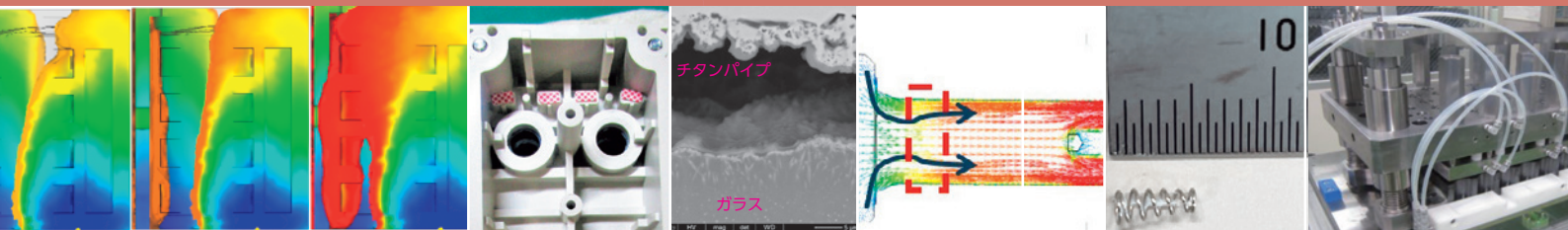


CKD技報

CKD TECHNICAL JOURNAL

Vol.10



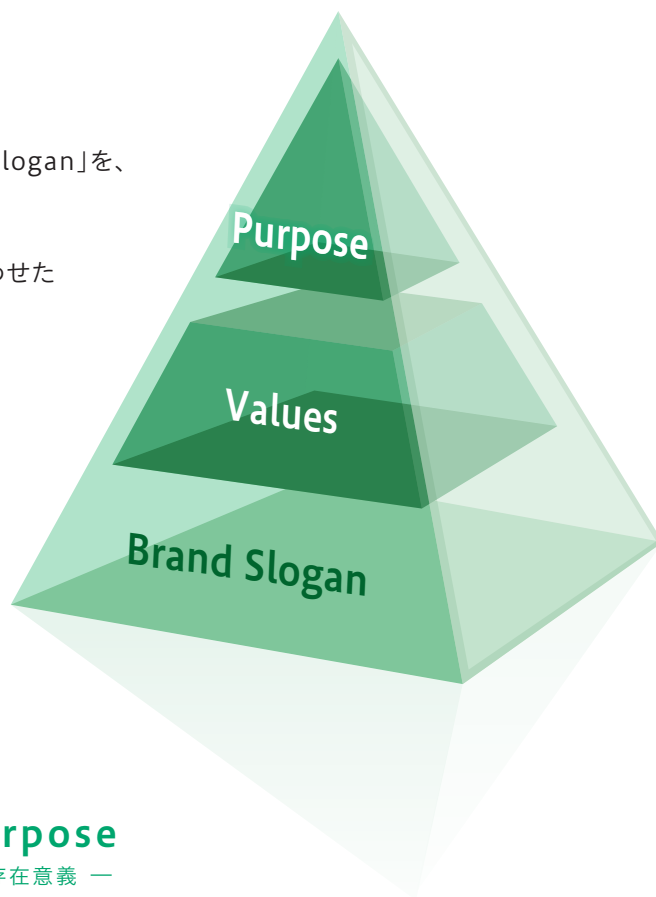
CKDの理念

CKDグループは、2023年4月に「Purpose」と「Brand Slogan」を、
2023年10月に「Values」を制定しました。

Purposeは、CKDグループを取り巻く社会の変化に合わせた
存在意義と目指す方向を定めたものです。

Valuesは、Purpose実現のため社員一人ひとりが
大切にすべき5つの価値観です。

Brand Sloganは、PurposeとValuesの理念を包含し、
未来に向けた私たちの考えや行動を
簡潔に表現しています。



Purpose

— 存在意義 —

自動化技術の探究と共創を続け
健やかな地球環境と豊かな未来を拓きます。

Values

— 価値観 —

[C-SHIP]

～CKD-SHIP～
CKDらしさ

C	Customer	顧客志向
S	Sustainability	持続可能性
H	Human	人材重視
I	Innovation	革新
P	Professionalism	プロ意識

Brand Slogan

— ブランドスローガン —

Creating Solutions Together

目次

ごあいさつ	1
-------------	---

巻内特集 テーマ「脱炭素社会」

 リチウムイオン電池用巻回機の多軸巻芯による巻回工程の最適化	2
 円筒形太陽電池の製造技術開発	4
 冷却水循環ポンプ搭載打抜型	9
 PTP包装機のトレーサビリティシステム	12
 リモートI/O保護構造技術について	16
 高信頼性エアブースタの長寿命化技術	20
 防水形省電力アクチュエータの耐環境、省電力技術	24
 カルマン渦式流量センサ技術	28
 空気圧バルブ組立の自動化	31

Table of Contents

Greetings	1
-----------------	---

Special Report on "The Decarbonized Society"

 Optimization of Winding Process by Multi-axis Mandrel of Lithium-ion Battery Winding Machines	2
 Development of manufacturing technology for cylindrical solar cells	4
 Punching mold with cooling water circulation pump	9
 Traceability System of Blister Packaging Machines	12
 Ingress Protection Technology for Remote I/O	16
 Technology for Extending the Service Life of High-Reliability Air Boosters	20
 Environmental-Resistance and Power-Saving Technologies in Waterproof Power-Saving Actuators	24
 Karman Vortex Flow Sensor Technology	28
 Automation of pneumatic valve assembly	31

脱炭素社会の実現に向けて

“Towards the realization of a decarbonized society”

林田 勝憲 Katsunori Hayashida

CKD株式会社
常務執行役員
コーポレート役員
CKD Corporation
Managing Executive Officer
Corporate Officer



世界的に猛威を振るった新型コロナウイルスも漸く収束し、コロナ禍前の日常に戻ってきました。原材料を含む数多くの部材の入手難も一部を除いて落ち着きを取り戻しております。一方米中関係は緊張が続いており、ウクライナ情勢も解決の兆しが見えません。為替も円安が当面続くとの見方から様々な業界におけるサプライチェーンの再構築が必要な状況となっております。ここ数年活況だった半導体関連の設備投資も鈍化傾向です。製造業各社における部材や製品の在庫も積み上がっており、当面は厳しい状況が継続すると思われます。

このような状況の中でも脱炭素社会に向けた取り組みは大きく注目され、モノづくりににおいても環境目線は無くてはならないものとなっております。TCFDの開示や賛同、Scope1,2,3への取り組みなど大企業だけでなく数多くの中小企業においても避けては通れない状況となっております。

今回お届けするCKD技報Vol. 10の巻頭特集のテーマは「脱炭素社会」です。「リチウムイオン電池用巻回機の高軸巻芯による巻回工程の最適化」「円筒形太陽電池の製造技術開発」などカーボンニュートラルの実現に向けた技術テーマを掲載しました。皆様の活動に少しでもご参考になれば幸いです。

CKDグループは持続可能な社会の実現に向けてお客様と共に歩んで参ります。

引き続き皆様からのご指導、ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

COVID-19, which raged around the world, has finally been brought under control, and we have returned to the everyday life of prior to the pandemic. The difficulty of obtaining many raw materials and other parts, has, with some exceptions, regained stability. On the other hand, US-China relations continue to be tense, and the situation in Ukraine shows no signs of resolution. As the yen is expected to continue to weaken for the foreseeable future, the rebuilding of supply chains will be necessary in various industries. Semiconductor-related capital investment, which has boomed in recent years, is also tending to slow down. Inventories of parts and products at manufacturing companies are also piling up, and it seems the difficult situation will continue for the time being.

In such circumstances, initiatives for a decarbonized society have attracted considerable attention, and there must be an environmental perspective in manufacturing. TCFD disclosures and the endorsement of the framework, as well as initiatives for Scope 1, 2 and 3 emissions, have become unavoidable not only at large companies, but also at many small and medium-sized enterprises.

The theme of the special feature at the beginning of this CKD Technical Journal Vol. 10 is “decarbonized society.” It provides information on technical themes for the realization of carbon neutrality such as “optimization of the process of winding using the multi-axis winding cores of a lithium ion battery winding machine” and “the development of cylindrical solar cell manufacturing technology.” We hope that this will be of reference to you all in your activities.

The CKD Group will work together with customers towards the realization of a sustainable society. Please continue to provide us with your guidance and encouragement.

リチウムイオン電池用巻回機が多軸巻芯による巻回工程の最適化

Optimization of Winding Process by Multi-axis Mandrel of Lithium-ion Battery Winding Machines

八木 崇典 Takanori Yagi

近年、世界的な環境意識の高まりにより、二酸化炭素を排出しない電気自動車の普及が求められている。それに伴い、電池製造会社では車載用リチウムイオン電池の品質向上と生産性向上が大きな課題となっている。

当社が手掛けるリチウムイオン電池用巻回機では、巻きズレによる品質低下の抑制と生産性の向上を目的に、多軸巻芯による巻回工程の最適化を図っている。

本稿ではその技術を紹介する。

A rise in environmental awareness globally in recent years has led to demand for an increase in electric vehicles that do not emit carbon dioxide. Accordingly, increasing the quality and productivity of in-vehicle lithium-ion batteries has become a major challenge for battery manufacturers.

The lithium-ion battery winding machines manufactured by our company optimize the winding process through the use of a multi-axis mandrel in order to increase productivity and reduce quality losses due to winding misalignment.

This paper introduces the technology behind it.

1 はじめに

当社はリチウムイオン電池製造装置の一つである巻回機を製造・販売している。巻回機とは、シート状の正極材、負極材(以下、極板とする)、セパレータ材2枚の合計4枚を重ねて層状に巻き取る装置であり、その巻き取る部品を巻芯と呼ぶ(Fig.1)。

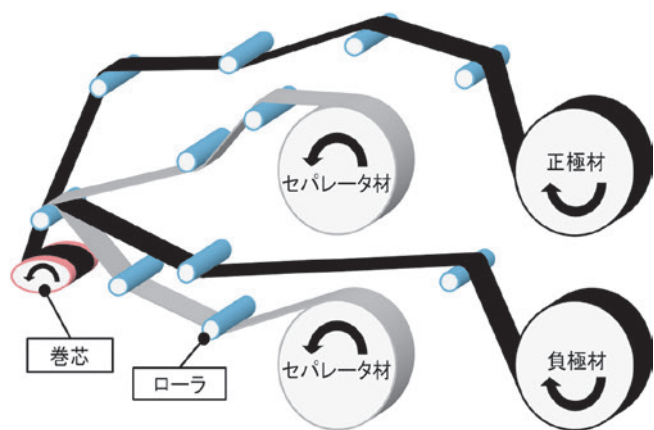


Fig. 1 巻回機イメージ

巻回機では、巻芯にて上記4枚を所定の長さで巻き取り、カットした後、終端がばらけないように巻止めテープを貼り付ける。こうして製作された製品を巻回体と呼ぶ(Fig.2)。

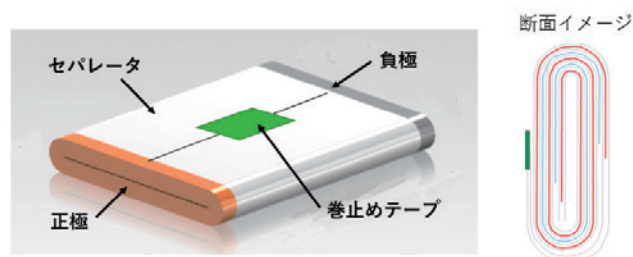


Fig. 2 巻回体の外観

2 巻回工程における課題

2-1 セパレータの巻きズレ

セパレータは数ミクロンの厚みしかなく、カットした先端・終端をフリー状態にすると、始端部を巻芯に供給する際、また終端部を巻き取る際に、幅方向に動き、巻きズレが起こりやすい。セパレータの巻きズレが起こると、電池を充放電した際に正極・負極間でショートが起こり、電池としては不良品となるため、0.1mm台での巻きズレ精度管理が行われている。

2-2 時間を要する3つの工程

巻回工程には、下記3つの工程が生産性に大きく起因する。

- ①巻回工程：材料の供給から、材料を巻き取り、カットするまでの工程
- ②終端処理工程：カットした材料を最後まで巻き取り、巻止めテープを貼り付ける工程

③取り出し工程：巻き取った巻回体を巻芯から取り出し、後工程へ受け渡す工程

生産性を向上させるためには、如何に各工程に掛かる時間を短くするかが課題である。

3 課題に対する解決策

当社の巻回機は多軸巻芯による工程の分割化と、セパレータの始端・終端をフリーにしない掴み替え構造により、この課題を解決している。その工程を以下に示す(Fig.3)。

- ①生産開始時、既に巻芯Aにセパレータのみが把持されている
- ②極板を供給し、巻き取りを開始する
- ③極板のみ所定の長さでカットする
- ④セパレータがつながったままターレットにより巻芯Aがポジション(以下Pos.)2へ移動する
- ⑤巻芯Bがセパレータをチャックした後、セパレータをカットする
- ⑥巻芯Bに極板を供給し、巻き取りを開始する
巻芯Aにてセパレータの終端をテンションチャックにて引っ張りながら巻き取る
- ⑦巻芯Bにて極板のみ所定の長さでカットする
巻芯Aにて巻止めテープを貼り付ける
- ⑧セパレータがつながったままターレットにより巻芯BがPos.2へ移動する
巻芯AがPos.3へ移動する
- ⑨巻芯B、Cが工程⑤～⑦を繰り返す
巻芯Aから巻回体を取り出し、後工程へ搬送する
- ⑩巻芯AがPos.1に戻り、以降この動作を繰り返す

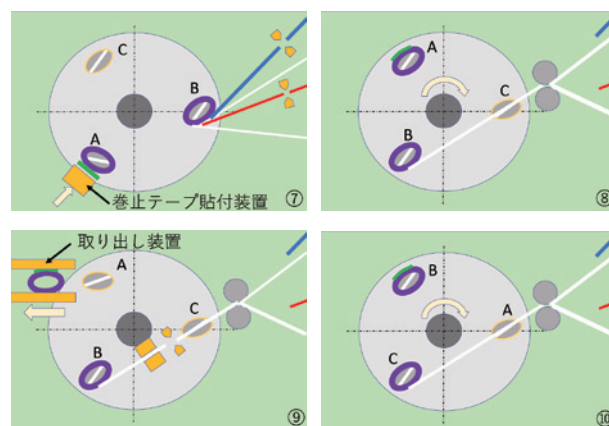
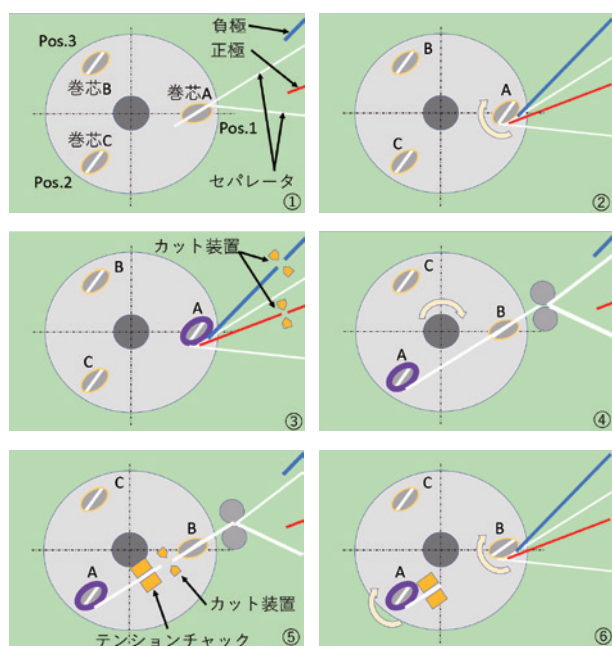


Fig. 3 工程イメージ

上記工程により、工程④・⑤にて巻芯Aと巻芯Bによるセパレータの掴み替えを行うことで、セパレータの始端がフリーにならず、巻きズレを防止する。また工程⑤・⑥にてカットしたセパレータの終端にテンションを掛けながら巻き取ることで、セパレータ終端の巻きズレや折れ・シワを防止する。

生産性においては、3ポジションに工程を分割することで、従来掛かっていた時間の1/3で生産可能となった。

4 おわりに

今回は、セパレータの巻きズレによる品質低下の抑制と生産性の向上についての技術を紹介した。当社は、この他にも数多くの技術により、巻回機の性能向上に努めている。今後も新たな技術に挑戦し、電池業界の発展を通して、持続可能な社会の実現に貢献していきたい。

※1 特開2013-161740巻回装置
特許権者：CKD株式会社

執筆者プロフィール



八木 崇典 Takanori Yagi
自動機械事業本部
Automatic Machinery Business Division



円筒形太陽電池の製造技術開発

Development of manufacturing technology for cylindrical solar cells

林 雅博 Masahiro Hayashi

野村 隆利 Takatoshi Nomura

地球温暖化の抑止のため、世界的にカーボンニュートラルに向けた取り組みとして再生可能エネルギーの導入を増やし、主力電源化が推進されている。日本は国土面積当たりの太陽光発電導入量は主要国で1位であるが、従来の平板型太陽電池を設置する適地が残されていない。設置場所制約の課題を克服する次世代型太陽電池の開発が不可欠であり、産学官による大規模な開発事業が進められている。円筒形太陽電池は軽量かつ垂直設置も可能な太陽電池であるため、設置の自由度が高く、これまで平板型では設置できなかった場所へ設置することが可能となる。本稿では次世代型太陽電池として有望な円筒形太陽電池の特長と円筒形太陽電池の基盤技術であるガラス封止技術について紹介する。

In order to curb global warming, the introduction of renewable energy is increasing and renewable energy is being promoted as a main power source as part of efforts to achieve carbon neutrality worldwide. Although Japan ranks first among major countries in terms of the amount of solar power generation it has installed per unit of land area, there is still no suitable land left for installing conventional flat-plate solar cells. It is essential to develop next-generation solar cells that overcome the issue of installation location constraints, and large-scale development projects are underway by industry, academia, and government. Since cylindrical solar cells are lightweight and can be installed vertically, they have a high degree of installation freedom and can be installed in locations where flat plate solar cells could not be installed in the past. This paper introduces the features of cylindrical solar cells, which are promising as next-generation solar cells, and the glass sealing technology that is the basic technology for cylindrical solar cells.

