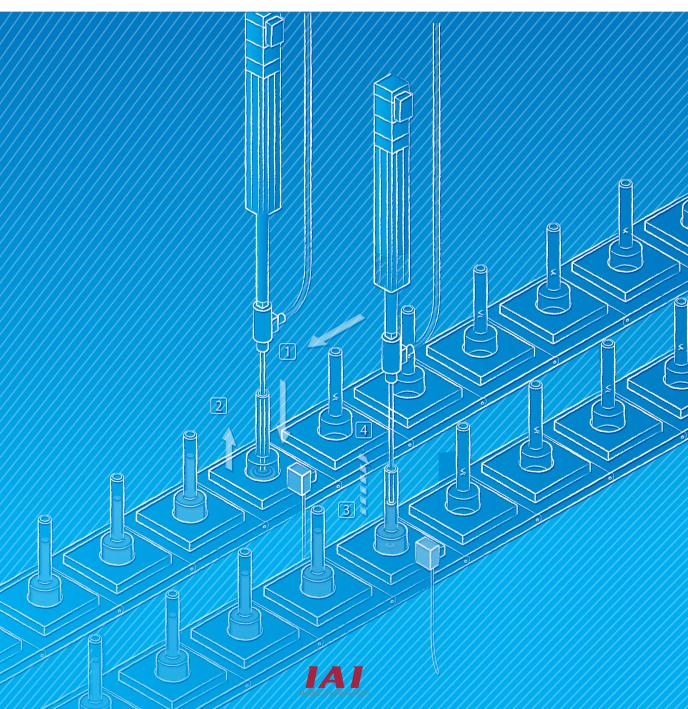
設 計 ・ 開 発 技 術 者 の た め の

エアシリンダ置換え用電動シリンダによる
 自動機設計コストダウン事例集

CASE STUDY CATALOG

for design&development enginee





自動機とは何か?	-01-
two	
02 自動機の用途	-02-
three	
03 基本ユニット (構成要素)	-03-
four	-05-
04 自動機の投資対効果	-05-
向野機設計コストダウンのポイント	-06-
05 自動機設計コストタワンのホイント	
電動シリンダによる自動機設計コストダウン事例	-09-
事例 1 搬送 ——————————————————————————————————	10
事例 ② 位置決め ————	1
事例 3 分離・供給 ————————————————————————————————————	12
事例 4 加工・組立	13
事例 6 検査・測定	14

自動機とは何か?

01



自動機とは、人が行っていた作業を機械に置き換えることにより作業の効率化や品質の向上を目的と した設備のことを指します。

自動機は主に工場で生産用として用いられることが多く、目的・用途に合わせてオーダーメイドで製作されるケースが一般的です。

自動機は「自動機」という名称以外にも「専用機」「FA設備」「省力化設備」という名称でも呼ばれています。いずれも目的は作業の"自動化"であり、作業の効率化や品質の向上による生産コストダウンを最終的に目標としています。

自動機とは何か

自動機とは

従来、人が行っていた作業を機械に置き換えることにより、作業の効率化や品質の向上を目的とした 設備のこと

自動機の特性

- ●自動機は主に工場で生産用として用いられることが多い
- ●目的・用途に応じてオーダーメイドで製作されることが多い
- ●「専用機」「省力化設備」と呼ばれることもある

最終的な目的は生産コストダウン!

column

「自動化」と「自働化」

トヨタ生産方式では"自動化"を"自働化"と呼び、「ニンベンのある自働化」と定義しています。 ニンベンのある自働機械とは工程における異常を自動的にチェックし、異常があれば自動的に停止して、 不良品の発生を防止するメカニズムのことをいいます。

