

高速ねじ判別装置の開発

舛田光一郎^{*1}, 比嘉孝満^{*2}, 石部剛史^{*3}

Development of high-speed screw distinction equipment
Koichiro MASUDA, Takamitsu HIGA and Takeshi ISHIBE

本製品は今まで手作業で行っていたねじ判別を装置で行うことにより, 作業の効率化と作業者の負担を軽減することを目的としている. 判別可能なねじは光沢垂鉛メッキが施された十字穴付なべ小ねじ, 六角穴付ねじである. ねじ呼び径がM3及びM4で長さ6, 8, 10, 12(mm)のねじを画像処理で判別し, 用意した箱にそれぞれ分別を行う.

Keywords: ねじ, パーツフィーダ, 画像処理

1. 緒言

学校で使用しているねじが元の場所に戻されず, 径や長さの違うねじが混在しており, 実際に使用する際に困ることがある. 作業者がねじ判別をする際, 一つ一つ目視で判別すると非常に時間がかかる. そこで, 私達はねじ判別装置の製作を行い, 作業の効率化と作業者の負担軽減を目標とした. 図1に, 装置で判別する十字穴付なべ小ねじと六角穴付ねじを示す.



図1 ねじの種類

企業の生産現場の検査工程において, ベルトコンベアなどにより流れてくる製品を画像処理やセンサを用いて良品と不良品の判定を行うことが多くある. 本装置もフィーダ, 搬送装置, 画像処理等の要素があるためテーマとして取組んだ.

2. 仕様

2.1 装置の仕様 表1に装置の仕様を記す.

2.2 装置で判別できるねじの種類 下記の表2に判別するねじを示す.

2.3 装置の動作

図2に装置を上面から見た図を示す. レールをコの字型に設置しアタッチメント付チェーンにてねじを搬送する. 作業者はねじを投入部に投入し, タッチパネルにて判別したいねじの種類を決定する. その後, 装置はねじをチェーンにて搬送し, 判別部にて画像処理を行い, 排出部にて各格納ボックスに入れる.

2.4 安全性と保守性

安全性について, 事故を防ぐため装置を覆うカバーを取付ける. 扉が閉じた状態でのみ動作可能. 扉が開いた状態では動作しない. 装置の動作中は扉をロックする.

表1 装置の仕様

処理速度	2本/秒
判別精度	99%
最大供給本数	500本
最大稼働時間	60分
装置寸法	D832 × W500 × H400(mm)
装置重量	40kgw
電源	AC100V
消費電力	500W未満
起動から1本のねじが排出される時間	1分未満

表2 判別するねじの種類

ねじ頭の種類	ねじ径	長さ
プラス	M3,M4	6,8,10,12
六角	M3,M4	6,8,10,12

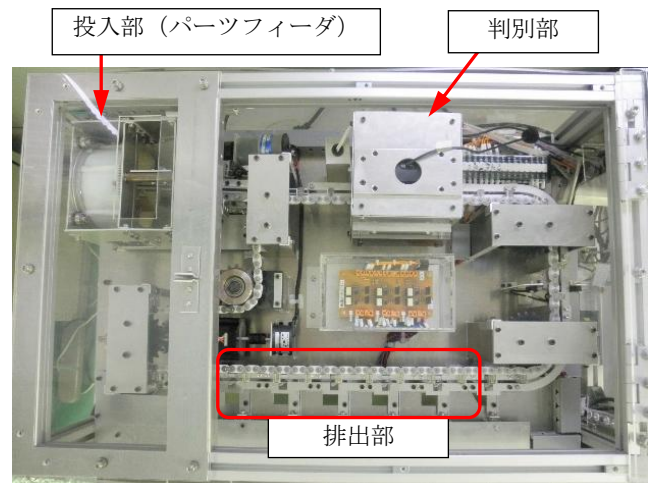


図2 装置の平面図

3. システム構成図

システム構成図を図3に示す. このシステムはマイコンを中心として, 一連の動作を行う.