1 はじめに

地球温暖化は、現代社会における最も深刻な環境問題の一つとして、世界的な関心を集めている。気温の上昇、異常気象、海面上昇、生態系の変化など、その影響はますます顕著に現れており、人類と地球環境に対する深刻な脅威をもたらしている。

地球温暖化の主要因は、人間の活動による温室効果ガスの排出であり、化石燃料の燃焼、森林伐採、産業プロセスなどにより温室効果ガスが大気中に放出され地球温暖化を加速している。

地球温暖化の抑止のため、世界的なカーボンニュートラルに向けた取り組みとして、再生可能エネルギー比率を高め、再生可能エネルギーの主力電源化が推進されている。日本においては第6次エネルギー基本計画において2030年の再生可能エネルギー比率を36～38%に、その内訳として太陽光発電は再生可能エネルギーの中でも最大の14～16%を目指している。日本は国土面積当たりの太陽光発電導入量は主要国で1位であるが、従来の平板型太陽電池を設置する適地が残されていない。設置場所制約の課題を克服する次世代型太陽電池の開発が不可欠である。

2 背景

次世代型太陽電池として設置の自由度が高く軽量の太陽電池が求められている。CKDを含む産学官連携のプロジェクトにおいて、我々はガラス管内に発電シートを挿入したFig.1に示す円筒形太陽電池を提案し、その特長から従来の平板型太陽電池では設置しづらい場所への設置をターゲットとする新市場を目指して研究開発を進めている。これまで塗布型フレキシブル太陽電池が報告されているが、高額なバリアフィルムを必要としており、低コストで水分、酸素等の侵入を完全に遮断する封止ができないという課題があった。我々は円筒形状のガラス管封止技術を用いてこの問題点を解決した。今回新たな外部電極を開発し、円筒形太陽電池の信頼性をより高めた。



Fig. 1 円筒形太陽電池ユニット及びモジュール
(写真提供:株式会社フジコー)

3 円筒形太陽電池の構造

円筒形太陽電池はFig.2のようにガラス管内に発電シートを挿入し、ガラス管の両端に外部電極を気密溶着したものである。発電シートは将来的に高効率が期待されるペロブスカイト太陽電池を使用することを見据えており、封止性能が太陽電池の寿命に大きく影響することから、Heリークテストにおいて $10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ のリークレートでHeのリークが無いことを確認している。そのため、ペロブスカイト太陽電池の寿命に影響する酸素、水分を外気より完全遮断することが可能である。

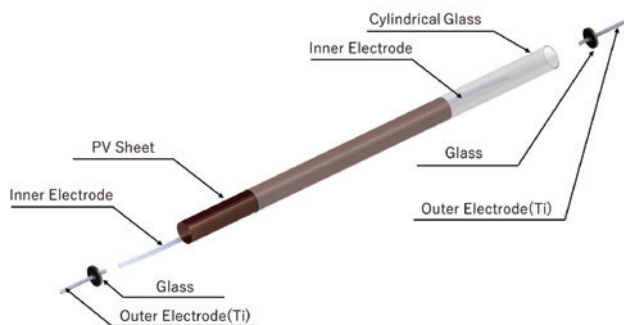


Fig. 2 円筒形太陽電池の構造

4 円筒形太陽電池の特長

円筒形太陽電池は平板型太陽電池と比較して以下の特長を持つ。

- ・一日の総発電量が多い
- ・光と風が通過（モジュールの場合）
- ・多方向からの受光
- ・高い耐久性（ガラス封止）
- ・軽量
- ・風の影響を受けにくい
- ・雪、埃が積もりにくい
- ・水平・垂直設置可能
- ・狭い場所でも縦型設置できる（壁面設置）
- ・運搬、メンテナンスが容易
- ・防眩性に優れる
- ・意匠性に優れた設計・設置に期待
- ・ガラス管は、飛散防止フィルムで保護

つまり、自然現象の影響を受けにくい「自然共存型太陽電池」といえる。Fig.3は円筒形太陽電池の受光イメージを示す。太陽からの直達光を高効率で長時間受光可能で、散乱光や反射光も円周に沿って多方向から受光できるため、投影面積当たりの一日の総発電量は平板型の1.5倍に達する。

変換効率7.5%のフレキシブルアモルファスシリコ

ン太陽電池を使用して、円筒形及び平面型の発電量の評価を実施した。Fig.4に水平設置、垂直設置した円筒形及び平板型の投影面積当たりの8時～18時の発電量を比較したグラフを示す。円筒形太陽電池は平板型と比較して朝方から夕方まで発電していることがわかる。

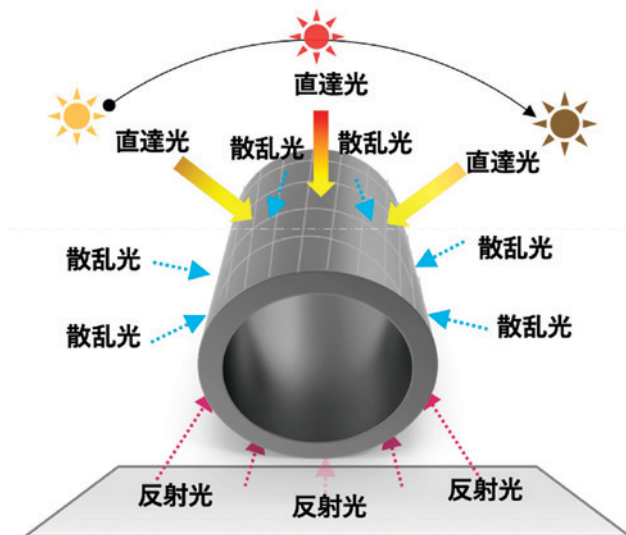


Fig. 3 円筒形太陽電池の受光イメージ（資料提供：電気通信大学）

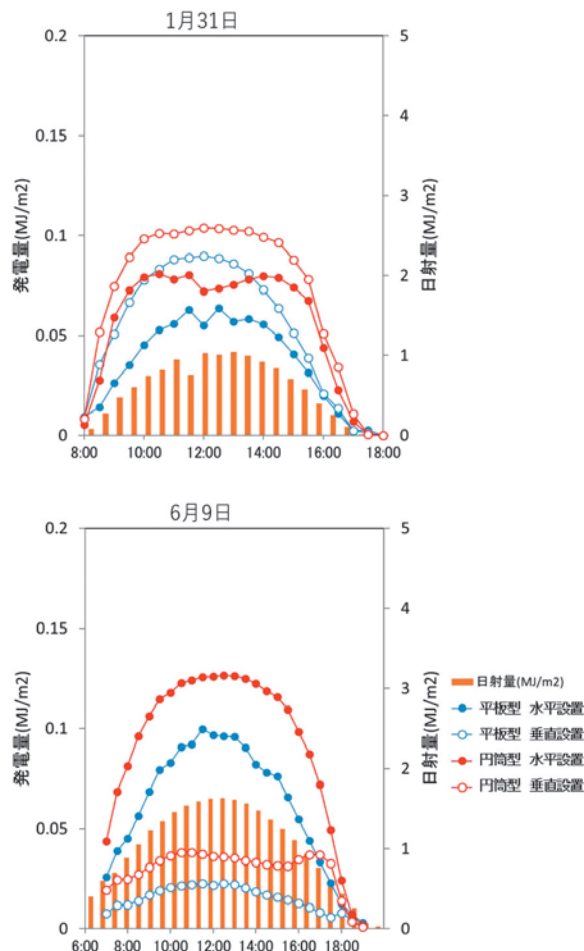


Fig. 4 時間別発電量の比較（資料提供：株式会社フジコー）

5 ガラス封止

5-1

ガラス管両端部には「ステム」と呼ばれる、フレア形状のガラスに金属パイプが気密溶着された外部電極が備わっている。このステムを円筒ガラス管両端に溶着し完全封止が可能となることにより外部からの酸素、水分の侵入を完全に防ぐことができる。

ステムはフレア状に加工されたガラス管と金属パイプを気密溶着することが要求される。当社のランプ製造装置のガラス加工技術を応用して、新たな封止技術を確立することができた。本稿ではこの新たな封止技術を確立した内容について記述する。

5-2

ペロブスカイト太陽電池を発電シートとする場合、ヨウ素が発電シートに含まれるため、ヨウ素に侵されない電極用金属としてチタンを選定した。チタンの線膨張係数は $8.4 \times 10^{-6}/K$ のため、対応するガラスとして、軟質ガラス(線膨張係数 $9.5 \times 10^{-6}/K$)が整合する。

これまでのランプの製造技術においては、軟質ガラスに対して、ジュメット線と呼ばれる鉄ニッケル合金線を芯材とした銅線(銅被覆鉄ニッケル合金線)をリード線とするガラスー金属封止の実績があるが、チタン線をリード線として封止するランプはCKDにおいては実績がなく、文献等を調査しても見つけられなかったため、手探りのスタートとなった。

5-3

外部機関によりチタンパイプを使用したステムを試作したところ、チタンパイプとガラス溶着部からのリークが確認された。その後加工条件を変えて調整したが、リークを無くすることができなかった。Fig.5に示すSEM観察の結果、チタンとガラスの界面に隙間があり、リークの原因となっていることがわかった。

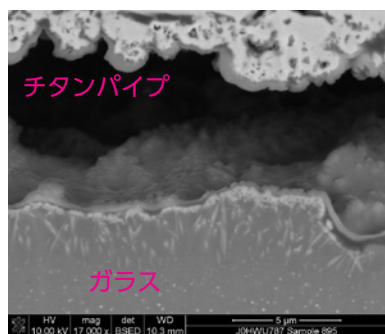


Fig.5 外部機関により試作したステム

5-4

当社においてステム製造装置を試作し、封止テストした結果を示す。ランプの封止で行ってきた条件を反

映したものではFig.6のように界面に多孔質層が形成された。この状態でもHeのリークが確認された。

封止の加工条件を調整したところ、Fig.7のような界面を持つリークのないサンプルを試作することができた。

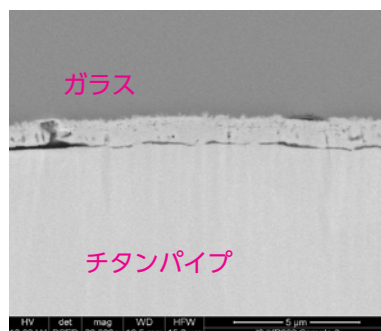


Fig.6 従来のランプ封止技術

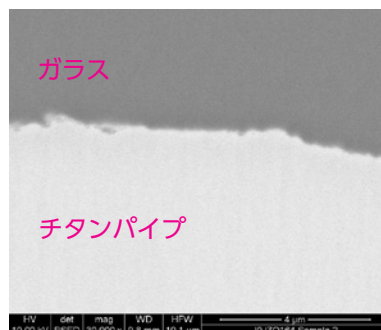


Fig.7 チタンに対応した封止技術

5-5

ステムとガラス管の気密溶着はランプ製造技術の応用で可能である。ガラス管の両端にステムを気密溶着させる工程は蛍光灯などのランプ製造工程と共通であるが、ランプと異なる点は、円筒形太陽電池の場合、ガラス管内部に発電シートが存在するため、ステムとガラス管を溶着する際の熱の影響を発電シートに及ぼさない工夫が必要である。ガラス溶着を行う加熱部から発電シート端部までの距離を多くとれば熱影響を少なくすることは可能である。しかし、ガラス管長に対する非発電部の比率が大きくなるため、発電能力が低下し製品としてマイナスポイントとなる。そこで、発電シートに熱を及ぼさないように断熱板をガラス加工部と発電シートの間に用意して発電シートに対する熱影響を最小限に抑えている。

6 封止部の構造と屋外テスト

フレア形状のガラスにチタンパイプを気密溶着させた外部電極であるステムを円筒ガラス管両端に溶着することで、完全封止が可能となり、外部からの酸素、水分の侵入を完全に防ぐことができるようになった。封止構造のイメージをFig.8に示す。

Fig.9では同仕様の太陽電池を用いて、ガラス管封止されたサンプルと、大気中に放置されたサンプルの変換効率の低下率を測定したものである。大気中に放置されたサンプルは18日間で初期性能から80%低下しているが、ガラス管封止のサンプルは57日後でも初期性能を維持している。

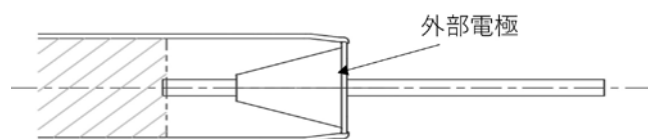


Fig. 8 封止部の構造

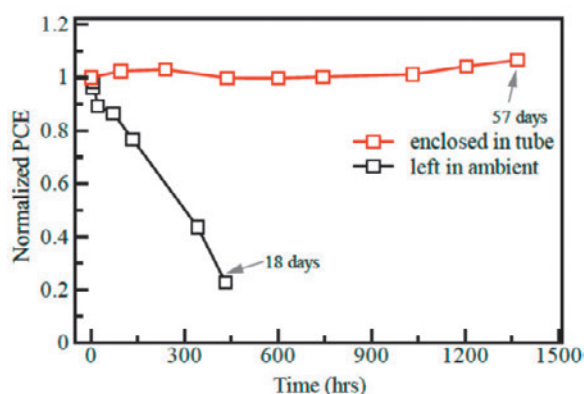


Fig. 9 封止耐久性テスト (情報提供: 株式会社フジコー)

7 製造装置

チタンパイプとガラスの気密溶着によりステムを製作し、製作したステムとガラス管の気密溶着を行う新しい封止技術と自動機械装置の同時開発で、安定した封止工程の実現を達成した。封止装置の外観写真をFig.10に示す。