トヨタの工場では、ほとんどの機械にこのような自動停止装置がついています。



自動機の用途としては、以下の項目を挙げることができます。

自動機の用途

use application

11 … 組立て

2・・・搬送・位置決め

3…加工

4 … 塗布

5 … 接着

6… 注入・充填

7 … 塗装

8 … 溶接

9… 洗浄

10・・・乾燥・熱処理

⑪・・・検査・試験

自動機は上記各用途のうち単一の用途を目的とする場合と、複数の用途を目的とする場合があります。

従来、自動機はライン型の大掛かりな設備が主流でしたが最近ではセル生産に対応する省スペースでローコストな自動機が志向されています。

column

セル生産方式

セル生産とは「一人ないし数人の作業者が、ひとつの製品を作り上げる自己完結性の高い生産方式」のことです。セル生産のメリットとして①生産量の変動への対応 ②仕掛り在庫の低減 ③設備投資の低減 が挙げられ、生産の同期化が図りやすくなります。セル生産方式は電機メーカーを始め、自動車メーカーでも導入が進んでいます。

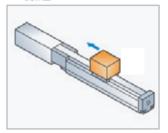
基本ユニット(構成要素)



このように様々な用途に使用される自動機ですが、その構成要素となる基本ユニットは主に下記の 要素になります。

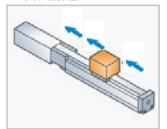
1 搬送

1. 搬送



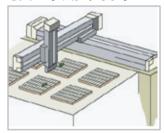
ワークを移動させるという、 最も基本的な動作になります。ワーク搬送におけるポイントは加速度であり、搬送システムそのものの停止位置誤差と、加速度によるワークの位置ずれに注意が必要になります。高速機どには、細かな加減速設定が可能な電動シリンダが便利です。

2. 間欠搬送



ワークをステップ送りする搬送 のことを、間欠搬送といいます。 従来はカム機構、ゼネバ機構、 クランクシャフトとワンウェ イクラッチ等、メカ的な機構 が多用されてきました。 現在では多点ピッチ設定が容 易な、電動シリンダを活用す るケースが増えています。

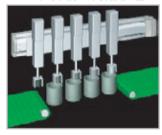
3. ワークハンドリング



ワークをチャッキングし、所定 の位置に移動させる動作のこ とをワークハンドリングとい います。

ワークのチャック機構と、 ワークを移動させるアクチュ エータはシーケンシャルに連 動する必要があり、プログラ ミングが容易な電動シリンダ が多用されます。

4. 工程分割・同期移送

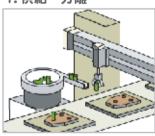


工程を分割し、工程間でワークの移動をすることを「移送」といいます。さらに各工程のタクトタイムを同一にとり、全ワークを同期して移送させることを、「同期移送」といいます。

タクトタイムが最短となる、 ベストな工程分割が重要なポ イントになります。

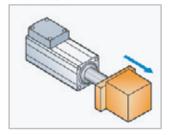
2 位置決め・供給・排出

1. 供給・分離



雑然と供給されるワークを1個 ずつ分離するプロセスであり、 エスケーブメントとも言われ ます。エスケープするパーツ も、その前後のパーツも統たら れたタイミングで分離されたタイミングで分離された ことが求められます。最近で はプログラム設定が容易なれています。

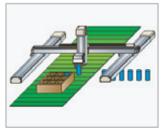
2. 位置決め



取り出したワーク姿勢にバラツ キがある場合、ワークのリポジ ショニングのための位置決めが 必要になります。

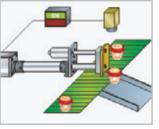
りませんない。 自動機のワークハンドリングに おいては、ワークの姿勢の自由 度を制限することが非常に重 要なポイントになります。治 具やセンサ、アクチュエータを 組合せることにより行います。

3. 整列



マガジンや整列トレイを活用することにより、ワークを一律に位置決めます。その姿勢を崩さずに簡単に分離(エスケープメント)を行うことができます。ワークをマガジンや整列トレイに詰め込むプロセスも、自動化を行うことが理想であるといえます。

4. 排出



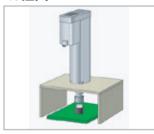
所定の加工が終わったワークは、完成品として排出します。または検査工程で該当のワークを排出するケースもあります。いずれも、アクチュエータと傾斜をつけたシュータ等を活用して排出を行います。供給と排出を同一のアクチュエータにより行うこともあります。

基本ユニット(構成要素)



