The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	マイクロマシニング技術による微小光機構デバイスの開発に関する研究
Author(s)	上西, 祐司
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41024
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

【 57 】

氏　　名	上　西　祐　司（うえ　にし　ゆう　じ）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学　位　記　番　号	第　13380　号
学位授与年月日	平成 9 年 8 月 4 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学　位　論　文　名	**マイクロマシニング技術による微小光機構デバイスの開発に関する研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　一岡　芳樹 （副査） 教　授　梅野　正隆　　教　授　横山　正明　　教　授　河田　　聡

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は，マイクロマシン技術を光技術に応用することを提案し，その基盤技術である各種マイクロマシニング技術の確立と，これらの技術を用いて光素子および機構素子を多機能・集積化した微小光機構デバイスを実現し，将来のマルチメディアシステムに資する新規なデバイスの創出を目的として行った研究の成果をまとめたもので，8 章から構成されている。

第 1 章では，本研究の背景と課題，目的ならびに本論文の構成について述べている。

第 2 章では，微小光機構デバイスの基本構成として近接外部共振器半導体レーザーを提案し，その基本特性である光出力と発振波長を解析的に明らかにしている。

第 3 章では，微小光機構デバイスを実現するための基盤技術として，半導体レーザー基板の微細加工技術である新たな低損傷加工技術とエッチドミラー形成技術を提案し，実証している。

第 4 章では，半導体レーザーの近視野における分解能を高める方法として，テーパー導波路集積半導体レーザーを提案，実証し，さらに，本デバイスを適用した新しい光ディスク用超小型浮上マイクロ光ヘッドを開発している。

第 5 章では，Si(110)基板の異方性エッチング特性を生かした高アスペクトな Si プレート作製技術と微小光学素子作製への応用を示している。そして，マイクロマシン駆動のマイクロミラーと半導体レーザーとを初めてハイブリッド集積した近接外部共振器構成の波長可変半導体レーザーを提案，実現し，その波長可変特性を示している。

第 6 章では，高アスペクトな微小構造体が簡便に作製できる Ni 表面マイクロマシニング技術を提案し，本技術を用いて櫛形電極静電マイクロアクチュエータを駆動部に持つ Ni マイクロミラーを実現している。さらに，本マイクロミラーを用いた波長可変半導体レーザーを提案，試作し，その波長可変特性を示すとともに Ni マイクロミラーの高精度な駆動特性を実証している。

第 7 章では，マイクロマシンと半導体レーザーとをモノリシック集積できる AlGaAs/GaAs マイクロマシニング技術を提案し，同技術を用いて，片持ち梁と半導体レーザー，フォトダイオードをモノリシック集積したレーザー集積振動子センサーを試作し，モノリシックな微小光機構デバイスの一形態を実証している。

第8章では，本研究で得られた結果を総括し，今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

マイクロマシン技術は，LSIプロセス技術を用いて半導体基板上に微小な機械要素，機械部品を作製する技術で，その高精度駆動性，集積性，省電力，省スペース等といった特長から，近年，注目されている。本論文は，このマイクロマシン技術を光技術に積極的に取り入れ，将来の光情報通信システムに資する新規デバイスの創出を目的として，その基盤となる新しい加工技術，ならびに各種微小光機構デバイスの開発に関する一連の研究結果をまとめたもので，主な成果を要約すると以下のとおりである。

(1) 微小光機構デバイスの基本構成である近接外部共振器半導体レーザーを提案するとともに，等価振幅反射率の導入により，近接外部共振系を解析的に取り扱えるモデルを考案し，その光出力特性と発振波長特性を明らかにしている。

(2) 光デバイスと機構デバイスとの集積化における基盤技術となる半導体レーザー基板の微細加工技術として，一枚グリッド型イオンビームエッチング，ネオンガスによるエッチング等の新規な手法を提案し，その低加工損傷性を実証している。また，エッチドミラー技術についても新規な高速原子線エッチング技術を開発して，高精度，高品質な加工面を実現している。

(3) 半導体レーザー共振器先端部にテーパー導波路を集積した新構造の半導体レーザーを提案，開発し，実証実験により微小ビームスポットを実現している。さらに超小型浮上光ヘッドに適用して，極限の小型光ヘッドを開発している。

(4) Si(110)基板の異方性エッチングにより作製できる高アスペクト構造体側面の高平滑性に着目し，その光学的鏡面としての有効性を明らかにしている。さらに，光学的ミラー面に静電駆動機構を付与したマイクロ駆動ミラーを実現して半導体レーザー外部ミラーに応用し，マイクロマシンと半導体レーザーを初めてハイブリッド集積した波長可変レーザーを開発している。

(5) 簡便で実用的なNiメッキとフォトリソグラフィを基本とする新たなNi表面マイクロマシニング技術を提案し，本技術により，櫛形電極静電マイクロアクチュエータを持つNiマイクロミラーを実現してその動作機構を解明している。さらに，Niマイクロミラーを用いた新規な外部共振器波長可変半導体レーザーを実現し，Niマイクロミラーの微小光学素子応用への有効性を示している。

(6) III-V族化合物半導体のマイクロマシニング技術として，有機金属気相成長法，反応性高速原子線エッチング，化学選択エッチングを基本構成とするAlGaAs/GaAsマイクロマシニング技術を新たに開発し，半導体レーザー，フォトダイオード，機械振動子をモノリシック集積した微量質量検出可能なレーザー集積振動子センサーを実現してモノリシックな微小光機構デバイスの一形態を初めて示している。

以上のように，本論文は，マイクロマシン技術と光技術とを融合した新しい技術分野である光マイクロマシン技術の先駆的研究を行い，その基盤技術を確立するとともに，新規デバイスである各種微小光機構デバイスを提案，開発して光マイクロマシン技術の有用性を示したもので，応用物理学，特に，微小光工学，光微小機械工学の発展に寄与するところが大きい。よって，本論文は，博士論文として価値あるものと認める。