

課題情報シート

課題名：	マイクロハンドの開発		
施設名：	関東職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

機械系：創造的開発技法、安全衛生管理、機械設計技術、機械加工技術、製品材料設計技術、超精密加工技術、CAD/CAM 技術、計測技術

電気電子系：マイコン利用技術、PLC 利用技術、プリント基板設計技術、配線技術、アクチュエータ利用技術、安全衛生管理

情報系：画像処理、生産データベース分析設計、ネットワークシステム設計、統合生産管理システム、リアルタイムシステム

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械系：標準課題実習終了後

電気電子系：標準課題実習終了後

情報系：標準課題実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、従来の加工環境とは異った先端技術である超精密加工技術ならびに微小領域での材料の挙動、併せて「ものづくり」の全工程の生産管理を主体的に行う複合化した技術、技能及びその活用能力(応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力)の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：12 名（生産機械システム技術科 4 名、生産電子システム技術科 5 名、生産情報システム技術科 3 名）

時間：972 時間

産業機械の分野では、機械部品やシステム全体のマイクロ化が技術的にひとつの大きな流れとなっています。半導体の高集積化に伴い製造装置の微細加工への要求は高まっています。本校では先端技術である超精密加工技術の理解と習得をもとに、これまでに開発課題で超精密位置決め可能なマイクロステージを製作しています。次のステップとして、加工した微細な部品の保持や組み立てを可能にする超精密加工用のマイクロハンドの開発が必要となり、そのためのマイクロハンドの開発を実施しました。

課題の成果概要

1. 開発目標

本課題の開発目標を示します。

- ① 0.1 mm 立方の対象物を保持・移動・置く
- ② 装置のスムーズな動作
- ③ 装置の小型化
- ④ 動作の自動化

表 1 昨年度との比較

項目		昨年度	今年度
①	対象物	1 mm立方	0.1 mm立方
②	装置の動作		
	アームの移動範囲	18mm	10mm
	ハンドの応答速度	約6秒 (不安定)	0.1秒(瞬時応答)
③	装置のサイズ	410×410×385 mm	昨年度の1/2以下(体積)