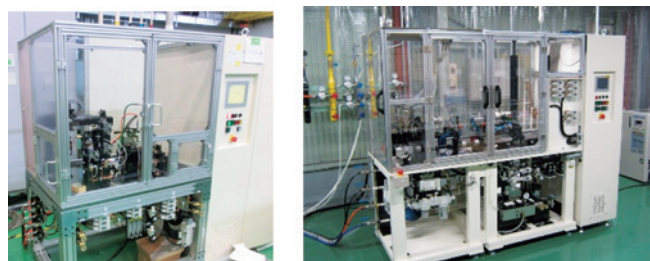


Fig. 10 封止装置

8 おわりに

ランプ製造技術等で使用される溶着技術ではガラスとチタンの接着性は良くなく、接触部に僅かな隙間が空いて、酸素・水分の侵入が発生してしまう。本稿の成果は、ガラス管両端部にステムと呼ばれるフレア形状

のガラス管にチタンパイプが気密溶着された外部電極を形成し、この外部電極を円筒ガラス管両端に溶着し完全封止が可能となることにより外部からの酸素、水分の侵入を完全に防ぐことができる封止技術を得たことである。また、円筒形太陽電池の実証実験を通じて実用化に大きく近づけることができた。

円筒形太陽電池の将来像として、Fig.11のようなルーバー状のビル壁面設置イメージ、Fig.12のような営農型太陽光発電(ソーラーシェアリング)が有力と考えている。共同研究先の電気通信大学が主体となり、東京都の「大学研究者による事業提案制度」において円筒形太陽電池による「都会型太陽電池による創電・蓄電の強化推進事業」を提案し、都民投票の結果1位通過で採択された。3年計画(2023年度～2025年度)で総予算4.9億円の大型プロジェクトであり、このプロジェクトを通じて円筒形太陽電池の実用化に向けた開発を加速させたいと考えている。



Fig. 11 ビル壁面設置イメージ※



Fig. 12 営農型太陽光発電実証試験
(写真提供: 株式会社フジコー)

※<https://townphoto.net/tokyo/roppongi3.html>から使用



林 雅博 Masahiro Hayashi
新規事業開発室
New Business Development Office



野村 隆利 Takatoshi Nomura
新規事業開発室
New Business Development Office



冷却水循環ポンプ搭載打抜型

Punching mold with cooling water circulation pump

八幡 裕樹 Yuki Yahata

当社で製造している食品向けブリスタ包装機は、衛生面での安全確保やロングライフ化に貢献してきた。近年では、機械の長寿命化開発を行い、環境負荷低減にも取り組んでいる。

当社の食品包装機では、容器フィルムを打ち抜く機構がある。そこで使用している打抜型の寿命が想定より短くなってしまうことが課題であった。

打抜型が生産中の温度変化の影響を受け、熱膨張することが原因の一つであった。熱膨張により打抜ダイ(下型)とパンチ(上型)のクリアランスが崩れる。それにより打ち抜き時の負荷が増加し、想定より短い寿命となることがわかってきた。

冷却水を循環させるポンプを搭載した打抜型を新たに開発し長寿命化に貢献した。今回はその事例を紹介する。

Our company's food product blister packaging machines help to ensure safety and long life from the perspective of hygiene. In recent years, we have been striving to develop products that reduce the impact on the environment as well by developing machines with longer lifespans.

Our food product packaging machine has a mechanism that punches out bottom film. However, there was a problem where the lifespan of the punching mold used in the process was shorter than expected.

One of the reasons for this was that the mold was affected by the changes in temperature during production, causing it to undergo thermal expansion. The thermal expansion caused a breakdown in the clearance between the punching die (lower mold) and punch (upper mold) of the punching mold, and we came to realize that this resulted in increased stress during punching and a shorter-than-anticipated lifespan for the punching mold.

We have helped to extend the lifespan of the punching mold by developing a new punching mold equipped with a pump for circulating cooling water, which we will introduce in this paper.

1 はじめに

ブリスタ包装機は、容器フィルムを加熱・ポケット成形・充填・蓋フィルムとの熱シール・所定形状の打ち抜きを行う機械である。

本稿では、上記打抜工程の打抜型長寿命化を実施した内容について紹介していく。

2 打抜型

当社の打抜型は、フィルムをストリッププレートで押さえながら、ダイ(下型)とパンチ(上型)でフィルムを打ち抜く方式となっている(Fig.1)。

フィルムの種類によっても異なるが、ダイとパンチのクリアランスは数 μm とシビアな精度調整が必要になる。

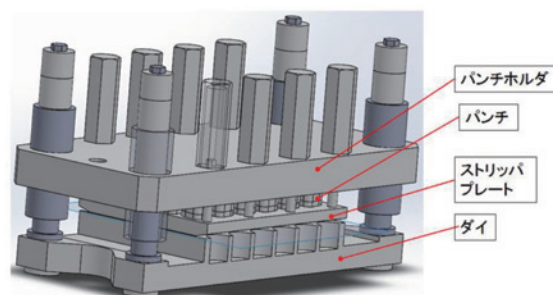


Fig.1 打抜型イメージ図

3 現状の課題

打抜型製作時は、数 μm 単位でのクリアランスの加工、検査を行いながら製作を行っている。

しかし、実機に打抜型を搭載するとフィルム加熱成形時の温度や内容物の温度がフィルム搬送を介して打抜型に伝わり、時間経過により打抜型が熱膨張する。それにより打抜型のダイとパンチのクリアランスが崩れてしまい、製品にバリが発生してしまう。クリアランスが崩れると打ち抜き時の負荷も増加し、打抜型の寿命が短くなってしまうことが課題であった。Fig.2に

特定の打抜形状のCAE解析の結果を示す。この場合、ダイとパンチの温度差がおよそ6℃以上あるとクリアランスに5μm以上の偏りが生じてしまうことがわかった。

これにより、ダイとパンチの温度差を最小限に抑えることが重要だと判明した。

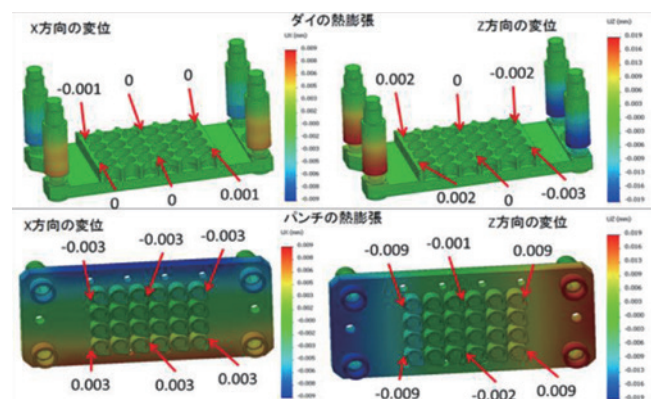


Fig.2 ダイの温度20℃ パンチホルダ26℃時のCAE 解析結果

打抜型を長期間使用していると充填物やフィルムのカスが堆積し刃の切れ味が悪くなってしまいます。これを防ぐために当社のプリスタ包装機は、製品打ち抜き前のフィルムに洗浄水を流す場合が多い。洗浄水はフィルム搬送時に打抜装置の前から打抜型まで搬送され、打ち抜き時に打抜型の刃を洗浄する役割を果たす(特許:6837119)。

また、打ち抜き時のフィルムの温度が上昇することにより、フィルムが伸びやすくなる。その結果、フィルムに「バリ」が発生しやすくなることから、打ち抜き前のフィルムに水を掛け、冷却させることにより「バリ」を抑制している(Fig.3)。

ただし、洗浄水による冷却効果が期待できるのはダイのみである。パンチには洗浄水が掛からないので時間経過で徐々に温度が上昇していく。これによってダイとパンチの温度差が大きくなることで熱膨張差が生じる。その結果、クリアランスが崩れ「バリ」の増大、負荷が増加することにより部品寿命の低下を招いてしまうことが次の課題となった。

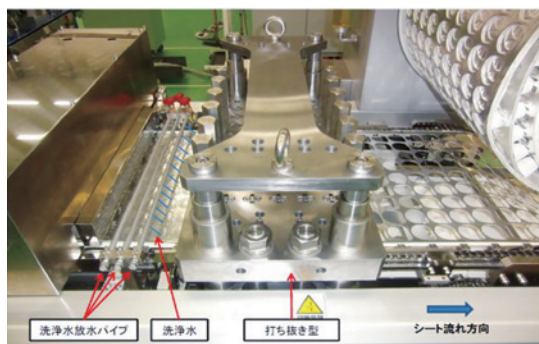


Fig.3 洗浄水の流れ

4 冷却水循環ポンプ搭載打抜型の効果

前述の熱膨張によるダイとパンチの温度差を軽減するために「冷却水循環ポンプ搭載打抜型」を発明した(Fig.4) (特許:6944984)。

本発明はプリスタ包装機の打抜型においてダイに掛けた洗浄水を有効活用している。ダイにかけた洗浄水を皿で受けて集め、ポンプで汲み上げてパンチホルダに流す。パンチをダイとほぼ等しい温度に冷却・維持することで温度差を無くし、熱膨張差を無くした。これによりクリアランスが維持され「バリ」を防ぎ、かつ打抜型の寿命を延ばすことができる。また、ポンプの駆動源としてストリッププレートの上下動作を利用することで、省エネにも貢献している。

冷却水循環ポンプ搭載打抜型使用時のパンチとダイの温度差をグラフに示す(Fig.5)。

グラフから、本発明を採用した打抜型は、稼働2時間30分の間で温度差1℃程度と安定していることがわかる。

容器フィルムの種類や、厚み、機械速度等いろいろな条件で効果は変わるが、寿命が約3倍に増えた事例もある。

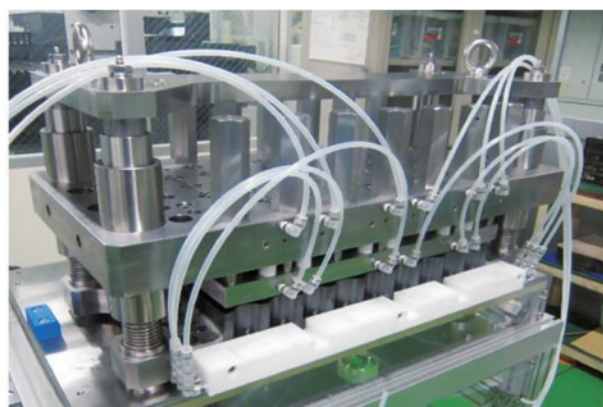


Fig.4 冷却水循環ポンプ搭載打抜型

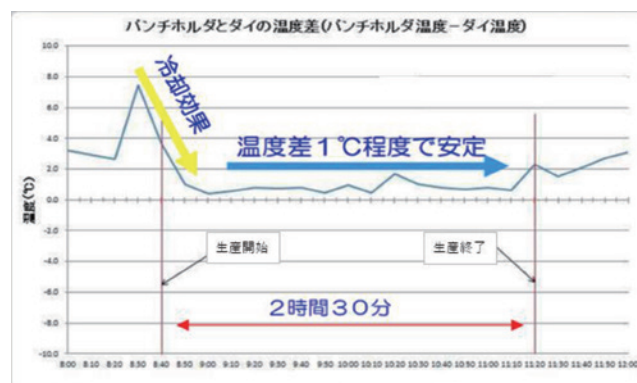


Fig.5 パンチホルダとダイの温度差(パンチホルダ温度-ダイ温度)

5 冷却水循環ポンプ搭載打抜型の仕組み

掛け流した水をダイからパンチホルダへポンプ方式で水を汲み上げて上下型の温度を一定に保つ(Fig.6)。

狙いとして、打抜動作をポンプ動力源に活用することで、温度差を無くす機能を安価に追加できる。

別途外部に冷却水循環装置を設置することで同じ冷却効果は期待できるが、高価な設備を追加することになる。また電源が必要になり、追加ランニングコストが発生する。この観点から本発明は「省エネ」にも貢献している。

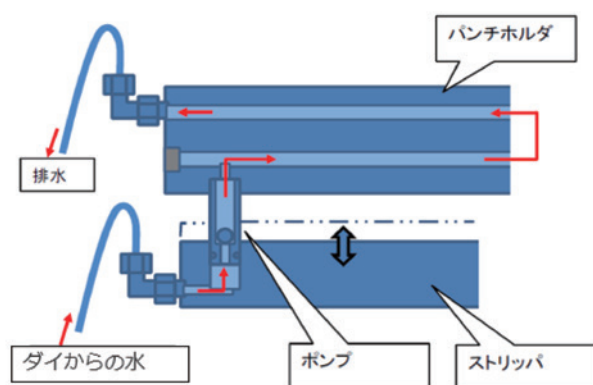


Fig.6 ポンプ冷却水流れ説明図

6 おわりに

当社のブリスタ包装機は包んだお客様の商品のロングライフ化だけでなく、機械そのもののロングライフ化も目指している。

本稿は打抜型に絞った紹介ではあるが、他の工程でも機械のロングライフ化を進めている。お客様に末永く使用していただく機械を目指すと共に、環境負荷低減に貢献し持続可能な社会の実現に向けて引き続き新しい発明を進めていく。

執筆者プロフィール



八幡 裕樹 Yuki Yahata
自動機械事業本部
Automatic Machinery Business Division

PTP包装機のトレーサビリティシステム

Traceability System of Blister Packaging Machines

今泉 汐理 Shiori Imaizumi 大谷 剛将 Takamasa Ohtani

近年、あらゆる業界で製品のトレーサビリティ確保のため、製造から流通、使用に至るまでの履歴を確認できるシステムが要求されている。当社のPTP包装機で製造されるPTPシートにおいても同様に、医薬品流通の効率化やお客様へ「安全・安心」を提供できるよう、シート一枚一枚を識別できるシステムを検討してきた。

このような背景の中、「物体指紋」と呼ばれる、製品の製造過程で表面上に自然発生する微細な紋様から個体の識別が可能な技術が発表された。現在、当社ではこの技術を活用し、高解像度カメラを用いたPTPシート外観検査装置「フラッシュパトリ」によるPTPシートの個体識別技術の構築に取り組んでいる。

本稿では、当社のPTP包装機のトレーサビリティシステムの取り組みについて紹介する。

In recent years, there has been growing demand in all industries for systems that can ensure product traceability by checking the history of products from manufacturing to distribution and use. Our company has also been studying systems for identifying every individual PTP sheet manufactured by our blister (PTP) packaging machines in order to increase the efficiency of pharmaceutical distribution and provide customers with safety and security.

It was in these circumstances that technology was announced that makes it possible to identify individual units from the minute patterns, known as the “fingerprint of things,” that naturally occur on the surface on products during the manufacturing process. Currently, we are using that technology to develop technology for identifying individual PTP sheets using FLASH PATRI, inspection machines for PTP sheets and tablets with high resolution cameras.

This paper explains our blister packaging machine traceability system initiative.