3 組み立て

1. 圧入



ワークの嵌合部分に面取りなどの案内をつけておき、圧入時における位置決めを容易にします。ワークに面取りがつけられない場合は、ガイド機構を考慮する必要があります。 圧入においては、押し付けカを別に引いている。 シグが最近では多く使用されています。

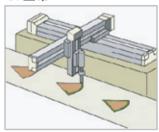
2.接着



ワークに接着剤を塗布し、その後ワークを加圧するなどして接着を行います。この場合、ワークを押し付けた状態で保持し続ける動作が必要となります。

電動シリンダの場合は押し付けカや押し付け時間を細かく、高い再現性で設定をすることが可能です。

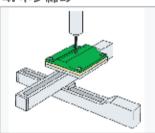
3. 塗布



組立て時において、シーリング 剤等を塗布するケースがあり ます。電動アクチュエータを 活用すればシーリング剤塗布 のパターンをプログラム化する ことができます。

ワーク品種が変わるなど、多 品種少量生産への対応が容易 になります。

4. ネジ締め

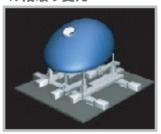


ネジ供給、整列、分離、ネジ 締めというネジ供給プロセスに 加え、ワーク位置決め機構が 同時に求められます。

またワッシャーやカラーも同時に組み付ける場合は、さらに機構が複雑になります。シーケンシャルな制御が容易な電動アクチュエータが多用されています。

4 段取り変え

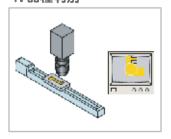
1. 段取り変え



流れてくるワークが変更された場合、自動機も合わせて治具やガイドを切り替える必要があります。予め流れてくるワークに合わせた着脱式の対応機構をつけるのが一般的ですが、電動アクチュエータを活用することで、プログラム的にワークに合わせた対応機構とすることが可能になります。

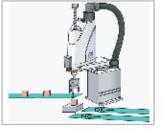
5 検査・測定

1. 品種判別



ワーク品種判別は、フレキシブルな自動機設計のために重要な要素となります。品種判別のためには、センサあるいは画像処理装置を搬送装置と組合せることにより、行います。電動アクチュエータを活用すれば、画像処理装置との同期割送などの設定を容易に行うことが可能になります。

2. 寸法測定



「不良品は次工程に流さない」 という原則に加え、トレーサビ リティへのニーズからも全数検 査のケースが増えてきました。 電動アクチュエータを活用す ることで測定作業と仕分け作 業を同時に行えるなど、より 効率的な自動機設計を行うこ とが可能になります。

自動機の投資対効果



投資対効果を考える上で、まずは自動機そのものの「目標」を明確にします。 考えられる「目標」として以下のことが挙げられます。

目標 prize

04

- ・・・ 生産能力
- 2… 生産効率(歩留まり)
- 3 … 省人化効果
- 4・・・ リードタイム短縮
- 5… 省エネルギー

上記を数値目標として自動機の導入効果を算定します。

導入効果を算定する際、自動機のコストとして、

コスト cost

- ●自動機の製造コスト(イニシャルコスト)
- ●自動機の維持コスト(ランニングコスト)

を挙げることができます。例えば自動機のイニシャルコストが安かったとしても、ランニングコストが高いものになると意味はありません。ランニングコストとしては、消費電力や消耗品等を挙げることができます。

自動機を導入することによって得られるメリット(効果)に対して、上記に挙げた2つのコスト(投資)が、どの程度の期間で回収できるのかが投資対効果の考え方になります。

昔は設備における投資回収を5年程度で見ていた時期もありました。現在では製品のライフサイクルが短く、昔に比べて同一の製品が流れる期間は極めて短くなってきています。従って現在では1~2年、長くても3年程度での投資回収を考慮しなければならないでしょう。