また、昨年度からの変更点を表 1 に示します。

2. 装置の構成

開発した装置の構成を図 1 に示します。

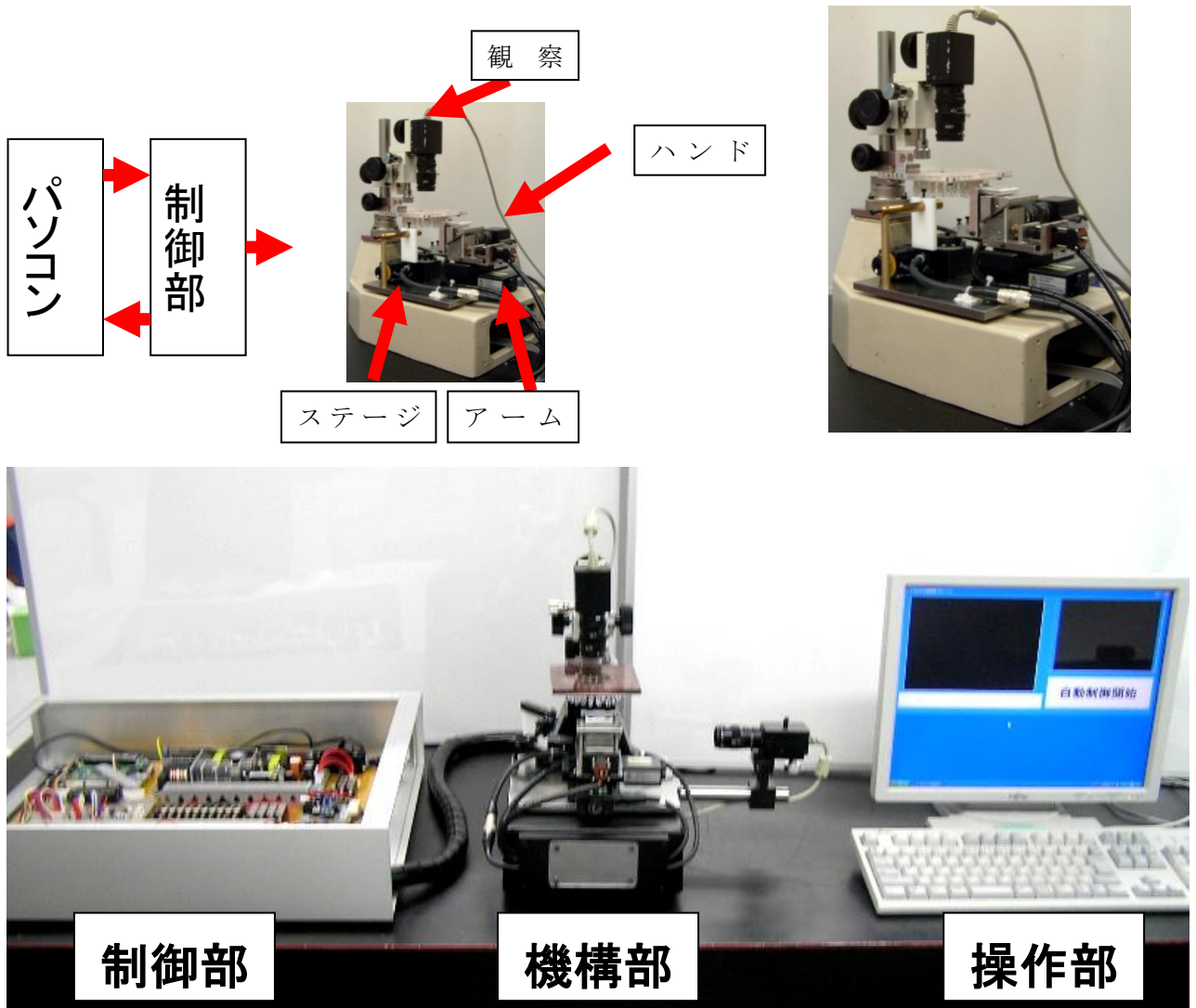


図 1 装置の構成

2. 1 機構部

本装置の機構部はアーム部、ステージ部、ハンド部から構成されます。

2. 1. 1 アーム部

アーム部はXYZステージで構成されています。XYステージは、高精度ステージが既販である為に市販品を採用しています。Zステージは形状及び精度から理想のものがなかったため、自作することとし、精密に動かすために傾斜と溝を利用したスライド機構を使いZ軸を製作しました。図2に製作したZステージを示します。

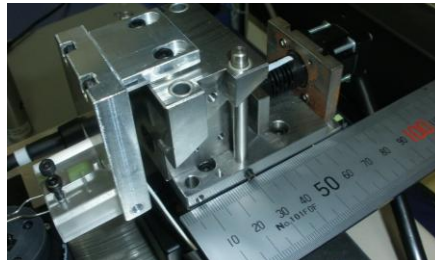


図2 Zステージ

2. 1. 2 ステージ部

ステージ部は、回転テーブルとその上部に円台で構成されています。回転ステージは回転精度を重視するため、市販のものを用いました。円台は光の反射を抑えるため、MC (Mono Cast) ナイロンを使用しました。

2. 1. 3 ハンド部

ハンド部はハンドとハンドアタッチメントから構成されています。ハンドはマジックハンド機構を利用し、二本のハンドを同時に動かすことにより、対象物を確実につかめるようにしました。また、ハンドについては同一のハンドアタッチメントで変更できるよう、仕様の統一を図りました。図3に製作したハンドを示します。

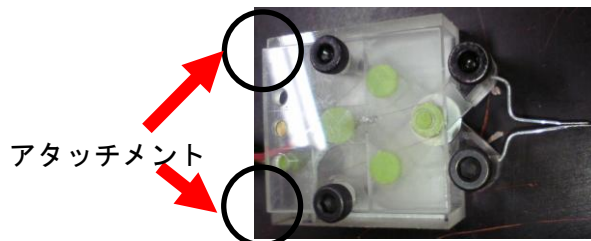


図3 ハンド

2. 1. 4 観察部

観察部は縦方向、横方向のカメラの固定台から構成されています。カメラ固定台は装置の持ち運びを考慮し、本体に直接設置するようにしました。

2. 2 制御部

制御部はバイオメタル・ファイバー(以下BMFと記す)やパルスモータなどのアクチュエータから構成されています。また、H8@マイコンをパソコンとのインターフェースとして用いて装置全体を制御しています。