1 はじめに

近年、生産現場において、製造される製品一つひとつを識別し履歴を追跡できるようにする、トレーサビリティが重要視されている。個体レベルで加工や品質などの履歴をビッグデータとして蓄積・解析することで、品質管理や生産効率の向上、更にはリコール対策のエビデンスとして活用する動きが広がっている。

製造過程の製品のデータは、それぞれどの個体のものであるかを紐付けるために、個体の識別が必要となる。一般的な個体識別方法として、シリアル番号やバーコードなどのマーキングや、RFIDなどの識別タグの取り付けがある。当社PTP包装機で製造するPTPシートにもシリアル番号の刻印やアルミにバーコードの印刷がされている(Fig.1)。

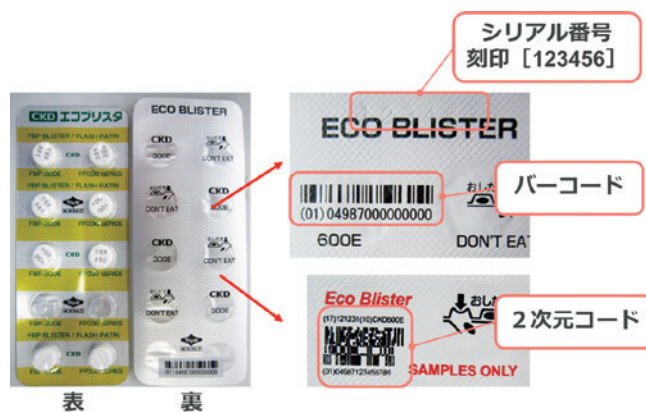


Fig. 1 PTPシートと裏面のマーキング

しかし、シリアル番号はロットの管理、バーコードは品種の管理と、1日に数十万枚製造されるPTPシートの個体識別はできていない。一般的な個体識別方法では、加工や工程の追加や、製品一つひとつにマーキングやタグ付けをするため膨大なコストの増加につながり、現実的ではない。また機械にマーキングやタグ付け装置を容易に搭載できないといった課題もある。

2 背景

2-1 製薬業界におけるトレーサビリティ

医薬品は生命や健康に直接関わるため、製品が安全に、一定の品質で製造されなければならない。そこで製薬業界では、GMP (Good Manufacturing Practice) と呼ばれる製造・品質管理基準が制定されており、GMPに準拠して製造することが義務付けられている。最終製品だけでなく、原料の入荷から製造、流通までの過程においても適切な管理が必要となる。こうした一連の過程の情報を追跡するために、トレーサビリティシステムがある。例えば製品に異物が混入してしまった際には、すぐに混入源を特定し、排除することができる。また製品の品質低下がみられた際にも、すぐに原因を特定し、品質を改善することができる。

そこで、当社ではPTP包装機のトレーサビリティ方法として、既設の検査機が全製品を撮影していることに着目し、PTPシートの個体識別を検討した。

2-2 フラッシュパトリ

製薬会社の高い要求品質に応えるため、当社ではPTP包装機と、その工程に合わせてカメラを搭載した独自のインライン検査システムであるフラッシュパトリを開発してきた (Fig.2)。

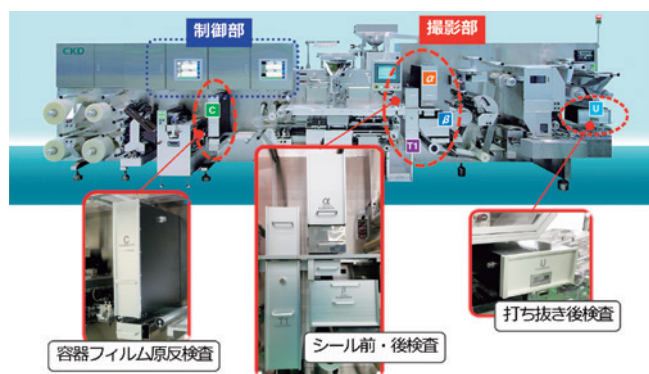


Fig. 2 PTP 包装機と検査ポジション

フラッシュパトリでは生産する全製品を撮影・検査し、不良と判定したシートは工程内で自動排出する。不良品を後工程に流さないという観点から、当社PTP包装機で生産されているお客様にとって、フラッシュパトリは必要不可欠な存在となっている。

最新の検査システム「FP630」では、錠剤やシート上の異物検査やアルミシールの状態など、様々な検査を高解像度カメラで実施している (Fig.3)。

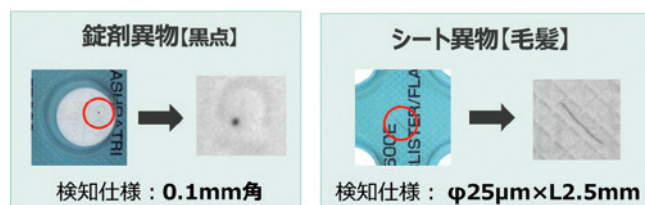


Fig. 3 フラッシュパトリの検知精度

2-3 トレーサビリティ実現への課題

このフラッシュパトリで撮影する製品を識別し、追跡可能にすることで、PTP包装機のトレーサビリティシステムが実現できる。ただし実現には以下の課題がある。

- ・生産している製品全ての検査画像を保存すること
- ・保存した数十万枚の画像の中から、特定の製品1枚を見つけるためには膨大な時間が掛かること
- ・追跡には誰でも簡単に製品を撮影し、保存済みデータと照合させる簡易的な装置が必要であること

これらの課題に対し、高精度に個体が識別できる「物体指紋」の技術を活用した。

3 システム概要

当社が取り組んでいるPTP包装機のトレーサビリティシステム概要について述べる。

3-1 画像管理サーバー

PTPシートは1日数十万枚生産されており、この全製品データを保存・管理するため、フラッシュパトリの画像処理装置とは別にサーバーシステムを設置した。このサーバーでは、全ての撮影画像や検査結果、後述の個体識別情報、更に生産時の温度や圧力などの機械の稼働状況を保存する (Fig.4)。

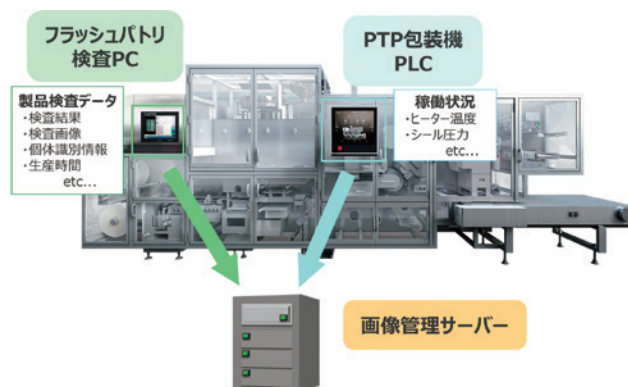


Fig. 4 画像管理サーバーのデータ保存例

3-2 個体識別機能

保存された数十万枚のデータから1枚を特定するには、高精度に識別する必要がある。製品の製造過程で

表面上に自然発生する微細な紋様「物体指紋」は、個体それぞれで異なることがわかっている。例えばPTPシートでは、個々でアルミの印刷やシール目が僅かに異なる(Fig.5)。



Fig. 5 PTPシートの物体指紋の一例

この微細な「物体指紋」を撮影するために、高精度で検査を行うフラッシュパトリが有効である。「物体指紋」の特徴点を明確に写すことができ、照合の精度を高めている。特徴点は「個体識別情報」としてサーバーに保存する。

3-3 製品の照合・特定

手元にある製品と保存した製品データを照らし合わせるため、インライン検査装置とは別に照合装置が必要である。照合装置の撮影では、フラッシュパトリ同様に「物体指紋」の特徴点を捉え、個体識別情報を獲得できる(Fig.6)。



Fig. 6 照合装置 構想図

獲得した情報と一致する、画像管理サーバーに保存された生産時の個体識別情報が、ウェブブラウザ上で自動検索される。製品の特定が完了すると、生産時の検査結果や画像、機械の稼働状況が確認できる(Fig.7)。

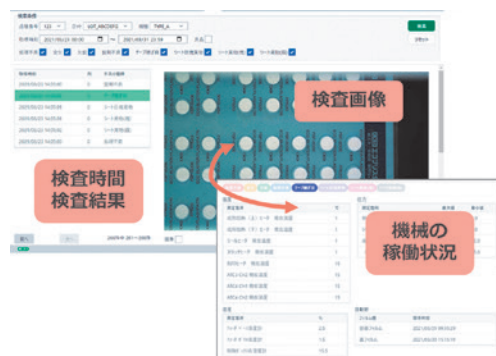


Fig. 7 ウェブブラウザ画面の一例

4 照合精度

PTP包装機で製造・検査したシート100枚のデータを登録し、照合装置で撮影した同シート100枚それぞれが正しく識別可能か検証した(Fig.8)。

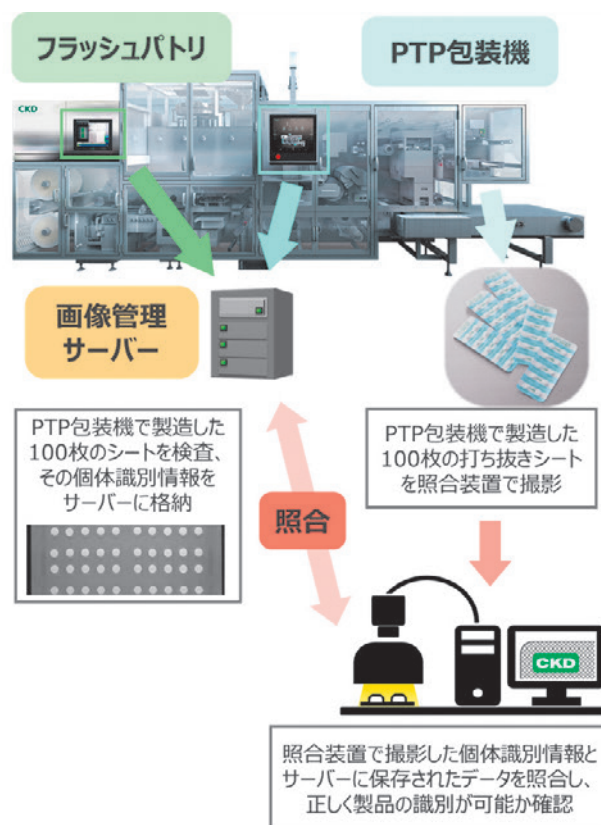


Fig. 8 検証方法

照合した結果、インラインで撮影したシートと照合装置で撮影した100枚は同一個体として認識できた(Fig.9)。

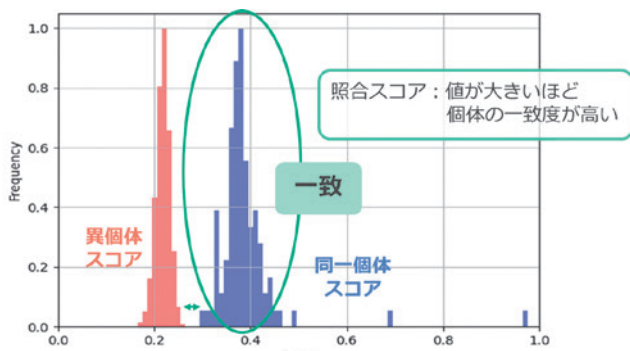


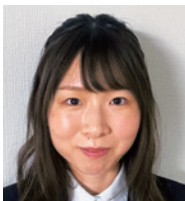
Fig. 9 照合結果

5 おわりに

本稿では、PTP包装機におけるトレーサビリティ実現の可能性を示した。

はじめに記載した通り、製薬業界さらには医療業界全体でトレーサビリティの要求が高まっており、厚生労働省では安全確保のために義務化も検討されている。当社では、今後もお客様の声を聴きながら、医薬品の「安全・安心」に寄与するシステムの実現を目指していく。

執筆者プロフィール



今泉 汐理 Shiori Imaizumi
自動機械事業本部
Automatic Machinery Business Division



大谷 剛将 Takamasa Ohtani
自動機械事業本部
Automatic Machinery Business Division



リモートI/O保護構造技術について

Ingress Protection Technology for Remote I/O

本田 祥 Sho Honda

リモートI/OはPLC等の制御装置と通信して、入出力を行う機器である。当社は、製造設備のIoT化や、労働力人口の減少を要因とした配線工数削減の要求に応えるため、リモートI/Oを開発した。工数削減のためには、リモートI/Oは設備内の各種アクチュエータやセンサの直近に設置されることが望ましい。そのため、様々な使用環境を考慮して、粉塵の侵入や噴流水あるいは一時的な水没からの浸水を防ぐ必要があった。開発したリモートI/Oは、高速内部通信、柔軟な電源供給、ユニットの自動認識が可能で、目的や点数に応じてユニットを自由に組み合わせて使用する。そのため、ユニット間には接続用の開口部があり、開口部を浸水から保護する堅牢さと同時に、組み立ての手軽さも求められた。

本稿では、リモートI/Oにおける保護構造(IP65/IP67)の設計と、課題及び解決方法について紹介する。

Remote I/O is a device that communicates with a control device such as PLC to perform input and output. CKD has developed remote I/O to meet the needs for implementing IoT in manufacturing equipment and the demands for reducing man-hours spent on wiring which has arisen due to the decline in the labor force. In order to reduce man-hours, it is desirable to install remote I/O close to actuators and sensors in the equipment. Therefore, considering the various types of components and working environments, it was necessary to prevent not only dust intrusion but also water intrusion due to water jets and temporary submersion. The remote I/O we developed is capable of high-speed internal communication, flexible power supply, and automatic unit recognition. Since the units are freely combined and used according to purpose and number of points, there are openings between the units for connection. For this reason, the units had to be robust enough to protect these openings from water intrusion, while at the same time be easy to assemble.

This paper presents the design, including its issues and solutions, of ingress protection (IP65/IP67) in remote I/O.

1 はじめに

当社が開発したリモートI/Oは、省配線や省スペースの要求を満たすため、デジタル・アナログの入力・出力など、個別の機能をもつユニットを、任意の種類、台数、位置で組み合わせることができる仕様になっている(Fig.1)。



Fig. 1 リモートI/O 外観

そのほか、耐環境性能として振動や使用温度、そして本稿の主題である保護構造を満たす必要があった。

他社の同種製品では、保護構造の実現方法として、

水の浸入が予見される部位へのモールドや、独自の強固な金具を使用したものが主であった。

しかし、当社のリモートI/Oでは、製造品質の安定や、ユーザー環境での品質担保、環境負荷低減を目的として、前に挙げたいずれとも異なる設計を目指した。

次項から、リモートI/O保護構造の設計における課題とその解決方法について紹介する。

2 設計の課題と解決方法

2-1 基本構造

組み立て品質を平準化し、保護構造を確実なものとするため、ユニットを構成する部品の接触面にはガスケットを、筐体前面のコネクタ部にはOリングを使用し、筐体前面のコネクタ部にはOリングを使用して止水する方針とした。また、各ユニットの連結部はOリングを長円形の開口部に沿わせて取り付けしている。

2本のタイロッドを、全体を貫く形で配置することで、開口部の防水性向上と、耐振動性を実現した(Fig.2)。

この構造は、当社で実績のある空気圧バルブの設計を参考にして、IP67を実現可能な設計に進化させた。

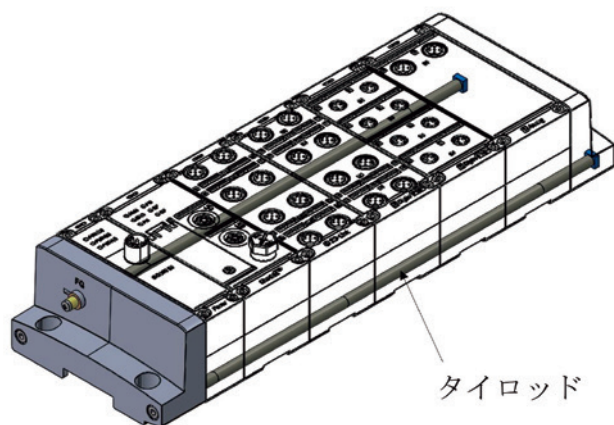


Fig. 2 連結構造

2-2 ガスケットの形状

ユニット上部と下部の浸水を防ぐためのガスケットは、断面を丸ではなくアルファベットのHのような形状とした。

上下対象のH型であるため、方向の付け間違いがなくなるほか、2重の接触面を持つため、接触面の平面度の影響を受けにくい。

組立工程では、ユニット上部と下部の組み付けが完了する時まで、ガスケットは正立状態を保つため、設計で期待したつぶし量を確保できる。

他の形状では、ねじれや倒れなどの懸念があり、今回の用途には適さなかった(Fig.3)。

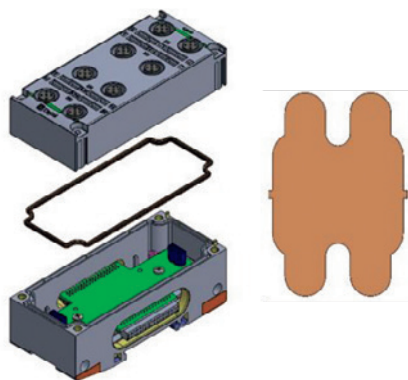


Fig. 3 H型ガスケット

2-3 レンズ周辺の浸水改善

各ユニットの筐体主材料はガラス入りのポリブチレンテレフタレート(PBT)だが、ユニットの状態などを示すLED光透過のため、一部を透明なポリカーボネート(PC)製のレンズとした。