^{*1} 生産機械システム技術科

^{*2} 生産電気システム技術科

^{*3} 生産電子情報システム技術科

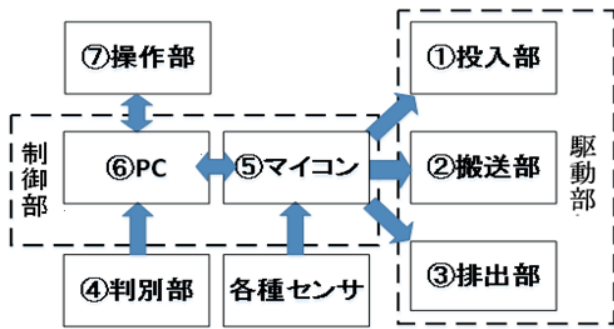


図3 システム構成図

装置を大きく6つの部分に分けており、矢印はその部同士で通信をすることを示す。制御部はパソコンとマイコン、操作部はタッチパネル、投入部はパーツフィーダ、搬送部はチェーンやレール、判別部は画像処理、排出部はラッチソレノイドである。制御部から信号が行き、各部がそれに応じて動作するようになっている。各種センサからの信号は制御部であるマイコンに入るようにしている。下記に各部について詳細に記す。

4. 駆動部(投入, 搬送, 排出)

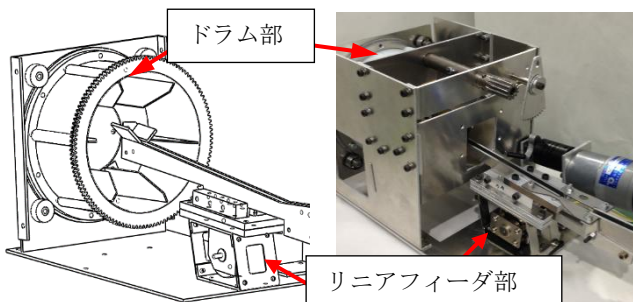


図 4-1 ドラム構造とレール 図 4-2 パーツフィーダ

4.1 投入部

投入されたねじはドラム部に入り、リニアフィーダレールを通過し、搬送用のレールに送られる。ドラム部は外周をギヤ形状にしてギヤモータにより回転させる。構造は横方向とし、内部を6分割になるように板で敷居を作ることにより、上部までねじを敷居で保持し、頂上を回ったところでねじが自由落下しリニアフィーダレールに落ちるようにした。(図4-1参照)ねじはリニアフィーダレールにねじ頭を引っ掛け、レール溝に入らないねじは刷毛にて落とされる。さらにねじはリニアフィーダの振動によりレール上を滑り先に進む。このパーツフィーダは既製品を参考に制作した。(図4-2参照)構造が小型であるため、ねじの進行速度が遅いという欠点があったが、レールの構造に傾斜を付ける事により、搬送速度を向上させることができた。このパーツフィーダには500本のねじを投入できる。搬送するためのレールに供給できる能力は1秒間に2個以上送ることができる。

4.2 搬送部

ねじの搬送方法はアタッチメント付チェーンを使用し、アタッチメントに制作した爪を取付け、ねじ頭を押しレールの上を滑るようにした。(図5参照)

レールにあるねじをチェーンの爪に引っかかるようにしなくてはならないため、チェーンのカーブに沿うようなレールを製作した。爪にはねじを1本ずつ受け渡すために、図6に示す定量排出機構を使用することで、爪に複数個渡さないようにした。