自動機設計コストダウンのポイント



自動機の投資対効果に大きな影響を与える"自動機の製造コスト"と"自動機の維持コスト"を 削減するためには、設計段階からのコストダウンが不可欠です。

ここでは、自動機設計を行う上でのコストダウンのポイントについて述べていきます。

1 部品点数の削減

例えば従来3つの部品点数から構成されていたものが、1つの部品で同じ機能を実現できるとすれば、それはコストダウンにつながります。

複数の部品を一体化できないかという視点とともに、部品の締結方法を検討するなどして部品点数の削減を図ります。

2 省スペースの実現

省スペース化は軽量化にもつながり、部材の使用量も減りますから最終的にコストダウンにつながります。

また土地に制約のあるケースが多いわが国においては、単位面積あたりの生産高も重要な要素になりますから、ユーザーサイドから見ても省スペース化は重要なことです。

3 加工・組立コストの削減

設計段階で可能な限りローコストな加工・組立方法を選定する必要がありますが、実際に現場で 起きている問題点として以下のことが挙げられます。

問題点 problematical point

- **1・・・・必要以上の精度要求がされており、加工コストがかかってしまう**
- 2・・・・必要以上に部品点数が多く、また統一されていない
- 3・・・ 加工や組立に、特殊な治具が必要である
- 4・・・・必要以上に高硬度 (あるいは高価) な材料が指定されている
- 5・・・・設計図に充分な寸法・精度記入がなされていない

これらのことを解決するためには、設計者自身が正しい加工・組立の知識を持つことが必要です。 そのためには設計と生産現場とのコミュニケーションも重要なことです。

自動機設計コストダウンのポイント



4 購入コストの削減

購入コストを削減するのは資材部・購買 部だけの仕事ではなく、設計段階から関 わってくる問題であるといえます。

例えば従来はオーダーに合わせて内製していたような部品も、標準品を採用することによってコストダウンにつながるケースもあります。

電動アクチュエータの場合、従来は「ボールネジ」「リニアガイド」「モーター」を 購入して自社で内製していたとします。 ロットが多ければコスト的に有利かもしれませんが、ロットが少ない場合は標準 品を購入した方が安くなります。

こうした判断は資材部・購買部では中々 行えません。購入コストの低減も、やはり 設計段階からが重要なのです。



5 フレキシビリティーの実現

現在では製品のライフサイクルが短く、昔に比べて同一の製品が流れる期間は極めて短くなってきています。

ワーク品種が変更になっても、段取り換えのし易い構造・機構の自動機であることがベストです。 昨今では「シングル段取り」といって、10分以内(=シングル)で段取り換えが完了する手法が求められています。

また、あらかじめ「混流生産」を前提としたフレキシブルな自動機を志向することも求められます。

自動機設計コストダウンのポイント



6 高生産性の実現

生産性(プロダクティビティー)とは単位時間あたりの生産高のこといいます。生産性を上げるためには、下記のことが考えられます。

高生産性 higher productivity

♪・・・ 設備のタクトタイム (リードタイム) を上げる

②… 外段取りを推進するなどして設備の稼働率を上げる

3… 故障やチョコ停による非稼動時間を無くす

昨今では生産性を高めるだけでなく、ワーク品種切り替えなどのフレキシビリティーとの両立が 求められています。

また品質保証の観点から、自動車業界や食品・医薬品業界を中心にトレーサビリティーへの対応 も求められてきています。

7 省エネルギーの実現

生省エネルギーの実現は、次の3つの観点で重要になります。

省エネルギー energy conservation

● ・・・ 地球環境保護のため

②… CO2排出抑制のため

③… ランニングコスト削減のため

特に①②については省エネルギー法の改正もあって、工場における省エネルギーの意識は非常に高まっています。また、省エネ努力は事業者共通の努めとの認識が一般的になってきており、自動機設計の観点でも無視できない要素となってきています。

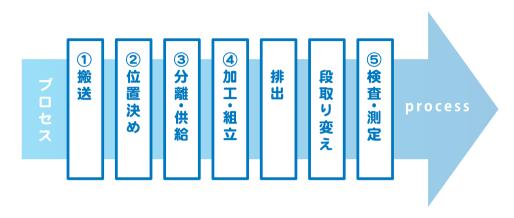
また③については、主に消費電力を低減することによるコストダウンが考えられます。

消費電力の低減については自動機そのものの消費電力を低減することに加え、エアシリンダを電動シリンダに置き換えることも、工場全体での消費電力の削減につながります。一般的に工場で使用される電気代の30%は、コンプレッサーに使用されているといわれており、エアー使用量の削減はそのまま消費電力の削減につながります。