インサート成型で、PBTとPCを成型したが、レンズ周辺で材料間に隙間ができ、浸水してしまう事象があった。

この事象が発生する試作品を複数準備し、CTスキャンや現物の切断等を実施して浸水経路を調査したところ、

浸水は筐体表面から裏面までの短い経路(PBTとPCの接触が少ない部分)を通っていることがわかった(Fig.4)。

対策として、レンズ側面にサンドブラスト処理を施した。これはPBTとPCの接触面を増やして浸水経路上のいずれかで止水することを目的としている(Fig.5)。

更に、ユニット上部断面図(Fig.6)のように、レンズ上にある成型上必要だった形状(Fig.6上側紫色凸部)を、金型の構造を工夫して取り除き、浸水経路(Fig.6水色線部)をふさいだ(Fig.6下側)。

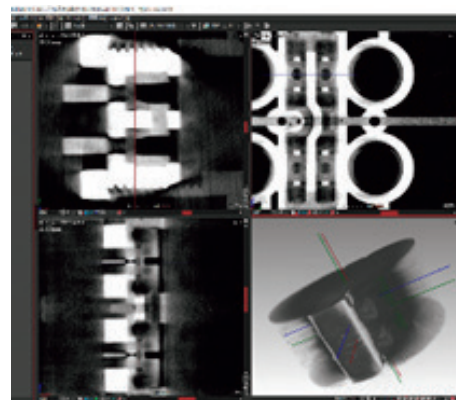


Fig. 4 CTスキャン画像

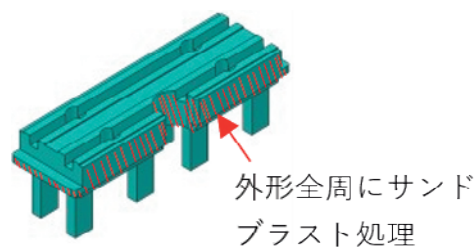


Fig. 5 レンズへのサンドブラスト

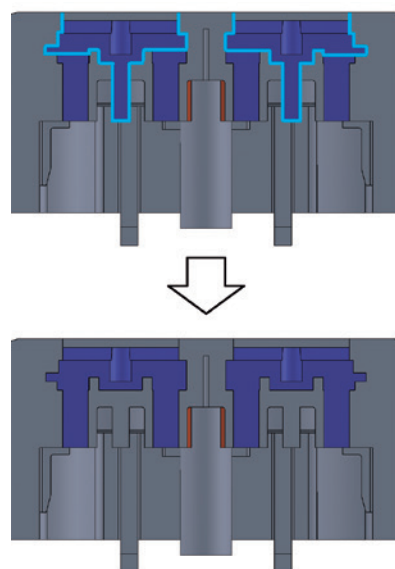


Fig. 6 レンズ形状の変更

2-4 異種材料(アルミとPBT)成型時の接着剤使用

子局ユニットの2つのコネクタ部には、耐ノイズ性能向上のため、金属性のコネクタリングを使用している。このリングは、アルミで作られ、ニッケルメッキで表面処理している(Fig.7)。



Fig. 7 コネクタリング

PBTとの接着性を向上させる目的で、このコネクタリングには綾目のローレット加工が施されているが、実際の成形品では十分な接着が実現できておらず、浸水しているものがあった。

そこでリモートI/Oでは、接着力のさらなる向上のため、コネクタリングに接着剤を塗布する方法を検討することになった。

まずは接着剤塗布の実力を確認するため、ハケなどでコネクタリングに接着剤を塗布した(Fig.8)。



Fig. 8 接着剤の塗布

実験の結果、十分な接着能力と防水性能を確保できることが確認できたが、人手による塗布では接着剤の塗りムラがあった。

そのため、製品の量産に向けてこの塗布工程の標準化、できばえの安定化に取り組んだ。接着剤の塗布方法、回数、乾燥時間、乾燥温度など、重要と考えられる複数のパラメータについて検証を行い、標準的な工程を設定した(Fig.9)。

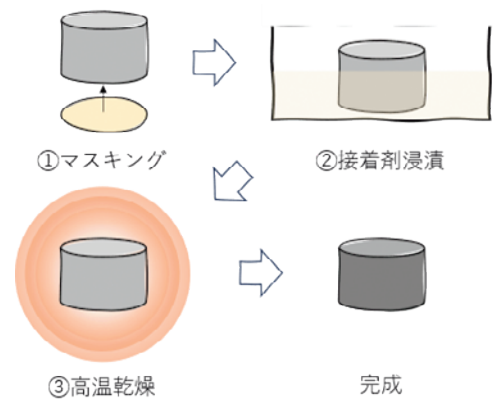


Fig. 9 塗布工程の標準化

量産における製造品質確保の観点から、ばらつきに対する検証を実施した。先に示した標準的な塗布工程において、作業者の習熟度などによってばらつきが発生することを考慮して、接着剤の乾燥時間と乾燥温度の許容範囲を設定した。

許容範囲は、接着剤メーカーの推奨範囲にとらわれず、品質が担保できる範囲を実際に試作、成形して決定した(Fig.10)。

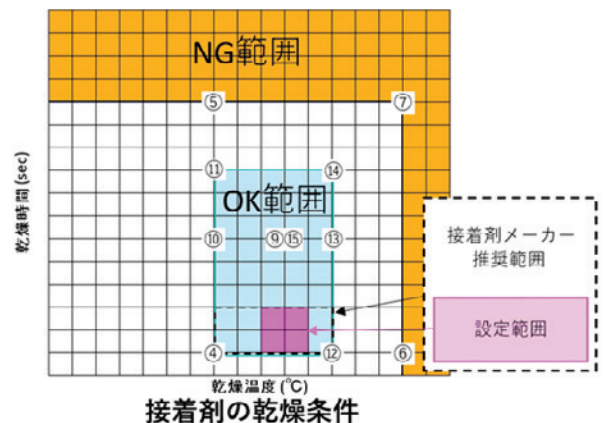


Fig. 10 塗布工程のばらつき想定

3 IP67 通常評価と代替評価

IP67は粉塵の侵入を完全に防止し、かつ、水深1mの水槽に30分水没しても、内部に水が浸入しないことが求められている。この項では、当社内で実施した水没に対する試験と評価について紹介する。

条件を満たす大型の水槽を購入し、試作毎に成型品を深さ1mの水中に沈め、水の浸入があるかどうかを確認した(Fig.11、Fig.12、Fig.13)。

浸入の有無は、携帯電話の内部等で使用されている、水没確認シールや、水濡れで透明に変化するインクを使用した(Fig.14)。



Fig. 11 評価用の水槽

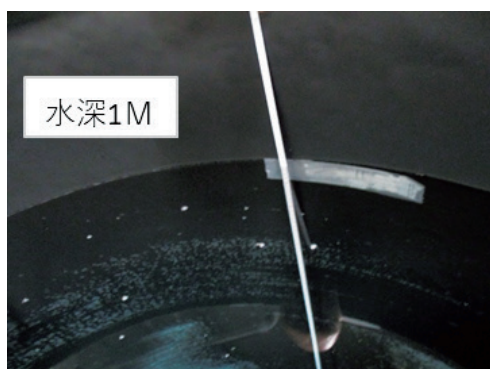


Fig. 12 水深1mの標示

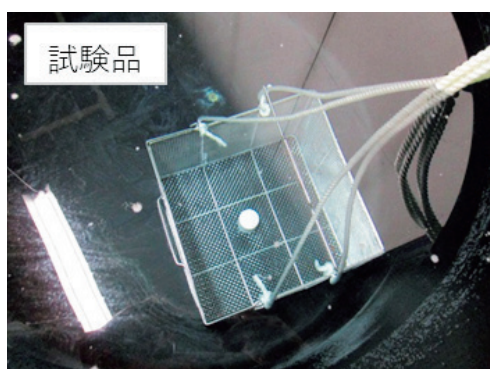


Fig. 13 試験品の水没試験

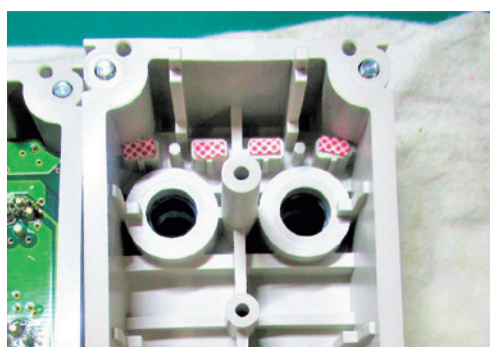


Fig. 14 浸入の確認

規格に沿った評価環境を準備したが、1回当たりの評価に30分掛かること、浸水の有無は確認できるが、浸水量を定量的に評価できないなどの課題があった。

これを解決するため、水槽を使用しない保護構造評価用の装置を準備した(Fig.15)。

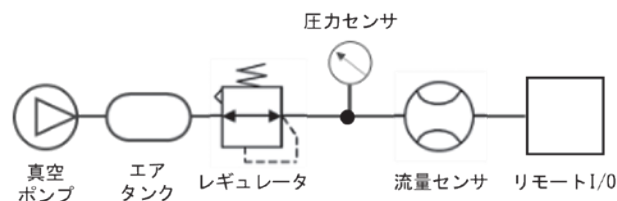


Fig. 15 評価用装置

この装置はリモートI/O内部に負圧をかけることで、水没相当の条件を再現する。エアの経路上に、圧力や流量を測定するセンサを付けることで、評価開始から数十秒でリークの有無を定量的に確認できる。圧力を変化させることで、規格値以上の水深相当でも試験可能となっている。

このような機器の気密性を測定するには、一般的にリークテストを用いるが、今回の製品は組み合わせによって容積が変動するため、市販品では適当なものがなかった。そのため、独自に流量で評価する環境を構築した。

この代替試験環境は、当社のリモートI/O向けに調整されたもので、あらかじめ複数のOK/NGサンプルを分析し、リークの有無、水の浸入、流量の関係をつかんでいたため、正確な閾値設定と評価が実現できている。

4 おわりに

構築した保護構造の評価用装置は、リモートI/Oの検査設備に展開した。この装置を生産初期段階から導入したことで、ユニットを取り付け状態でお客様に出货することができるようになり、ユニットを個別に出货した場合と比較して、高い品質を保ったまま提供できている。

本開発にて得られた設計ノウハウや製造・検査技術を活かし、今後も環境に配慮しつつ、お客様に満足いただける製品開発に取り組んでいく。

執筆者プロフィール



本田 祥 Sho Honda
機器事業本部
Components Business Division



高信頼性エアブースタの長寿命化技術

Technology for Extending the Service Life of High-Reliability Air Boosters

吉田 正成 Masashige Yoshida

2050年カーボンニュートラル達成を目指し、省エネへの取り組みが世界的に加速している。製造工場に目を向けると、例えばコンプレッサの電力が使用電力に占める割合は非常に大きく、コンプレッサの吐出圧力を0.1MPa下げれば、使用電力を5%~10%削減することができると言われ、多くの工場での省エネ改善項目となっている^{*1)}。低圧化に際し、エア機器の能力が不足する場合、局所増圧機を接続することで圧力を補う場合があり、電源不要で駆動するエアブースタが採用されることが多い。しかし従来のエアブースタの場合、その特性上、メンテナンスや異常停止のケアなど工数が発生する場合があります、小形で信頼性の高いエアブースタが求められていた。本稿ではこのような要求に応えるために開発した小形エアブースタABP2のコア技術を紹介する。

Aiming to achieve carbon neutrality by 2050, efforts to save energy are accelerating worldwide. For example, if we look at manufacturing plants, compressor power accounts for a very large proportion of the power used, and since it is said that lowering the compressor discharge pressure by 0.1 MPa can reduce power consumption by 5% to 10%, many plants have made this an energy saving improvement item (ECCJ, Energy Conservation Guidebook for Factories). In lowering the pressure, if the capacity of the air equipment is insufficient, a local pressure booster may be connected to supplement the pressure, and air boosters that do not require a power source are often employed. However, conventional air boosters, due to their characteristics, sometimes require man-hours for maintenance and taking care of abnormal stoppages, so there was a need for a compact and highly reliable air booster. This paper introduces the core technology of ABP2, a compact air booster developed to meet this need.

1 はじめに

本稿におけるエアブースタとは電源不要で圧縮空気を駆動源にして、INポートからの一次圧力(以下、IN側とする)を最大2倍に増圧し、OUTポート側(以下、OUT側とする)へ出力することができるエア機器を指す。Fig.1のようにコンプレッサとエア機器の間に圧力によるエア機器の能力不足を補う目的で設置する。

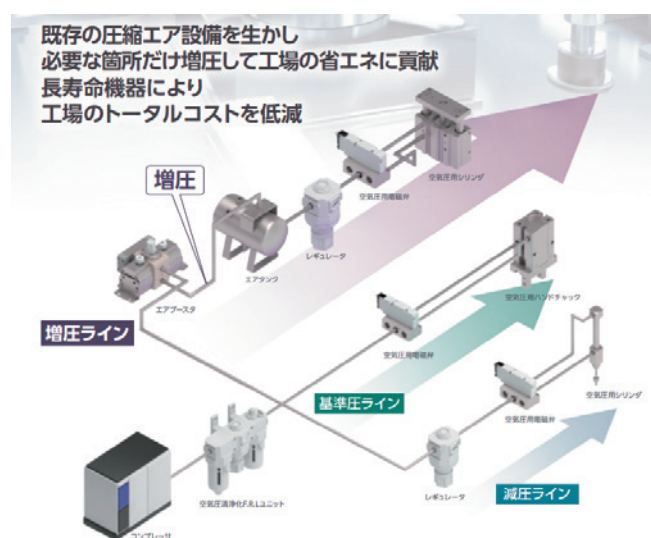


Fig. 1 エアブースタ導入例

本製品の作動原理を簡単に述べる。Fig.2のIN側から流入したエアは、本体内部のIN側チェック弁を通り昇圧室A、Bに流入する。同時にレギュレータ部、切換バルブ部を通して駆動室Aにも流入する。ピストンロッドを介してつながった二つのシリンダピストン(以下、ピストンとする)において、昇圧室A、Bのピストンを押す力は釣り合うが、駆動室Aがピストンを押す力で左に動く。この時昇圧室Aは圧縮されて圧力が高くなりOUT側へ供給される。ピストンがエンド端まで移動すると切換スイッチが押され、流路が切り換わり、IN側のエアが駆動室Bに供給されることで、ピストンが反対方向へ移動し昇圧室Bが圧縮される。以上の動作を昇圧室とOUT側の圧力が釣り合うまで繰り返し行うことで、増圧エアを得ることができる。

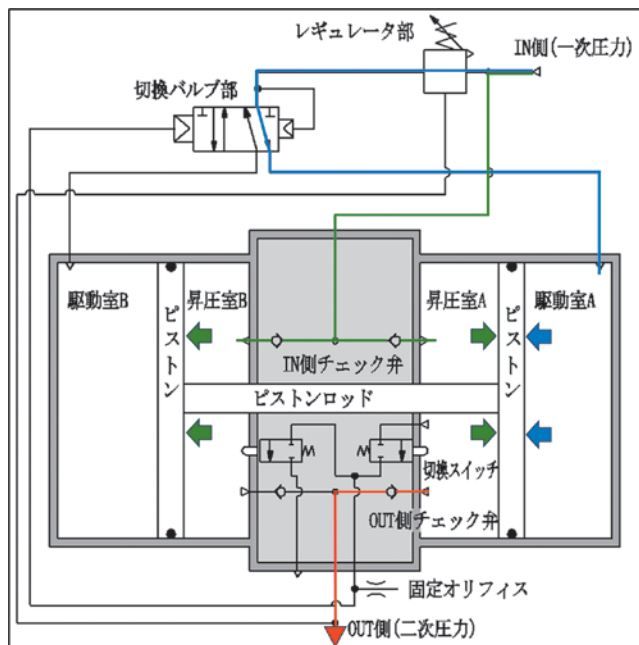


Fig. 2 エアブースタの内部エア回路図

2 コア技術

2-1 長寿命化

エアブースタは主にシリンダ部と切換バルブ部、レギュレータ部の3つのユニットで構成されている。

シリンダ部においてはパッキンの材質を従来のニトリルゴムNBRから、特殊配合による自己潤滑性の高いパッキンに変更し、更にその締め代を適切に管理することで長寿命化を図った。またグリースも粘度を変更し潤滑部に介在しやすいグリースを採用することでエアブースタ特有の高頻度下でもグリース切れを起こしにくいよう設計した(Fig.3)。切換バルブ部には長寿命を特徴とする当社4Gシリーズのマスターバルブを採用することで従来比2倍以上の長寿命を達成した。