BMFは通常、ナイロンの糸のようになやかでフレキシブルな繊維状のアクチュエータです。しかし、電流を流すとピアノ線のように強靱な硬さになり、強い力で収縮します。今年度も昨年度に引き続き、BMFの伸縮性が、ハンドの開閉に適していると考え採用しました。図4にBMFの制御簡略図を示します。

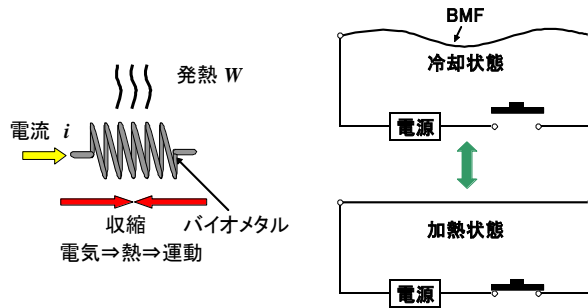


図4 BMFの制御簡略図

電流で伸縮を制御する方法として、電力ロスの少ないPWM制御を採用しました。

2.3 操作部

制御部とパソコンをRS-232Cケーブルで接続し、パソコンから移動信号を送信することにより、各部の操作を行います。パソコンから装置を操作するために手動アプリケーション、自動アプリケーションを作成しました。手動、自動共に対象物を縦方向と横方向のカメラで撮像し、インターフェース画面に表示します。

手動アプリケーションでは、インターフェース画面を見ながらボタン操作でハンドの移動と対象物の保持を行います。

自動アプリケーションでは、縦方向カメラの撮像画像に画像処理を行い、対象物の個数を取得し、移動させる対象物を指定して角度・位置情報を取得します。取得した値から回転ステージ、XYステージを動かして対象物までハンドを移動させます。また、横方向カメラの撮像画像を画像処理し、ハンドが対象物の保持に成功しているかを判別し、成功していたら移動先を指定しハンドを移動させます。

表2 開発結果

3. 性能評価

表2に開発した装置の性能を示します。

アーム部の各軸の測定には昨年度同様、三次元測定器(ミツトヨ:QM-Measure353)を使用した。Z軸は2mm、回転ステージは45°動かしたときの精度を5回測定し、平均しました。

表2の結果から、当初の開発目標を達成できたと考えます。また、インターフェースにパソコンを使うことにより操作性が向上し、応答性も向上させることができました。ハンドに関しては、開くときと閉じるときの応答性に差が生じました。これは、BMFは加熱するよりも冷却させる方が難しいためこのような現象が生じます。

項目	今年度装置
保持対象物	0.1 mm
Z軸精度誤差	8.1 μm
回転精度誤差	0.3°
X軸稼働範囲	9 ± 0.05 mm
Y軸稼働範囲	
Z軸稼働範囲	10 ± 0.02 mm
ハンド応答速度	開く:0.2秒 閉じる:0.9秒
装置サイズ (体積)	295 × 195 × 350 mm (2.0 × 10 ⁷ mm ³)
インターフェース仕様	パソコン

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<製作（制作）・開発過程の概要>

①ハンド開閉のアクチュエータの選定



- ・ バイオメタルファイバーの選定
- ・ 特性評価実験
- ・ 線径、長さ選定

②アーム部機構の決定



- ・ X・Y軸の移動距離
- ・ Z軸の移動精度
- ・ 加工ステージの仕様

③観察部レンズの選定



- ・ Z方向の視野、焦点深度
- ・ X方向の焦点深度

④動作アプリケーション



- ・ 手動アプリケーション
- ・ 自動アプリケーション

<指導案的イメージ>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
○微小物体の保持方法	◇ハンドの開閉アクチュエータの選定	●・軽量化 ・応答性 ・バイオメタルファイバーの特性評価実験
○アーム部機構の設計方法	◇移動精度ならびにスムーズな動作の保証	●・既存技術の調査 ・要求精度を充たす機構の開発設計
○アプリケーションの開発方法	◇パソコンと制御部の連動	●・指令値と動作の確認

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校
住所 : 〒323-0813
 栃木県小山市横倉三竹 612-1
電話番号 : 0285-31-1711(代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/tochigi/college>