

クリエプロジェクトミッション成果報告 2022.2.28
プロジェクト名：NC機械製作プロジェクト

CNCフライスのための スピンドルモータ制御

発表者：システム工学部
B3 倉田 亮佑
指導教員：教養・協働教育部門
特任教授 吉村 博仁

1

1. はじめに

1.1 CNCとは

Computer Numerical Control(コンピューターによる数値制御)の略であり、工作物に対する工具経路や加工条件を**数値情報で指令**する制御のこと

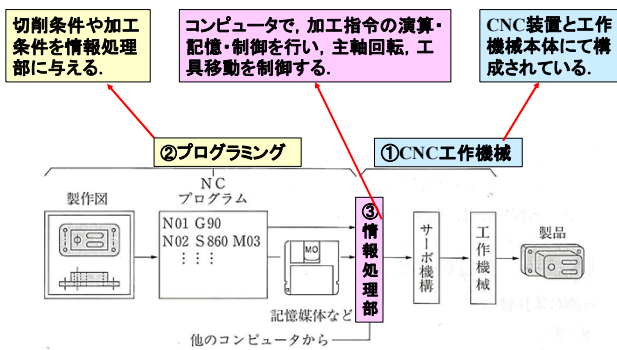
1.2 CNC工作機械の特徴

- (1) **熟練者並み**の複雑な加工が比較的容易に加工可能
- (2) プログラム変更で加工可能なため**多品種生産**が簡単
- (3) 繰り返し精度が高いため**安定した品質**が可能

2

1. はじめに

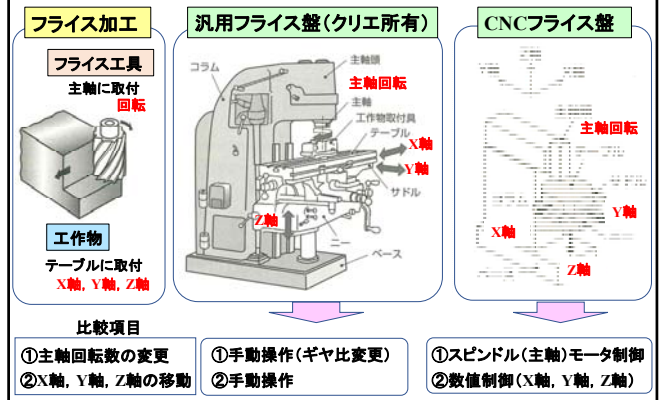
1.3 CNC工作機械の構成と情報の流れ



3

1. はじめに

1.4 汎用工作機械とCNC工作機械の比較



4

2. プロジェクトの取り組み概要

■プロジェクト名

NC機械製作プロジェクト
(2020年度立ち上げ, 本年度は2年目)

■プロジェクト立ち上げの背景と目的

- (1) 近年, CNC 工作機械の利用が広がっている。
- (2) CNC 工作機械は, 「ものづくり」の基本要素が詰まっている。

CNC工作機械の設計・製作をとおして
「ものづくり」の基本を学習する。

■これまでの活動状況

昨年度に「GRBLを用いたArduinoによるCNCフライスのためのモータ制御」をミッション申請し活動をスタートした。

5

3. 本年度ミッションの概要

■ミッション申請名

「CNCフライスのためのスピンドルモータ制御」

■ミッションメンバー

代表学生: 倉田 亮佑(システム工学部 3年生), メンバー数: 3名

■ミッションの目的

- (1) CNC工作機械(フライス盤)の試作機を設計・製作する。
- (2) 工具を取り付けたスピンドルモータの回転数制御を行う。
- (3) 加工物を取り付けたテーブルの3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決め制御を行う。
- (4) ミッション活動をととしてCNC工作機械全般を学習する。