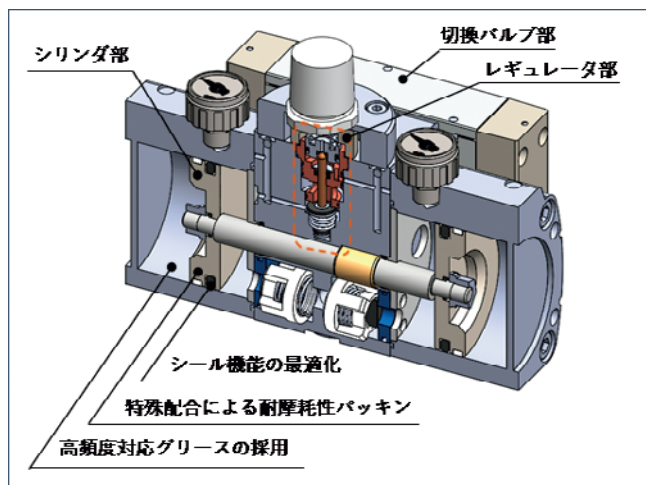


Fig. 3 長寿命のコア技術

Fig.4右上はダイヤフラム式をベースとする従来品のレギュレータ部の内部構造である。この方式は軸受部にクリアランスを持たせ、ディスクシールにバルブシステムが働くことでシール性を高めている。しかしエアブースタ特有の使用法として、特にエアブースタにタンクを介さずにエア機器を直接つなぐ場合、OUT側の圧力変動が大きいためステムの作動ストロークが大きく、かつ高頻度で作動する。そのためディスクシールに働くために傾いたバルブシステムが軸受部に片当たりすることで偏摩耗が発生し早期破損の原因となる場合がある。ABP2ではレギュレータピストン式を採用し、クリアランスを抑えたメタル軸受けでバルブシステムを支持することで、バルブシステムの傾きを抑制し、摩耗を減らすことで長寿命化を達成した(Fig.4右下)。

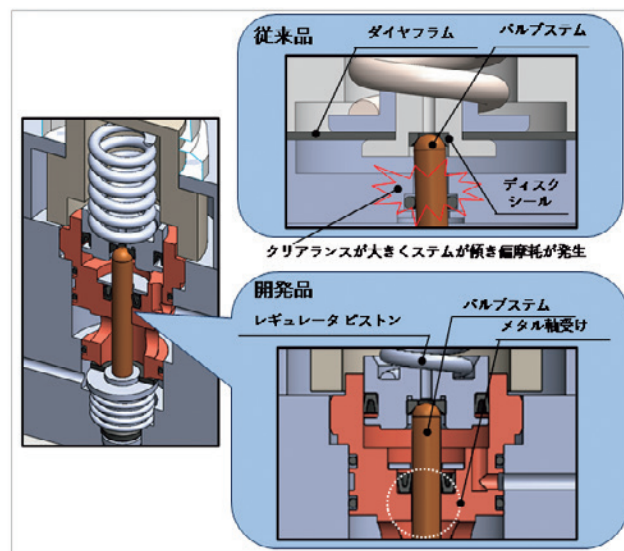


Fig. 4 レギュレータ部の内部構造図

2-2 異常停止レスによる信頼性の向上

エアブースタは電源不要で駆動するため、全ては圧縮エアのバランスで成り立っている。特に切換バルブ部は、Fig.5の大小いずれかのバルブピストンがスプールを押すことで流路を切り換えるが、バルブピストンの力が等しくなった場合にスプールがバルブ本体の中央で停止する可能性がある。その場合はIN側のエアが駆動室A、Bいずれにも流入することができず異常停止となる(Fig.5上段)。ひとたび停止するとIN側、OUT側の圧力を抜いて再度圧力を入れるなど、直接ケアをするしか復帰させる手段がなく、製造ラインのストップに直結する。

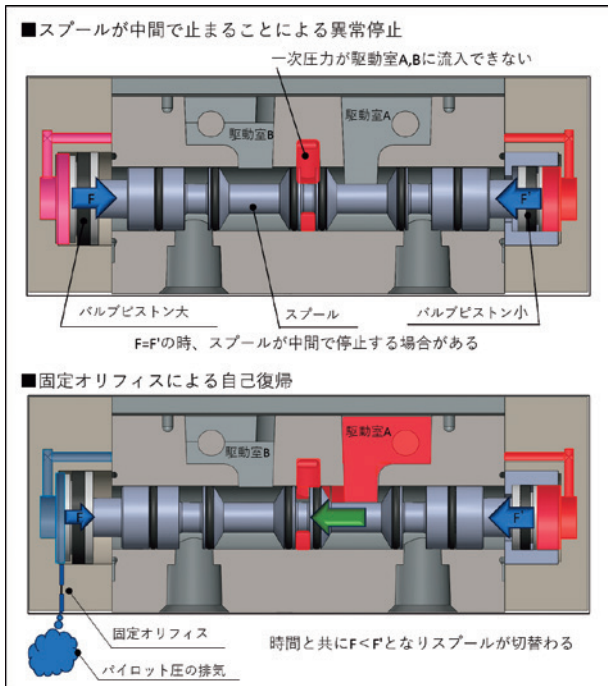


Fig. 5 切換バルブの異常停止と自己復帰

これを回避するために、Fig.2におけるエアブースタの内部エア回路上に非常に微細な孔を持つ固定オリフィスを配置した。これにより左右のバルブピストンの力が同一となり、バルブ本体の中央でスプールが停止した場合でも、時間と共にバルブピストン大側のエアが固定オリフィスを通り大気に放出されることで圧力が下がり、相対的にバルブピストン小の力が勝ることによってスプールが作動し自己復帰することができる (Fig.5下段)。これにより異常停止レスで装置の安定稼働に寄与する、信頼性の高い機器とすることができた。

3 検証結果

3-1 耐久試験結果

Fig.6に従来品と開発品の耐久試験結果の比較を示す。従来品は1,200万回にて異常が起き製品寿命に達したのに対し、開発品は3倍以上の4,000万回稼働しても問題を起すことなく安定稼働できることがわかった。

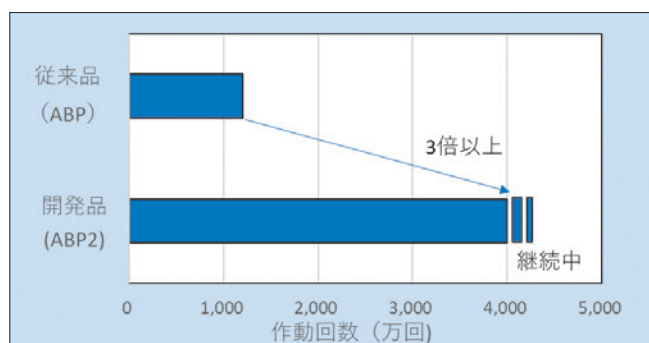


Fig. 6 耐久試験結果

3-2 作動音の低減と充填速度

エアブースタは増圧エアをOUT側へ出力する速度 (充填速度) も重要な製品性能の一つであり、速いほどよい。そのためスピードコントローラなどでピストンの速度を制限していない。そのために一連の増圧過程において、ピストンや切換バルブピストンの衝突音、排気音など様々な作動音が発生する。従来品では最大80dBもの作動音が発生する場合があった。これは地下鉄や航空機の機内の騒音に匹敵するため^{*2)}、製造環境の悪化を招く場合がある。そこで最も大きな作動音がバルブピストンの外壁への衝突音であることを突き止め、Fig.7のようにバルブピストンが内壁のボディに衝突する構造に変更することで、従来比12dBの作動音低減を達成した (Fig.8)。

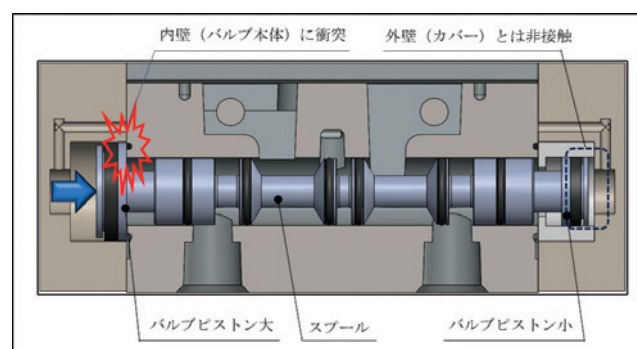


Fig. 7 切換バルブの内部構造

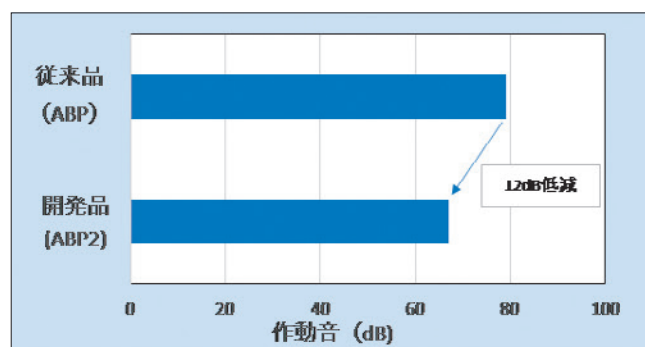


Fig. 8 作動音低減

4 おわりに

メンテナンスを減らし、高い生産性を実現することは、カーボンニュートラルを実現するための一手段であると考え、当社は本稿で紹介したエアブースタを含む、長寿命などの特長により、止まらない「高い生産性に貢献」するHPシリーズ (High Productivity Series) 機器をラインアップしている。さらなる小形化や長寿命化など、シリーズを進化させることで引き続き産業の発展に貢献したいと考えている。

*1) 「工場の省エネルギーガイドブック」省エネルギーセンター

*2) 「生活騒音パンフレット」環境省

執筆者プロフィール



吉田 正成 Masashige Yoshida
機器事業本部
Components Business Division



防水形省電力アクチュエータの耐環境、省電力技術

Environmental-Resistance and Power-Saving Technologies in Waterproof Power-Saving Actuators

米田 充孝 Mitsutaka Yoneda

近年の労働力人口の減少に伴い、FA機器は、長寿命、かつメンテナンスが容易であることが求められてきている。また、様々な使用環境で使えるよう耐環境性能と、エネルギーコストを低減するための省電力化も重要である。これら市場動向に合致する製品として、当社で開発した空気圧バルブ「TVGシリーズ」の設計手法について紹介する。

As a consequence of the recent decline in the labor force, the need for FA equipment to have a long service life and be easy to maintain is increasing. It is also important for it to have environmental resistance so that it can be used in a variety of environments and to save power to reduce energy costs. This paper presents the design technique applied to the TVG Series pneumatic valve CKD has developed as a product that meets these market trends.

1 はじめに

空気圧バルブの使用環境は、食品加工、医療、化学プラントなどの業界において、機器が水や湿気にさらされたり、頻繁に洗浄されたりすることがある。また、保管及び輸送時に高温多湿の環境になる場合もある。IP67規格を有した空気圧バルブは、塵や一時的な水没に対する耐性を持ち、厳しい環境条件においても性能を発揮し、機器の信頼性と寿命が向上する。このように、防水性能を有したバルブは、設置とメンテナンス性で、様々な産業における耐環境性の要求に対応した空気圧バルブである。

2 IP67 規格への対応

IPコードは、電子機器などの防塵と防水に関する程度を示す等級文字で、IP67規格は、防塵かつ、一定の水圧で一定時間(30分間)水中に浸けても有害な影響がないことを示している。

Fig.1のようなパイロット式空気圧バルブのIP67規格対応の開発において、ソレノイド部の耐水性への対応が最大の課題である。従来は、Fig.2に示すように、磁路面積を最大にするため、磁気フレームを外部に露出させている。しかし、長時間水分にさらされることで腐食が発生するため、コイルを樹脂でモールドするよう、構造を見直す必要がある。

ソレノイド部(アクチュエータ)

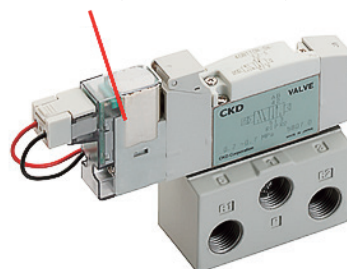


Fig. 1 従来品パイロット式空気圧バルブ

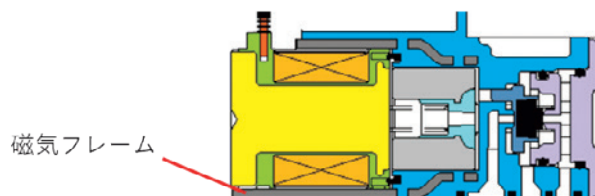


Fig. 2 従来品アクチュエータの内部構造

2-1 樹脂モールド構造

モールドする樹脂材は、適切に選定しないと、Fig.3のように成形圧で巻線部に樹脂が流入してしまい、断線に至る場合がある。従来は、巻線と磁気フレーム内に他材料を注入して保護する方法や、熱硬化性樹脂のエポキシ成形の実績があるが、硬化するまでに時間が掛かり、成形サイクルが長くなるため、生産性に課題がある。今回、Fig.4に示すように新規樹脂材によるモールド成形の開発に取り組んだ。

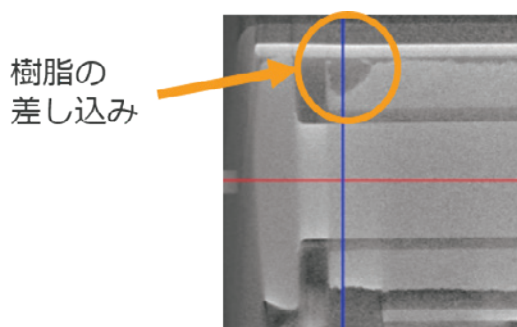


Fig. 3 樹脂の流入 (X線画像)

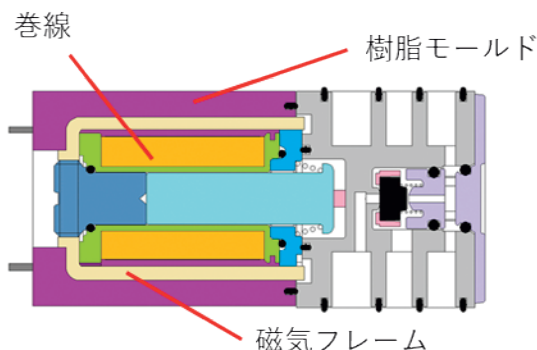


Fig. 4 開発品アクチュエータの内部構造図

2-2 材料選定と成形条件

コイルの発熱に耐えるため、線材は耐熱性の良い銅線を選定した。また、コイル部は、巻線に成形圧が均一に掛かるよう均肉設計とした。設計段階から、流動解析を実施(Fig.5)して、巻線に負荷が掛からない、最適なゲート位置、成形条件を模索した(Fig.6)。