電動シリンダによる自動機設計コストダウンの事例



さらに自動機設計は、下図に示す工程の各プロセスにおいてローコストに自動化を実現し、そのイニシャルコスト及びランニングコストの削減を志向するものです。



これら工程の各プロセスにおける、電動シリンダによる自動機設計コストダウンの事例を以下の通り、 次ページからご紹介していきます。

電動シリンダによる自動機設計コストダウンの事例 case study ■ 自動車部品加工ライン搬送装置 ・・・・・P.10 ■ ハードディスク工程間搬送 ■ 機械部品搬送装置 ■ 血液収納装置 ■ 硬貨箱の移載装置・・・ 1)搬送 ■ 食品積み重ね装置 ■ カップ麺への賞味期限印字装置 ・・・・・P.11 ■ シャンプー注入装置 ■ チューブ定寸切断装置 · · · · · · · · · P.12 ■ 自動車部品異物バキューム装置 ② 位置決め ■ フィルム送り装置 3 分離・供給 ■ 機械部品研削ワーク供給装置 ・・・・・P.12 ■ エンジンブロック刻印装置 ・・・・・・P.13 ■ ボールペンの組立て ■ 食品パックのフタの熱圧着装置 4 加工・組立 ■ 木工製品外周仕上げ ■ 機器のガス漏れ検出装置 · · · · · · · · P.14 ■ 自動車部品ワーク検査装置 ■ 自動車部品外形検査装置 5 検査・測定 ■ 食品容器の表示ラベル読み取り装置

電動シリンダによる自動機設計コストダウンの事例



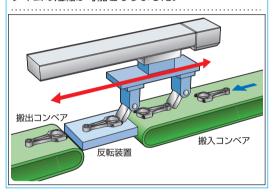
1 搬送

自動車部品加工ライン 搬送装置

用道

コンロッドの両面に加工するためコンロッドを反転 させる装置です。

コンベア上を流れるコンロッドを電動シリンダの多点位置決め機能を使用し、反転部で反転させます。 ロボシリンダの多点位置決め機能により、タクトタイムの短縮が可能となりました。

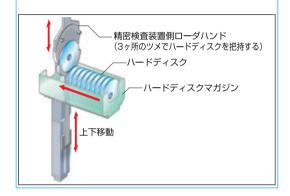


ハードディスク 工程間搬送

田冷

ハードディスクマガジンからハードディスクを1枚ずつ電動シリンダで上昇させ、上昇端で次工程(精密研摩装置)に受け渡します。

従来内製品を使用していましたが、ロボシリンダ採 用により大幅なコストダウンとなりました。



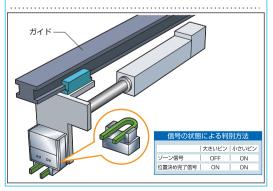
搬送

機械部品搬送装置

U字型の部品を搬送する装置です。

部品は大、小2種類あり投入時に混在する可能性が あります。

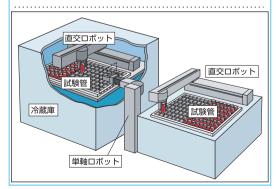
ゾーン出力と位置決め完了信号により大、小を判別します。手作業の自動化により人件費のコストダウンが可能となりました。



血液収納装置

血液の入った試験管を冷蔵庫に自動的に保管する 装置に電動シリンダ2軸組み合わせを採用。

自動化により、冷蔵庫のドアの開閉時間を短くする事ができ、冷蔵庫内の温度を一定に保つ事ができるようになりました。また、保管や取り出しの待ち時間を短縮する事ができました。



搬送

搬送



搬送

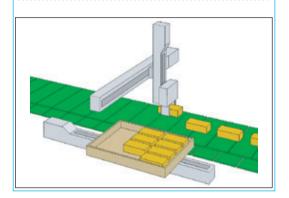
搬送

硬貨箱の移載装置

田徐

造幣局で、製造した硬貨の入った箱をコンベアから、 ケースに移動させる装置です。

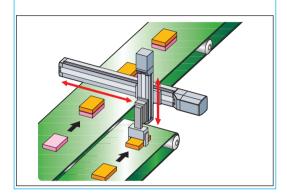
3軸を使うことにより、きれいに箱詰めを行うことができます。手作業の自動化により、人件費のコストダウンが可能となりました。



