



Title	レーザー照射による極低鉄損方向性珪素鋼板の開発研究
Author(s)	中村, 元治
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35445
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	なか 中	むら 村	もと 元	はる 治
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7 4 3 8	号	
学位授与の日付	昭和 61 年 9 月 26 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
学位論文題目	レーザー照射による極低鉄損方向性珪素鋼板の開発研究			
論文審査委員	(主査) 教授 稔野 宗次			
	教授 清水 謙一	教授 山根 壽己	教授 塩川 二郎	
	教授 山中 龍彦			

論文内容の要旨

本研究においては、高磁束密度方向性珪素鋼板の表面に高エネルギー密度のレーザービームを圧延方向に直角に照射して、鋼板内部の 180° 磁区を細分化し、鉄損の大半を占める渦電流損を著しく減少させるという物理的手法による鉄損減少法を見だし、その鉄損減少機構を考察すると同時に工業的生産技術を確立し、実用化に成功している。

第 1 章は、序論で本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、以下の研究で使用するレーザー照射法、単板磁気測定器による鉄損および磁束密度の測定法、磁区構造の観察方法について説明している。

第 3 章では、Nd : YAG レーザーの発振と鉄損減少の関係についてしらべ、マルチモード Q スイッチパルス発振の場合が鉄損減少効果が最も大きいことを見いだしている。

第 4 章では、珪素鋼板へのレーザー照射条件を検討し、鉄損減少には圧延方向に直角に照射することが好ましいことを見いだしている。

第 5 章では、表面皮膜の影響をしらべ、ガラス皮膜材よりも張力付加絶縁皮膜材にレーザ照射した場合の方が鉄損減少効果が大きいことを明らかにしている。

第 6 章では、レーザー照射材の補修方法について検討している。レーザー照射により、レーザー照射痕跡を生じ絶縁性や耐食性が劣化し実用上問題となるが、500℃以下の温度で皮膜を焼き付けることにより、レーザー照射効果を持続しつつ、この欠陥を解消する方法を確立している。

第 7 章では、モデルトランスによるレーザー照射、表面皮膜の影響を調査し、第 4 章、第 5 章と同様の結果を得ている。

第8章では、パイロットラインによる連続処理技術を検討し、レーザー照射システムを確立している。

第9章では、レーザー照射による鉄損減少機構を考察し、観測された鉄損減少は、レーザー照射痕跡近傍に生ずる微小ひずみによる圧縮応力および還流磁区の形成、レーザー照射列間に生ずる張力による磁化反転、180° 磁区の細分化によるものであることを明らかにしている。

第10章は、結論で本研究の成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

方向性珪素鋼板の鉄損を減少させることは省エネルギーの観点から重要な課題であり、従来は冶金的方法によってのみ改善が行われてきた。これに上乗せできる技術を求めて本研究が行われたものである。

本論文は、高磁束密度方向性珪素鋼板の表面にレーザー照射を行うことにより180° 磁区を細分化し、鉄損値を著しく減少させる物理的手法をはじめて確立した研究をまとめたものであり、得られた主な結果は次のとおりである：

- (1) Nd：YAGレーザーを用いた場合、マルチモードQスイッチパルス発振のとき鉄損値減少効果が最も顕著であることをみとめ、高密度方向性珪素鋼板材への最適レーザー照射条件を見出している。
- (2) レーザー照射による塑性変形をX線擬コッセル法でしらべた結果、塑性変形領域は照射痕跡の数倍以内に局限され、〔011〕方向よりも〔110〕方向に拡っており、また裏面まで浸透していることを示すとともに、圧縮ひずみが存在することを実証している。これらの結果と透過電顕による転位組織観察および走査電顕による磁区観察等にもとづき、180° 磁区細分化の機構を明らかにしている。
- (3) レーザー照射効果への表面皮膜の影響については、皮膜張力による鉄損減少効果とレーザー照射によるそれとは別々に作用すること、すなわち張力付加絶縁皮膜材にレーザー照射することが好ましいことを見出している。
- (4) レーザー照射により、鋼板皮膜が破壊され、照射痕跡が生じて絶縁性、耐食性等が劣化するが、これを補修するには張力付加絶縁皮膜処理液を塗付し、500℃以下の温度で焼付けることが適切であること見いだしている。
- (5) レーザー照射による鉄損減少効果をモデルトランスについて確認している。
- (6) 移動中の鋼板への連続的なレーザー照射技術、補修用表面処理技術など、パイロットラインによる連続処理技術を確立している。

以上の研究成果は、従来の冶金学的鉄損減少効果に上乗せできる技術としての、レーザー照射による鉄損減少効果の機構、照射条件等を明らかにしただけでなく、実用化への諸問題を解決したもので、金属工学的にも工業的にも寄与するところが大きい。よって本論文は博士論として価値あるものと認める。