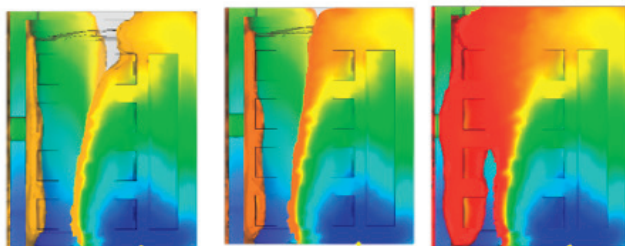


Fig. 5 流動解析結果

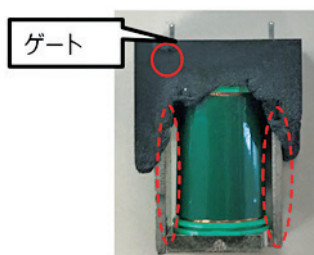


Fig. 6 ショートモールド試作

2-3 金型構造の検討

成形時に磁気フレームに負荷が掛かり、溶接破断等の不具合を起こさないよう、Fig.7に示すように、溶接部に負荷が掛からない金型構造とした。

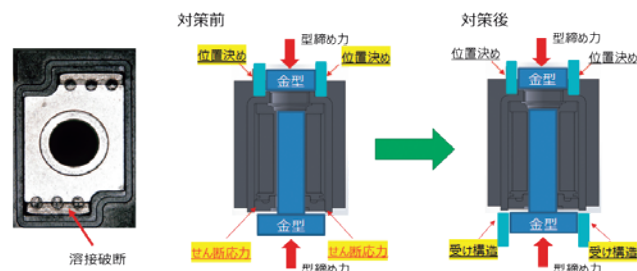


Fig. 7 金型構造見直し

成形条件の最適化、金型構造の見直しを実施することで、成形時の断線がなくなり(Fig.8)、IP67規格対応のモールド成形技術が確立できた(Fig.9)。しかし、巻線は、磁気フレームの外側にモールド樹脂を有するため、ソレノイドは現行品に対し、より小型化、省電力化に対応する必要があった。次項にその設計手法を述べる。

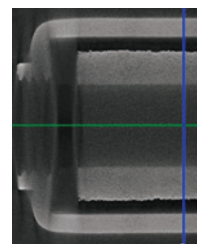
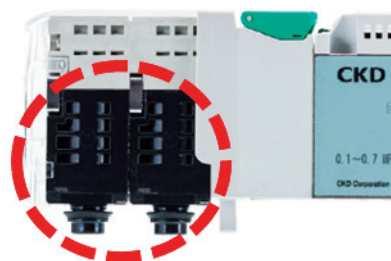


Fig. 8 対策品 (X線画像)



樹脂モールド

Fig. 9 製品外観

3 小型化、省電力化への取り組み

3-1 アクチュエータ開発の課題

ソレノイドバルブの小型化、省電力化は、可動鉄心の駆動に必要な吸引力を低い電流で発生することで実現できるが、与えられた制約や目標とする仕様のもとで磁気回路の性能を限界まで引き出す、最適化が必要となる。しかし、従来の設計は、電磁現象に精通した技

術者が経験則に基づき、カット＆トライで設計していたため、効率や質に課題があった。

具体的には、Fig.10に示す方法で、Fig.11のようなCAEの解析モデルを作成し、条件の設定、解析、結果の検証からフィードバックし、再びモデルの作成という流れを繰り返し、時間をかければ最適解にたどり着ける場合もあるが、膨大な工数や技術者の力量に依存していた。

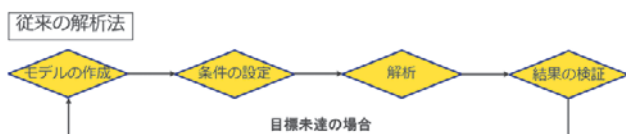


Fig. 10 従来の解析の流れ

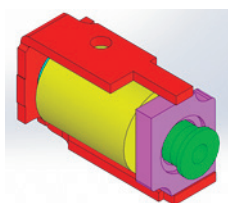


Fig. 11 解析モデル

3-2 遺伝的アルゴリズム法を導入した磁場解析

遺伝的アルゴリズムとは、生物が環境に適応しながら進化していく過程を工学的に模倣した最適化手法である。Fig.12に示すように設定した条件の中からサンプルがランダム抽出され、親個体の優秀な傾向を引き継いだ子が生成される。そして設定した目標値に近づくような個体で満たされる。一定の間隔でまたランダム抽出されたサンプルと融合することで突然変異を引き起こし、局所的な収束を回避しながら計算を行っていくアルゴリズムである。

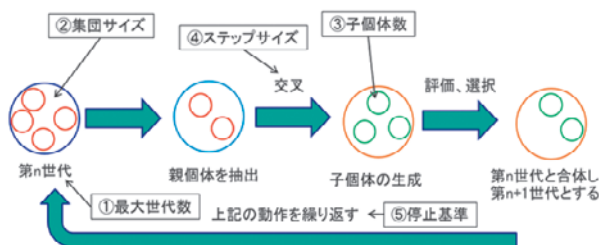


Fig. 12 遺伝的アルゴリズムの流れ

磁気回路を最適化するために、Fig.13に示すように磁気フレームや可動鉄心、固定鉄心等の磁路面積についてパラメータを設定し、遺伝的アルゴリズムを用いたシミュレーションを実施した。

この結果、Fig.14に示すように、磁路面積についてある寸法におけるパラメータの変化が、起磁力に寄与していることがわかった。

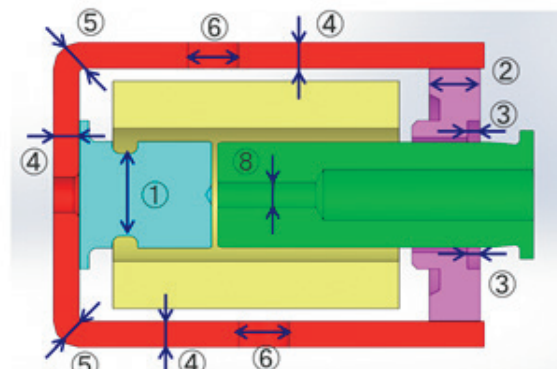


Fig. 13 アクチュエータ断面図

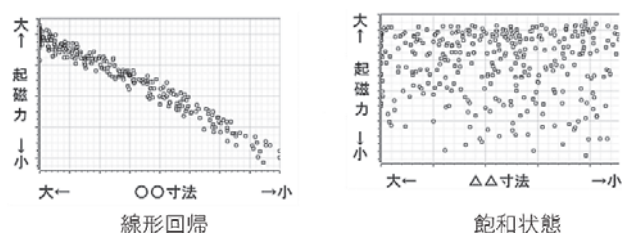


Fig. 14 磁路面積と起磁力

3-3 起磁力の最適化

次に、巻線の条件によって変化する起磁力と、磁路面積について最適化している。ソレノイドバルブの外形寸法を維持したまま巻数を変化させるために、固定鉄心と可動鉄心、磁気フレームの寸法と巻線容積をリンクさせる必要がある。

Fig.15に示す通り磁路面積を小さくすると、起磁力は小さくなるが、巻線容積が大きくなることで巻数が増え、起磁力が大きくなる。磁路面積と巻数はトレードオフの関係にあり、係数 x を用いてパラメータがリンクして変化するように設定し最適化解析を行った。その結果、Fig.16に示す通りトレードオフの関係であっても最適解を得ることができた。

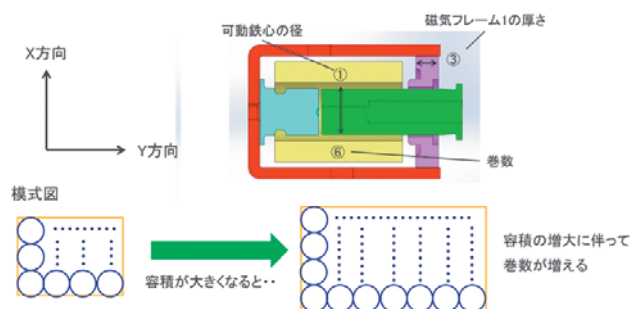


Fig. 15 アクチュエータ断面図

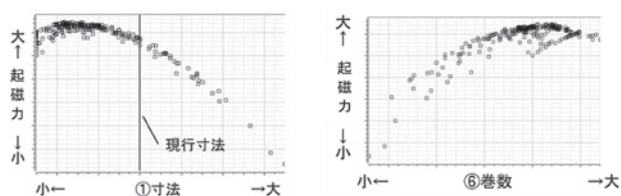


Fig. 16 磁路面積と起磁力

最終的に、Fig.17に示すように遺伝的アルゴリズムを用いた最適解は、現行品と比較して起磁力が82.4%向上し、目標とする起磁力を満足することができた。

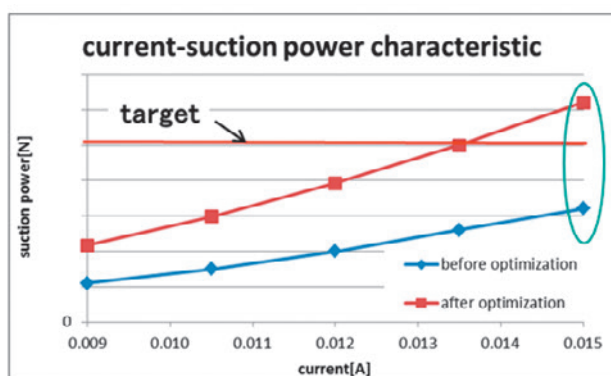


Fig. 17 吸引力特性

4 おわりに

今回、耐環境性と省電力性能を有した空気圧バルブの設計手法を紹介した。本稿で紹介した技術は、当社のプラグイン方式バルブ「TVGシリーズ」のアクチュエータとして採用しており、使用環境を問わないオールインワン製品として、産業の様々な分野で利用されていくであろうと考える。今後も、当社のコア技術であるコイル技術を活用し、環境負荷低減型商品の提案を継続し持続可能な社会に貢献していく。

執筆者プロフィール



米田 充孝 Mitsutaka Yoneda
機器事業本部
Components Business Division



カルマン渦式流量センサ技術

Karman Vortex Flow Sensor Technology

榊 勇貴 Yuki Sakaki

近年の物価高や人件費の高騰により、コスト削減の活動がこれまで以上に求められる中、人の代わりに判断を行う、あるいは判断のための情報源となるセンサの需要は年々増加傾向にある。

当社ではエアシリンダの作動状態や位置を検出するための磁気センサ、工場エアの圧力を管理するための圧力センサ、気体や液体の流れを検出する流量センサなど、測定物に応じて様々なセンサ機器を開発・販売してきた。その中でも、液体用の流量センサは1984年に商品化され、市場の要求に対応すべく測定原理を変えながら進化を続けてきた。

本稿では、当社が保有する液体用流量センサに関する、カルマン渦式のセンシング技術について紹介する。

Due to the recent rise in prices and labor costs, actions that reduce costs are needed more than ever, and the demand for sensors that make decisions on behalf of people or serve as a source of information for decision making is increasing year by year.

CKD has been developing and selling a variety of sensor devices depending on what is being measured, such as magnetic sensors for detecting the operating state and position of air cylinders, pressure sensors for controlling the pressure of air used in plants, and flow rate sensors for detecting the flow of fluids and gases. Among these, flow rate sensors for liquids were commercialized in 1984 and have continued to evolve while changing measurement principles to meet market demands.

This paper introduces the Karman vortex sensing technology related to our flow rate sensors for liquids.

1 はじめに

液体用の流量センサは、半導体製造装置の冷却水管理及び金型の温度管理、スポット溶接機のチップ抜け異常検知など、様々な用途で用いられている。その中で、設備のコスト削減やフットスペースの削減、タクトタイムの短縮や工場及び設備のIoT化への貢献が求められる。また、水質の悪い環境で使用する場合は、可動部の無い構造が望ましいとされている。

当社では上記の要求を鑑みて、複数ある測定原理の中でも相対的に低価格、小形、高精度、可動部が無いとされるカルマン渦式流量センサを開発しており、そのセンシング技術を紹介する。

2 カルマン渦式流量センサの動作原理

カルマン渦式流量計は以下の原理を利用した測定方法である。

- (1) 流体の中に障害物(以下、渦発生体とする)を置くことで、渦発生体の後方から渦(以下、カルマン渦とする)が発生する。
- (2) 渦発生体の2次側に位置するセンサ部でカルマン渦の周波数 f (以下、周波数 f とする)を測定する(Fig.1)。

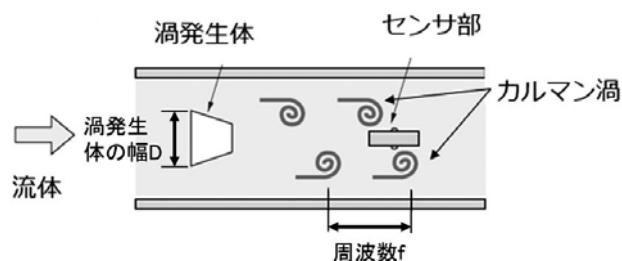


Fig. 1 カルマン渦式の略図

- (3) 周波数 f と流速 U には、ストローハル数 St 及び渦発生体の幅 D が一定であることを条件に比例関係が成り立つことから、周波数 f を流速 U に換算する。

※ストローハル数 St とは、流れにある振動現象の周波数を表す無次元量である。

$$St = \frac{fD}{U}$$

f : カルマン渦の周波数

D : 渦発生体の幅

St : ストローハル数

U : 流速

ストローハル数 St は、レイノルズ数 Re が約 $10^3 \sim 2 \times 10^5$ の範囲において 0.2 程度で安定するとされており、この範囲を外れるとカルマン渦が正しく生成されない (Fig.2)。

なお、レイノルズ数 Re は以下の条件によって決まる。

$$Re = \frac{UD}{\nu} = 10^3 \sim 2 \times 10^5$$

U: 代表速さ (流路内の流速)
 = 流量 ÷ 流路の断面積
 D: 代表長さ (渦発生体の幅)
 ν : 流体の動粘度

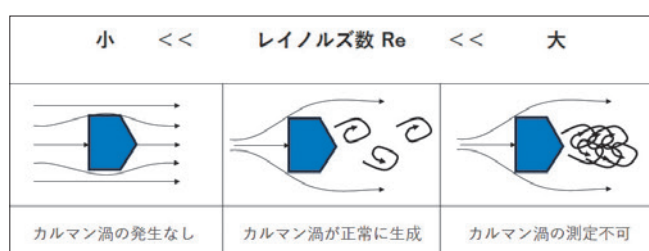


Fig. 2 レイノルズ数に対するカルマン渦のイメージ図

この現象を利用し、測定範囲においてレイノルズ数 Re が $10^3 \sim 2 \times 10^5$ となるようセンサ内部の設計がされている (Fig.2)。

※レイノルズ数 Re とは慣性力と粘性力の比を表す無次元量である。

3 新規開発機種の液体用流量センサ (WFK 2)

新規開発機種の WFK2 は、従来機種との互換性を残しつつも、測定範囲の拡大と多様な設定機能を搭載し、使い勝手を大幅に向上させたセンサである (Fig.3)。

本稿では、その中で 3 つの性能・機能の向上技術について紹介する。



Fig. 3 新規開発機種 (WFK 2) の外観図

(1) 測定範囲の拡大

測定可能な最小流量と最大流量の比を、ダイナミックレンジと呼び、この比が大きいほど幅広

い測定範囲を 1 機種で対応できることから、使い勝手の良い流量センサとされている。

幅広い測定範囲を実現するためには、「カルマン渦式流量センサの動作原理」で説明した、代表長さ D (渦発生体の幅) の適切な設定だけではなく、流量の情報となる周波数 f を安定して計測することが必要である。

従来機種の流路形状は、口金が丸形に対し、センシング部は四角形となっており、接続部で形状を変形させていた。流体の流れ方向が変化し合流する箇所は部分的に流速が異なるため、測定範囲を制限する要因になっていた (Fig.4、Fig.5、Fig.6)。

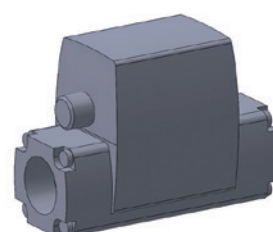


Fig. 4 従来機種外観図

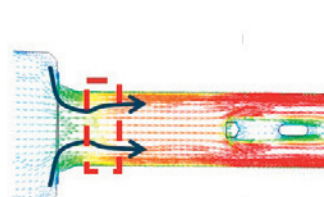


Fig. 5 平面図

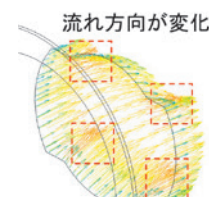


Fig. 6 形状変形部の詳細図

新規開発機種の流路形状は、センシング部も丸形にすることで流体の流れが中心に対し均一となるよう設計されており、流れ方向の変化は緩やかでかつ安定する (Fig.7、Fig.8、Fig.9)。