食品積み重ね装置

用資

コンベアを流れてくる食品を積み重ねる装置です。 画像処理を行ない、2列に並んでくる食品の一方を YZ2軸組み合わせの電動シリンダでつかんで、もう 一方の上に重ね合わせます。手作業の自動化により、 人件費のコストダウンが可能となりました。



2 位置決め

位置決め

カップ麺への 賞味期限印字装置

田袋

加工食品のパッケージには賞味期限が表示されていますが、この印字にはインクジェットプリンタがよく利用されています。このインクジェットプリンタのヘッドを一定速度で動かす機構に電動シリンダを採用。専用印刷装置に比べ、コストダウンが可能となりました。

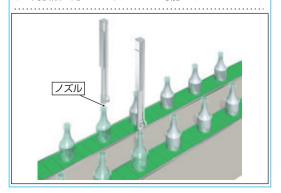


位置決め

シャンプー注入装置

. 田涂

容器にシャンプーを注入する際、なるべく泡立てないようにノズル先端を容器の中まで入れて注入を開始し、注入量(液面)に合わせてノズルを上昇させています。ただし、容器の形は通常上部が細いため、ノズルの上昇速度も下部はゆっくりで上部では高速に上昇する必要があります。内製品に比べコストダウンが可能となりました。





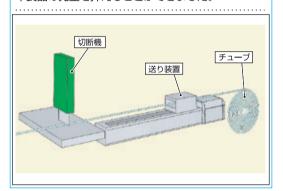
位置決め

位置決め

チューブ定寸切断装置

用道

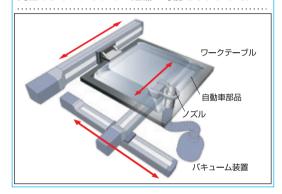
医療用の点滴に使うチューブはビニール製で細く、引っ張る事により伸びが生じます。電動シリンダは低速運転が可能で、減速の設定も可能なので停止位置まで正確に引っ張る事ができ、高速で設定した長さ通りに切断する事ができます。品質の向上により、不良品の発生を抑えることができました。



自動車部品 異物バキューム装置

. 田谷

自動車部品内側の切削加工時の切り粉を除去するため、バキュームノズルをカバー内側で移動させて吸引を行う装置。電動シリンダを2軸直交タイプにアッセンブリして全面をカバーするとともに、切削上切り粉が残留しやすい箇所に集中することが可能で、品質の向上およびタクトタイム短縮が可能となりました。

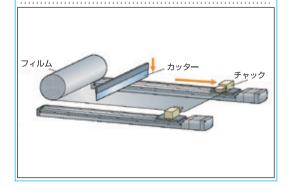


3 分離・供給

位置決め

フィルム送り装置

包装機械で、包装用のフィルムを一定の長さに切断する装置。下図のように2台の電動シリンダでフィルムの両端をつかみフィルムを送り出します。エアシリンダの場合、同期が取れない為フィルムが破損する事がありましたが、電動シリンダの場合同期運転が可能な為フィルム破損がなくなりました。

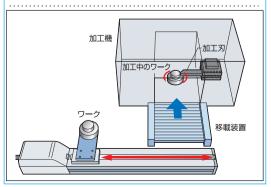


分離·供給

機械部品 研削ワーク供給装置

. 田涂

ワーク研削機にワークを自動供給する装置に電動シリンダを採用いただきました。この研削機は加工中にワーク搬送を行うため、エアシリンダではストローク端での衝撃があり、あまり速度を上げることができませんが、電動シリンダは衝撃がないため、高速搬送が可能となり、タクトタイム短縮が可能となりました。



