全性に欠陥の大きさが関係するため、欠陥の開口形状および深さを高分解能で評価することが重要である。本論文は、強磁性金属の表面欠陥形状を、イメージングを利用して評価するための高機能磁気光学(MO)デバイスの開発について記述している。MOイメージングは、被検体表面の欠陥から漏洩する磁界を、MO効果を利用して可視化する。本論文では検査の工程を欠陥評価と欠陥探査の二つに分けて記述している。そして、欠陥評価のための高空間分解能MOセンサの開発と、遠隔から欠陥を探査するための位相干渉を利用した非破壊試験手法についてそれぞれ記述している。第1章では、本論文の研究対象である非破壊試験やMOイメージングの背景および原理について記述している。第2章では発見した欠陥の評価を行うためのMOセンサの開発について記述している。磁性フォトニック結晶(MPC)を用いた多結晶磁性ガーネット膜の膜構造を設計し、マイクロメートルオーダーの欠陥を高感度で可視化できるMOセンサの作製について記述している。第3章では、欠陥の深さが評価できるMOセンサの開発として、磁性層を複数有するMOセンサを設計し、印加磁界一定で欠陥深さ1 mmから10 mmまで評価できるMOセンサの開発について記述している。第4章では、非接触で欠陥を遠隔探査するための光学系の開発について記述している。耐外乱性の高い位相干渉光学系を開発し、シミュレーションを利用した動作解析を行い、遠隔欠陥探査のためのMOデバイスを開発したことについて記述している。第5章では全体を総括している。

審査結果の要旨

現在、安全性向上のために様々な非破壊検査が行われている。構造物の安全を脅かす欠陥に疲労亀裂があり、疲労亀裂はマイクロクラックが進展し生じる。このマイクロクラックを早期かつ被検体表面に影響を与えずに非接触探査できる技術が求められている。また、発見した欠陥は、構造物の修理・交換の時期を調べるために、欠陥の形状や深さを定量的に評価することが求められる。MOイメージングは、光学的な2次元イメージとして欠陥を可視化できるため、高速かつ容易に非破壊検査可能である。一方、これまでのMOイメージングは単結晶ガーネットを利用していたため、マイクロメートルオーダーの高分解能化が困難であり、欠陥深さ評価について研究された報告は少ない。また、被検体にMOセンサを接触させた検査となっていた。

本論文は欠陥評価のための高空間分解能MOセンサの開発と、非接触で欠陥を探査するための位相干渉を利用した非破壊試験手法を目的としている。高分解能かつ高コントラストでの欠陥形状検出として、磁性フォトニック結晶(MPC)をMOセンサに用いることを提案している。MPCを用いることで高分解能かつ高コントラストのMOイメージを取得できることを理論計算および実験で実証している。また、欠陥深さの検出は、欠陥深さに応じて漏洩磁界強度が大きくなることに着目し、光局在層を複数持つマルチキャビティMPCによって、欠陥深さを広ダイナミックレンジで評価できることを理論計算および実験で実証した。最後に非接触で遠隔から欠陥を探査する光学系として、欠陥による位相変調を高感度に検出し、耐外乱性に優れたコリニア位相干渉光学系を提案し、理論計算および実験により実証した。この結果、光照射で欠陥の有無や位置を検出し、欠陥部分だけをマルチキャビティMPCを用いることで欠陥形状のより詳細な評価ができるようになった。

本論文で述べられているMOイメージセンサは、非破壊検査技術への応用に大きく貢献すると期待できる。

以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。