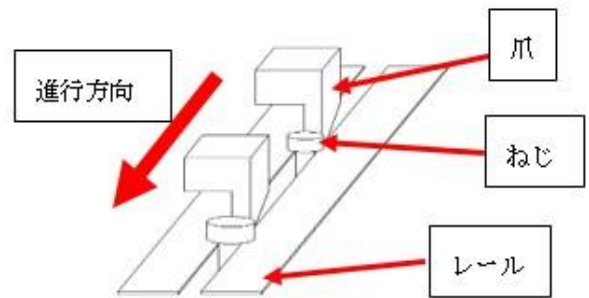


図5 搬送方法

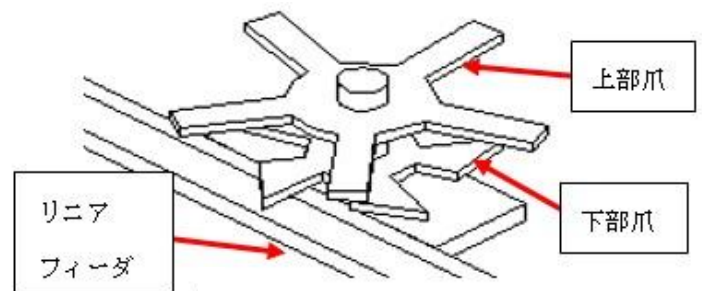


図6 定量排出機構

定量排出機構は、歯車形状の爪を2つ上下に取り付け、チェーンに付いた爪が上部爪を押すことで、下部爪も回転しねじ頭部を爪搬送位置に送り出す。上部爪と下部爪の位相差に調整を要した。

4.3 排出部

ねじの排出にあたりレールの形状を、直進レールと排出レールを切り替えて排出する切り替え機構である。切り替え機構はねじ判別した6種とその他で分けられる。直進レールと排出レールはソレノイドを使用することにより、爪を切り替えることができ、ねじを決められた格納ボックスに排出する。排出されたねじは排出ダクトを下り、各種判別された格納ボックスに排出される。

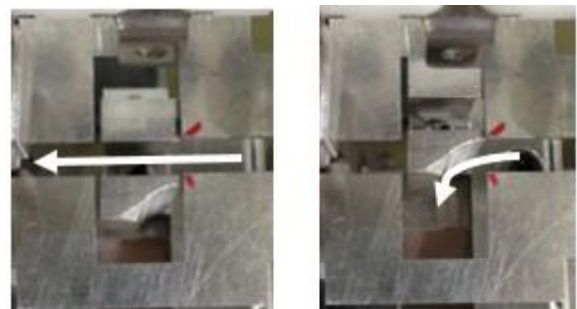


図7 切り替え機構

5. 判別部(画像処理)

図8に判別部の構成図を示す。画像処理に必要な照明はLEDと冷陰極管を用い、照明ムラの解消と光を拡

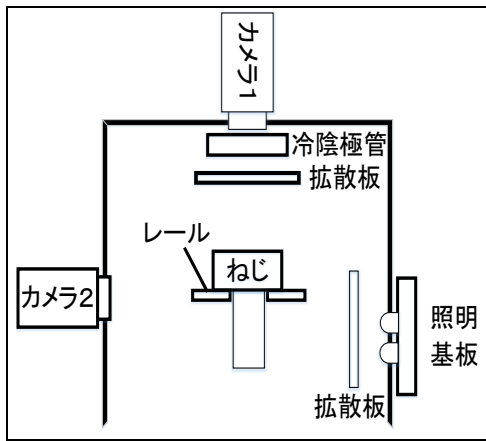


図 8 判別部の構成図

散整形するために拡散板を用いている。

5.1 頭部画像処理

頭部の画像処理では、カメラ1の画像からねじの種類を判別する。検出のアルゴリズムは図13の通りである。判別するねじは六角ねじ、プラスねじの2種類である。まず、テンプレートマッチングによってねじ頭部形状を判別する。プラスねじとつぶねじを判別するためにねじの中心から円周上の画素を取得し、黒と白の対比を比較し判別する。この方法により、16種全てのねじの判別に成功した。図9、図10、図11は判別した各種ねじの画像である。