6

4. ミッションの実施内容

4.1 CNC工作機械の試作機の設計・製作

①試作機の全体構成

(1) 組立キットを用いて、試作機のフレームの設計・組立を実施
 (2) フレームにスピンドルモータ、ステッピングモータ、リニアガイドを取り付け

②スピンドルモータ
 フライス加工の切削速度(主軸回転数)の制御

③ステッピングモータ
 3軸(X軸, Y軸, Z軸)の位置決め制御

7

4. ミッションの実施内容

4.2 スピンドルモータの概要と選定

構造と特徴
 スピンドルモータは、モータ部と回転部(スピンドル)が一体化したモータのこと

工具の取り付け
 インダクションモータ(誘導電動機)のスピンドルに工具を取り付ける。

性能目標

①出力	アルミの軽切削が可能
②回転数	切削速度100m/min以上
③質量	軽量(3kg以下)
④冷却方法	簡単

選定したスピンドルモータ

①出力	800W
②最大回転数	25000rpm
③質量	2.6kg
④冷却方法	空冷方式

8

4. ミッションの実施内容

4.3 インバータ装置の仕組みと選定

インバータ装置の仕組み

交流(AC) → 一定電圧・一定周波数 → 直流(DC) → 可変電圧・可変周波数 → 交流(AC)

交流を直流に変換 → インバータ装置 (コンバータ回路, インバータ回路, コンデンサ) → 直流を交流に変えて出力

電源 → インバータ → モータ

選定したインバータ
 インバータ VFD(110V 1500W) → スピンドルモータ

9

4. ミッションの実施内容

4.4 3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決めまでの制御フロー

Gコードを作成 (パソコン) → GRBL on Arduino (Arduino 信号変換ボード) → モータドライバ → ステッピングモータ → 3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決め

GRBL on Arduino: Gコードを解釈、モータドライバに信号を送り出すソフトウェア

モータドライバ: パルス信号を送り出すソフトウェア

3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決め: ボールねじを介してテーブル・加工物を位置決め

10

4. ミッションの実施内容

4.5 モータドライバの設計製作

■公開サイト「自作工房」を参考にドライバ回路を設計製作

「自作工房」の回路図 → 設計製作した回路図

■工夫した点

- 市販のドライバに比べて安価
市販のドライバ回路から必要な機能であるICを購入し設計製作した。
- 省エネ設計
ステッピングモータの非回転時にはモータに流す電流を抑える出力調整機能を追加し電力を節約した。

11

4. ミッションの実施内容

4.6 ステッピングモータの特徴と選定

構造
 指令パルス信号に同期して回転するモータ
 巻線が施されたステータ(固定子)と磁化されたロータ(回転子)で構成

回転原理
 ①指令パルス
 ②複数のステータ巻線を順次励磁
 ③ステータとロータの磁極同士の吸引・反発
 ④ステップ状に回転

回転角度
 1パルスに対して回転する軸の角度が決まっている。

回転速度
 パルス信号の周波数に比例して回転速度が変化する

選定モータ
 NEMA23 1.26Nm

12

5. ミッション活動の成果

5.1 設計・製作したこと

- (1) CNC工作機械の試作機の設計・製作
- (2) スピンドルモーターの動作確認および回転数制御
- (3) 3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決め動作確認・制御

5.2 学習したこと

- (1) スピンドルモーター, インバータ装置およびステッピングモーターの構造・原理, ならびに制御
- (2) 3軸(X軸, Y軸, Z軸)位置決めまでの制御フロー

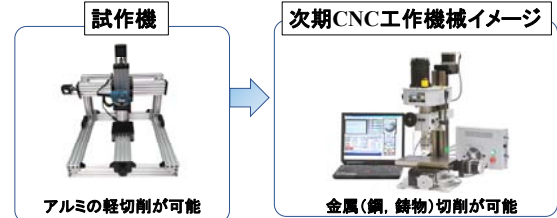
13

6. 今後の展開

6.1 試作機を用いての機械加工の実施

- (1) 試作機を用いて工具・工作物を取り付け実際の加工を行い, 加工能力(精度, 加工条件など)把握する.
- (2) 試作機の課題を洗い出し, 次期CNC工作機械の設計・製作に反映させる.

6.2 次期CNC工作機械の設計・製作の企画開始



14

Thank you for your attention

15

15