Osaka University Knowledge Archive

Title	マイクロハンドによる微細作業に関する研究
Author(s)	谷川, 民生
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155581
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 66 】

氏　　名	谷川民生（たにがわたみお）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　14226　号
学位授与年月日	平成10年12月22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	**マイクロハンドによる微細作業に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授　新井　健生 （副査） 教授　谷内田正彦　教授　宮崎　文夫　講師　井上　健司

論文内容の要旨

電気回路が半導体集積回路技術の向上により，年々集積度を上げ微小化されることに伴い，機械工業の分野においても機械部品やそれらで構成される機械システム全体の小型化，マイクロ化が大きな流れになっている。ミリメートルオーダーやそれ以下の寸法の微小な機械やロボットを構成し，産業や医療の分野へ応用する研究開発が活発である。本研究ではこのような背景を踏まえ，小型機械システムの微小部品組立技術の確立を目指し，人間が直接操作不可能な微小部品を器用に操作し組立を行うことのできる微細作業システムの構築を目指した。

従来の微小対象物を操作するマニピュレータは，単純な開閉のみのグリッパー方式であり，このグリッパーを高精度に位置決めすることで，微小対象物の操作を行っていた。しかしながら，数十［μm］以下の微小対象物の姿勢までを含む多自由度な位置決めや操作を行うことは極めて困難であった。また，表面間力が支配的な微小世界特有の物理環境の中では，微小対象物がマニピュレータやグリッパに付着し，これを放して任意の場所に位置決めすることが容易ではなかった。

本研究では，箸の操作を参考にした二本指マイクロハンドを提案することにより，各指の多自由度な動作を協調させることで，上記の問題の解決に当たった。また指の多自由度動作を実現するために，駆動機構にパラレルメカニズムを採用し，多自由度の高精度な動作を実現した。さらに，より高度な作業を実現するため，二本指マイクロハンドに適したヒューマンインターフェースについての提案を行い，作業性を向上させた。これにより最小2［μm］の微小対象物の姿勢までを含む位置決めを可能にした。一方，微小組立に関しては，接着剤塗布による接着組立を採用し，その際問題となる微小対象物への接着剤塗布，すなわち数十［μm］以下の液滴サイズをもつ極微量な接着剤塗布方法の提案を行い，この方法により立体的な微小構造物の組立を実現した。

論文審査の結果の要旨

本論文は微小機械システムの組立技術の確立を目指し，人間が直接操作不可能な微小対象物を器用に操作し組立や加工などを行うことのできる微細作業システムの要素技術とシステム化に関する基礎研究を扱ったものである。従来の細胞操作用マニピュレータなどで指摘されている操作性の低さを克服し，微小機械の組み立てに必要な大きさ数十［μm］以下の微小部品をハンドリングするために，微小対象物の姿勢制御を含む多自由度な位置決めや操作を行うことが可能なマイクロハンドを開発するとともに，表面間力など微小世界に特有な物理現象の影響を考慮して，オペレータが容易に操作を行い組立などの微細作業を実現することが可能なシステムを提案し実証評価を行っている。

微小環境下における対象物の多自由度の操作には2本指ハンドが有効であることを示し，指機構の駆動モジュールとしてパラレルメカニズムを適用し，顕微鏡下での多様な操作が可能な二本指マイクロハンドを提案している。アクチュエータである圧電素子の制御に可調整パラメータをもつH無限大制御を適用するとともに，顕微鏡画像を利用したキャリブレーション法を提案し，マイクロハンドの安定で高精度な動作を実現している。組立などの複雑な微細作業を実現するため，二本指マイクロハンドに適したヒューマンインタフェースについて考察を行い，片手で容易にハンドを操作することが可能な操作デバイスを提案するとともに，顕微鏡画像から疑似的な3次元情報を獲得する手法を提案し，微細作業における操作性と作業性を向上させている。このシステムを適用し，2［μm］の微小対象物の位置決めを0.1［μm］以内の精度で行うとともに，回転操作による微小対象物の姿勢制御も安定に行えることを実証している。さらに，微量接着剤の高精度安定塗布による接着組立を提案し，微小構造物の立体的な組立を実現している。

以上のように，本論文は微細作業を実現するための要素技術を確立するとともに，これらに基づき組立システムを構築し実証を行っており，マイクロロボットや微小機械の実現に大きく貢献するとともに，学術的にも価値ある知見をもたらしており，博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。