図 9 六角ねじ



図 10 プラスねじ



図 11 つぶねじ

5.2 側部画像処理

側部の画像処理では、カメラ2の画像からねじの長さ、径を判別する。図12のように判定する領域を設定し、ねじがその範囲に存在するときのみ判別を行う。長さは、レールからねじの最下部の位置より計算し、径はねじの右端と左端の幅を計算する。図13に画像処理のフローチャートを示す。

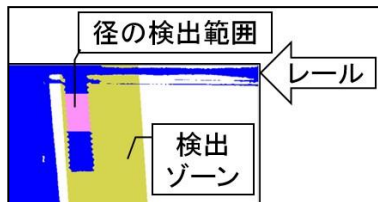


図 12 検出画像

6. 制御部 (RX マイコン)

6.1 マイコンでの動作流れ

ねじを仕分ける際のマイコン制御の流れを図14に示す。

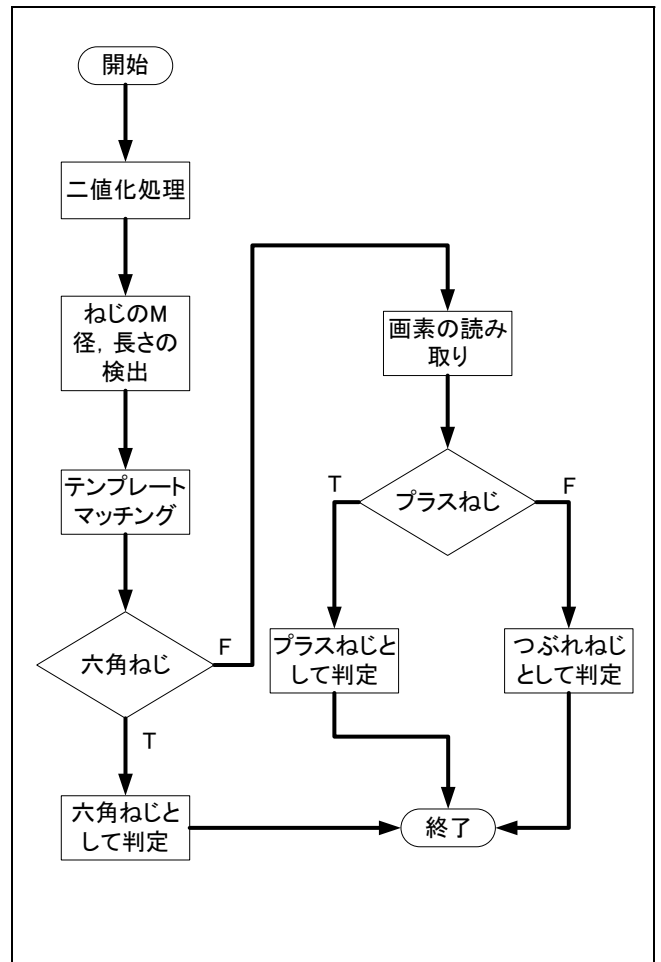


図 13 画像処理のフローチャート

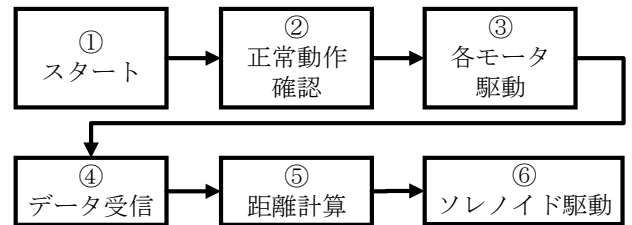


図 14 マイコン制御のフローチャート

上記の①から⑥までの各項目について説明する。

- ① PC の USB 端子から電源供給され、マイコンが起動する。
- ② 正常動作確認では、緊急停止スイッチの状態や、装置の扉の開閉状態を確認する。また、チェーンを一度回転させ不要なねじが乗っていないことの確認を行う。
- ③ 各モータを駆動させ、ねじの供給及び搬送を行う。
- ④ データ受信では PC からどのソレノイドを動かすかソレノイドの番号を受信する。
- ⑤ ねじがセンサに反応すると、センサと動作させるソレノイドまでの距離をパルス数で演算する。
- ⑥ ソレノイド駆動では実際にソレノイドを駆動させ、レールの切り替えを行いねじの仕分けを行う。