加工·組立

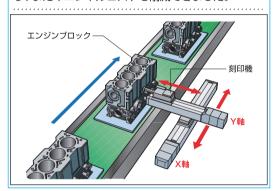


4 加工・組立

エンジンブロック 刻印装置

用设

コンベア上に流れてきたエンジンブロックにロットナンバーを刻印します。コンベアの上流でエンジンの種類を検知し、種類に応じて刻印する場所を切り替えます。刻印時には Y 軸で刻印機をエンジンに押付けます。従来の内製品と比べ段取替時間が短くなり、またイニシャルコストも削減できました。



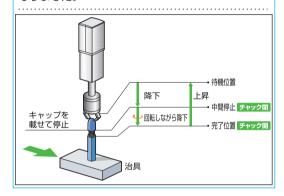
加工・組立

ボールペンの組立て

用途

ボールペンの芯を固定するキャップの自動装着装置。 チャッキング前の一時停止から組立て完了まで約 1 秒強の高速化と、中間停止による確実なチャッキン グと多品種対応を可能としています。

エアシリンダに比べ、タクトタイムの短縮が可能となりました。

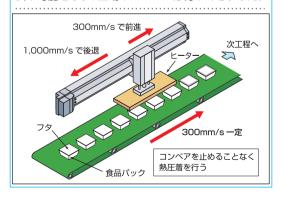


加工·組立

食品パックのフタの 熱圧着装置

田流

コンベア上を流れる食品のパックに高温のプレートを押付けてフタを熱で圧着する装置。従来はコンベアを一旦止めて熱圧着を行っていましたが、コンベアを止める事無くフタができるようになり、生産効率が2倍になりました。このため、余分なラインの撤去が可能となり、工場のスペース節約ができました。



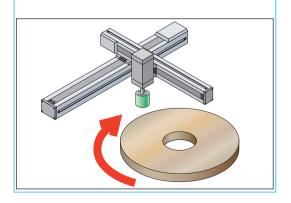
加工·組立

木工製品外周仕上げ

.... 用途

電動シリンダの 2 軸組み合わせに回転砥石をつけて、 木工製品の外周を研磨する装置。

従来の職人による手作業の工程の自動化が可能となりタクトタイムが短縮できました。



検査・測定



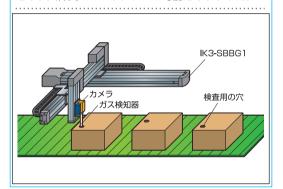
検査・測定

5 検査・測定

機器のガス漏れ 検出装置

用资

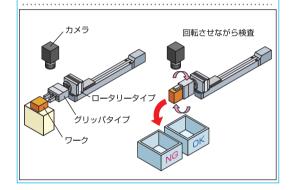
冷媒ガスを使う機器をダンボール箱に梱包後、ガスが漏れていないか検査する装置。ダンボール箱に開いている検査用の穴の位置をカメラで検出しその位置に移動し、Z軸を使ってガス検出器を穴に挿入し、ガスの濃度を検査します。この装置により、自動化が可能となり人件費のコストダウンが可能となりました。



自動車部品 ワーク検査装置

. 田谷

自動車部品をグリッパタイプでつかみ、電動シリンダでカメラの下まで引き込んで、ロータリータイプで回転させながらカメラで検査します。問題なければ「OK」の方に入れ、不具合があれば「NG」の方へ入れます。エアシリンダを使った装置に比べ段取り替が容易となり、生産性が向上しました。



検査・測定

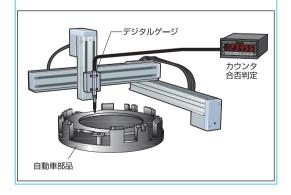
自動車部品 外形検査装置

用追

自動車部品の外形寸法の測定装置。

加工された部品の寸法の測定を行い、基準基以内に 収まっているかの判定を行います。

従来の人手による検査に比べ、測定速度向上および 測定時間の短縮が可能となりました。



検査・測算

食品容器の表示ラベル 読み取り装置

.. 田袋

電動シリンダ①でコンベアガイドの幅の調整を行います。あらかじめ弁当のバーコード位置をティーチングしておき、弁当ごとに設定した位置に電動シリンダ②③でカメラを移動させ、ラベル表示を読み取ります。目視検査の自動化により人件費の削減が可能となりました。

