



Title	レーザー誘起熱化学反応による微細加工装置の開発研究
Author(s)	長友, 正平
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37397
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)	なが 長	とも 友	しょう 正	へい 平
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 6 1 4	号	
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 14 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	レーザー誘起熱化学反応による微細加工装置の開発研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 難波	進		
	(副査)			
	教授 末田	正	教授 蒲生 健次	教授 松縄 朗
	助教授 高井 幹夫			

論文内容の要旨

最近、金属・半導体と並んで注目されているセラミックス材は、光学・磁性材料として応用範囲が増えている。しかし、硬脆性であるにもかかわらず、その加工法は未だ機械研削加工法のみであり、高精度の微細加工は困難であった。本論文では、半導体加工法として多くの研究がなされ、サブミクロン加工も可能なレーザー誘起化学加工法に注目し、これを重要な磁性セラミックス材料である Mn-Zn フェライトの加工に応用した。そして、Mn-Zn フェライトヘッドの精密狭トラック加工法を開発し、生産加工の確立に必要な基礎技術の研究を行った。

研究の基礎として、レーザービームの集束理論から最も重要な集束レーザービーム径と中心強度に対する光学系の検討を厳密に行った。また、レーザー、同時観察系、精密 3 軸ステージ、ガス供給システム、化学反応チャンバーと、それら全てを管理する制御系を作製した。そして、エッチャントとして CCl_4 、ガス及びアルカリ水溶液を使用し、 Ar^+ レーザー誘起熱化学反応によるドライエッチング及びウェットエッチングで、高精度の微細加工を実現できることを示した。

これらの基礎実験により、 Ar^+ レーザー誘起熱化学反応による微細加工法の生産応用の基礎技術確立した。そして、本加工法を初めて生産ラインに導入して、歩留まり 95% 以上、加工精度 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以下という高精度の生産加工を可能にした。特に機械加工では不可能と言われた MIG (メタルインギャップ) 型ヘッドの $10 \mu\text{m}$ 以下の微細トラック幅加工を初めて可能とした。

さらに生産性向上のため、生産ラインにおいて同寸法・同形状の加工パターンが同間隔に並んでいることを利用し、複数同時加工を目的とした、マルチビームレーザー集束照射系を提案した。まず、その基礎として、ビームエクspanderを含む 2 段のアフォーカル系からなる 2 ビーム光学系を設計製作し、

その加工実験では単ビーム加工に匹敵する加工特性を得ている。さらに、この2ビーム光学系について分析を行い、生産加工に必要な安定性・調整精度を得るための技術を開発した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、磁性セラミックス材料の微細加工を目的としたレーザー加工装置の開発研究の結果をまとめたものである。

磁性セラミックス材料であるMn-Znフェライトは、磁気記録装置の磁気ヘッドとして広く用いられているが、情報記憶の高密度化および高速化に対応できる精密狭トラックの加工が従来の機械加工法では不可能であった。また、レーザーによる熱加工法では、加工層に熱応力による割れが生じて実用に至っていなかった。

本研究では、Mn-Znフェライトの微細加工法として四塩化炭素反応ガスおよびアルカリ水溶液中のアルゴンレーザー誘起熱化学反応過程を定量的に明らかにし、フェライトのみでなく、従来技術では不可能であったセンダスト合金とフェライトの積層構造についても、割れや歪のない高精度の微細加工技術を確立した。さらに、この成果に基づいて、光学系および精密可動加工反応室を新たに開発し、加工精度 $\pm 0.5\mu\text{m}$ の磁気ヘッドの生産加工装置を完成し、その生産技術を確立した。また、その生産性を向上させるためのマルチビームによる生産技術を提案し、2ビーム光学系を開発することにより、その技術の実用性を立証した。

これらの研究は、レーザー加工技術が磁性セラミックス材料の精密加工に用いられるための実用化技術を確立したものであり、レーザー工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。