6.2 USB (無停電源装置)

図15にUPSのシステム構成図を示す。

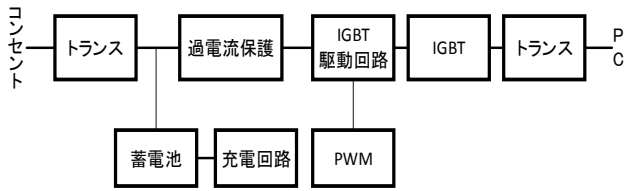


図 15 UPS のシステム構成図

使用者が、動作中または動作終了後に電源スイッチをいきなり切ると、PC に不具合が生じるおそれがある。UPS を入れることで、PC を正常にシャットダウンさせることができる。今回は瞬断がない常時インバータ方式を採用した。AC100V をトランスで降圧し、全波整流回路を通して DC48V を作る。その DC48V を IGBT でスイッチングさせ、AC48V を作成する。PWM 信号をマイコンで作作り、スイッチングさせ、コイルとコンデンサを通すことにより綺麗な正弦波にできる。

6.3 作製基板

- ・ソレノイド駆動基板

マイコンとソレノイドでは電源電圧が異なる。電源系統を分けるためにフォトカプラを使用した。

- ・マイコンボード基板

マイコンボードを他の基板と接続するための中継基板である。その他にリレー回路基板を作製した。この基板はパーツフィーダ及びモータ、ブザーを動作させる基板である。パーツフィーダとモータはマイコンから、ブザーは PC からの信号で動作する。

7. 操作部(タッチパネル)

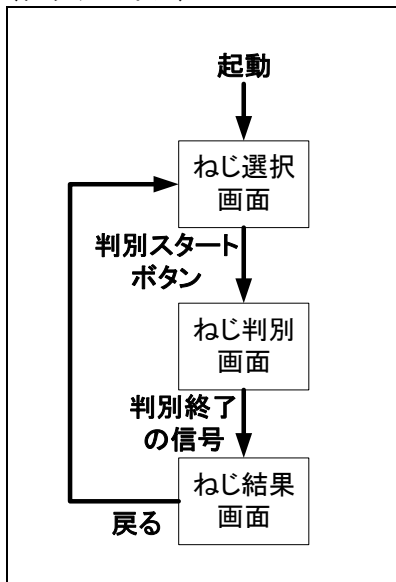


図 16 画面遷移図

ユーザインタフェースの画面遷移は図 16 のようになっている。このシステムでは、ねじ選択画面でねじを選択し、判別中はカメラ映像を表示させた。ねじが一定時間流れない場合のみ、結果画面に遷移してねじの判別を完了する。



図 17 ねじ選択画面

タッチパネルのねじ選択画面を図 17 に示す。ねじ選択画面では BOX1~6 に格納したいねじを選択する。格納したいねじを変更するには、画面上部で BOX を選び、画面下部でねじの種類もしくは BOX に何も入れない「指定なし」を選択する。また、同一のねじが設定されていると判別スタートが出来なくなる。

8. おわりに

装置はパーツフィーダから送られたねじを搬送レールに渡す定量排出機構、レール部の製作に時間を要した。定量排出部は数十回形を変え、加工しては取付ける作業を繰り返して製作できた。早い段階で実験を行えば、他の動作機構を考えることもできたことを学生とともに悔やんだ。学生が最後まで諦めずやり遂げたこと、カリキュラムにない画像処理を自学自習しできるようになったことを称賛したい。装置は 2015 年ポリテクビジョンの作品展示部門にて優秀賞を受賞した。