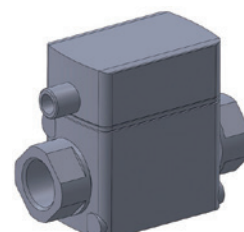


Fig. 7 新規開発機種の外観図

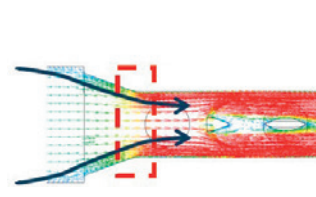


Fig. 8 平面図

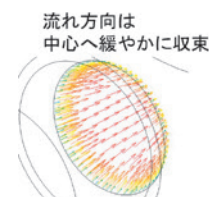


Fig. 9 形状変形部の詳細図

これにより、従来機種ではダイナミックレンジが最大1:9までであったが、1:12.5まで測定範囲を拡大でき、一般的な液体用流量センサに比べても幅広く使用できるようになった。

(2) アナログ出力スケール機能の追加

従来機種や他製品からの置き換えの際には測定範囲の違いから、制御機器側の設定を変更する必要があった。WFK2では出力のスケールができるアナログ出力モードを搭載したため、流量に対するアナログ出力の値を任意に設定できるようになり、制御機器側の設定変更することなく置き換えが可能となった。

※アナログ出力モードとは、測定可能な最大流量を最大値として、流量に応じた電圧・電流を出力する機能である(Fig.10)。

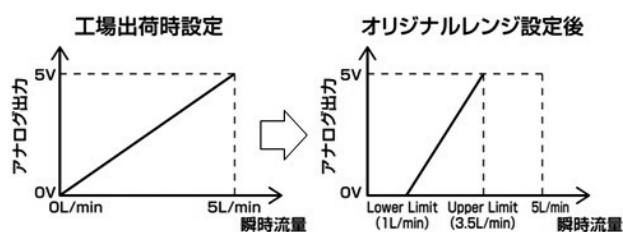


Fig. 10 アナログ出力モード

(3) 外気温の影響を受けない測温方式

従来機種には測温機能が無く、流量の測定に限定されていた。またオプションの追加により測温機能に対応させたものの、口金の温度を測定する方式であったため、周囲温度の影響を受けてしまう課題があった(Fig.11)。

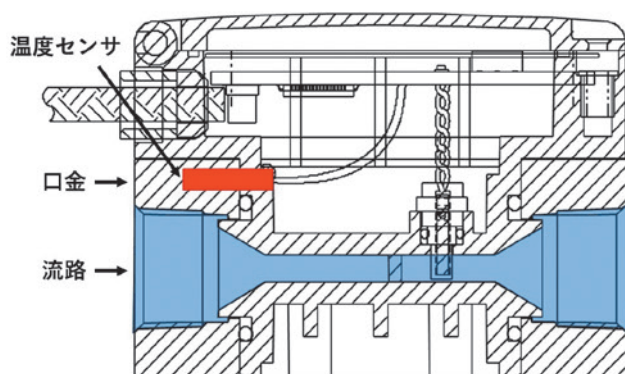


Fig. 11 従来機種 測温部の構造図

新規開発機種ではボディに測温センサを組み込む構造としたことで、測温機能を有しつつ、周囲からの熱伝達の影響を受けない構造を実現した。また、測温センサは流路側面の表面に位置するように設計しており、流体の流れ

を乱すことがないため、流量の測定機能に対して影響を与えない(Fig.12)。

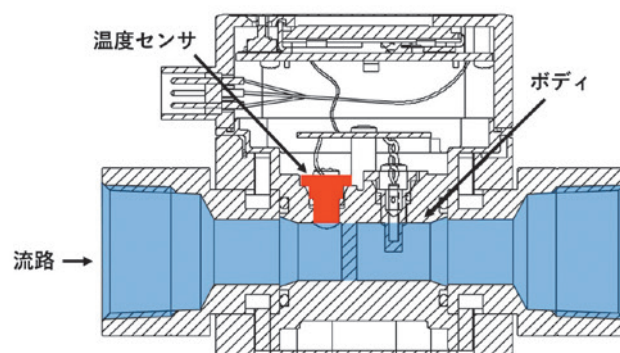


Fig. 12 新規開発機種 測温部の構造図

4 おわりに

当社のカルマン渦式のセンシング技術、及び新規開発機種(WFK2)の技術を紹介した。

流量センサの用途は幅広く、今後も産業の様々な分野で利用されていくと推測される。

当社としても製品に更なる改良・開発を重ね、お客様の要望にお応えしていきたいと考えている。

執筆者プロフィール



榎 勇貴 Yuki Sakaki
機器事業本部
Components Business Division



空気圧バルブ組立の自動化

Automation of pneumatic valve assembly

浅井 大輔 Daisuke Asai

空気圧バルブはお客様の様々な要求形番を生産する必要があり、作業者のスキルに頼った組立を基本とした生産ラインを構築してきた。近年の少子高齢化社会、労働力人口減少により労働力確保が難しくなりつつある中、受注変動に柔軟に対応できる生産ラインの構築が求められ、空気圧バルブ組立の自動化にチャレンジした。本稿ではこの自動化ライン導入の概要・導入事例を紹介する。

For pneumatic valves which need to be produced various model numbers required by customers, production lines have been constructed by assembling based on skills of workers. In recent years, due to the declining birthrate and aging population, it has become difficult to secure labor force. However, since the construction of production lines that can flexibly respond to order fluctuations is required, we took up the challenge of automating pneumatic valve assemblies. This paper presents an overview and Case Study of the automated line.

1 はじめに

空気圧バルブの組立工程の多くは作業者の手作業を基本とした生産ラインとして構築されてきた。受注変動が非常に激しく、その変動に対応するための人員調整に苦慮してきた。近年の少子高齢化社会に伴う労働力人口減少により、労働力の確保が難しくなっていること、また今後の更なる受注増加に対応するために自動化ライン構築に着手した。

2 空気圧バルブ組立自動化ラインの概要

空気圧バルブを駆動させるためのコイルアクチュエータ組立工程では既に全自動化を実現している。この自動組立装置は「不良品を作り続けない」をコンセプトとして複数の設備を並べて連結してライン構築している。そのため、Fig.1のように一部の設備でチョコ停や故障停止が発生すると全設備に影響して生産がストップしてしまう課題がある。

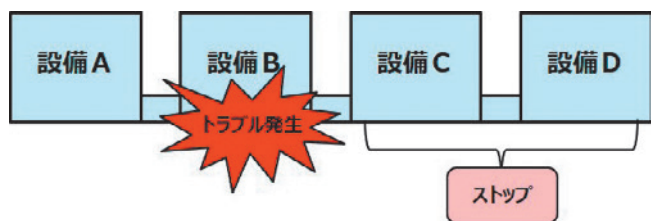


Fig. 1 既存の自動化ライン

空気圧バルブ本体組立の自動化ラインは「不良品を作り続けない、止まらない」をコンセプトに掲げて導入に取り組んだ。Fig.2のように設備同士は連結させず、

各設備を非同期として工程間にバッファを持たせる事で生産ストップのリスクを回避した。

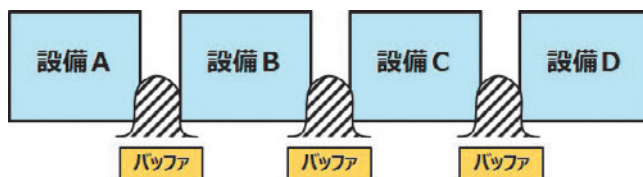


Fig. 2 新規導入の自動化ライン

対象の空気圧バルブは50点以上の部品で構成されている。その中には自動組み付けが困難な形状の部品もあるため、80%の部品を自動化対象部品に選定し、残りは作業者による組立とした。Fig.2のライン構成にするとともに、全自動ラインではなく、作業者が共存する自動化ラインとした。

今回の自動化をするに当たり、難度の高い以下の工程の自動化にチャレンジして実現させた。

- ①異形ガスケットの自動組み付け
- ②微小円錐ばねの自動組み付け
- ③外観検査の自動化

次項以降でこれらの技術について紹介する。

3 異形ガスケットの自動組み付け

形状が複雑なガスケット(本稿では異形ガスケットと記述)は自動組み付けが困難な部品であり、それを理由に自動化を避けてきた工程も多々ある。今回は複数ある異形ガスケットの一部(Fig.3)の組み付けの自動化にチャレンジして実現させた。



Fig. 3 対象の異形ガスケット

異形ガスケットには表裏、組み付け向きがあるため、パーツフィーダ、ベルトコンベア、カメラ、スカラロボットを駆使して自動供給ユニットを構築した。パーツフィーダの出口にベルトコンベアを設置し、ベルトコンベア上に1個ずつ供給していく。この時の異形ガスケットの表裏や向きはランダムである。その異形ガスケットをベルトコンベア上でカメラで撮像し、表裏が逆と判定された物はパーツフィーダに戻されて循環する。表裏が正しい物のみをスカラロボット先端に付けた吸着ユニットにて取り出し、カメラで撮像したデータの位置情報を元に異形ガスケットの向きを補正して、部品に組み付ける仕組みである。撮像時に使用する照明は異形ガスケットの形状を鮮明に撮像するためにバックライトを採用した。ベルトコンベアのベルトは白色半透明の素材を使用し、その下部にバックライトを配置することにより鮮明な撮像を可能とした。(Fig.4)

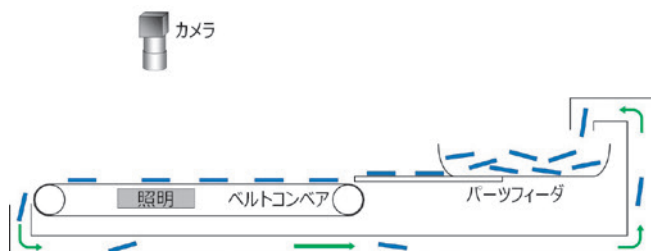


Fig. 4 異形ガスケットの供給

4 微小円錐ばねの自動組み付け

円錐ばねも組み付けの方向性があり、逆組みは作動不良の原因となる。自動組み付けをするためにはその

供給方法が重要である。過去に取り組んだ事例では、事前に作業者がパレットに並べて供給していた。これでは自動化の効果が薄まるため、今回は自動供給に挑戦した。

対象の円錐ばね(Fig.5)は微小であり、円錐両端の外径差は1mm未満である。

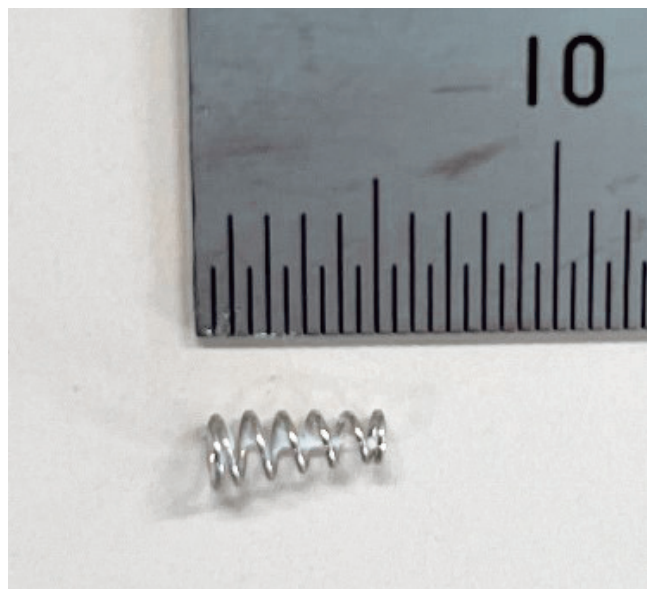


Fig. 5 対象の円錐ばね

パーツフィーダのみでは向きを揃えることが困難なため、複数のユニットを組み合わせることで円錐ばねの自動供給を実現させた。その供給方式はFig.6の通りである。パーツフィーダから出てきた円錐ばねをリニアフィーダ上で1個ずつシャッターにて分離する。分離する目的は、隣り合う円錐ばねの大径部と小径部が重なり合い、絡まる事を防ぐためである。分離した円錐ばねは1個ずつ旋回ユニット上の台に移載してカメラで撮像し、正しい向きに旋回させる。その後、からくりを使ったシューターによりばねを自重で落下させ、縦向きに姿勢を変えて搬送し、部品に組み付ける仕組みである。微小なばねのため、搬送時の変形リスクが少なく、安定して同一の向きに供給可能な搬送方法を実現した。

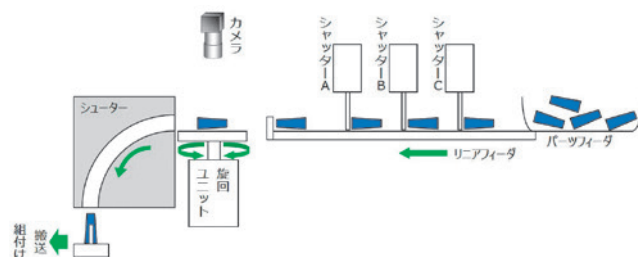


Fig. 6 円錐ばねの供給

5 外観検査の自動化

対象の空気圧バルブは1台当たり30か所以上の部品の組み付け状態や形番の印字状態など、外観検査を専任の作業者が全て目視で行っていた。その全項目に対して検査を自動化するために外観検査機(Fig.7)を導入した。基本システムにはCKD製の画像処理ビジュアルプログラミングツール「Facilea」を選定した。「Facilea」は検査に最適な能力のカメラをユーザー側が自由に選定できるため、安価に外観検査を自動化できるメリットがある。OCRの機能を活用し、製品にレーザーマーカで印字した製品形番を読み込むことで印字内容の確認も実現した。導入前は作業者が製品1台当たり20秒かけて目視検査していたが、自動化により作業者の負担は製品の脱着に掛かる3秒のみとなった。

本設備は全ての駆動機器を電動アクチュエータで構築し、省エネにも配慮した外観検査機である。電動ロータリアクチュエータを搭載しており、製品を回転させることで、各面の外観検査が可能である。また、汎用性を考慮した構造としている。受け治具を対象ワークに合わせて変更し、「Facilea」の検査条件を設定すれば様々な機種に対応可能である。

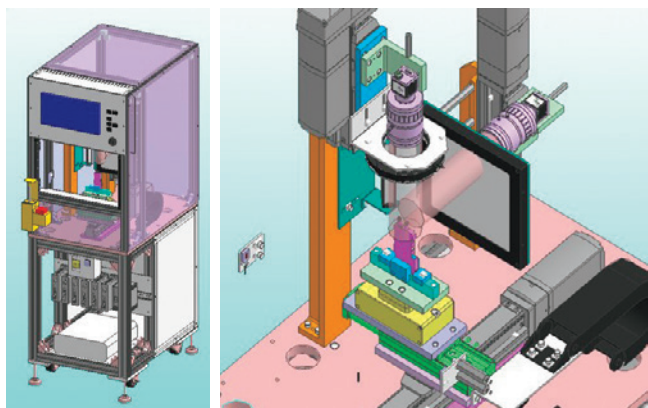


Fig. 7 外観検査機

6 おわりに

空気圧バルブ自動組立ライン導入により、導入前に対して組立人員30%減、生産能力70%増となり、生産性2倍の導入効果を実現した。今回の自動化においてチャレンジした要素技術を更に発展させ、次の自動化に応用する事で更に高いレベルを目指すとともに、人が得意な作業、機械が得意な作業を見極め、シンプルで効率の良い自動化を推進していく。

執筆者プロフィール



浅井 大輔 Daisuke Asai
機器事業本部
Components Business Division

■ 会社概要

設 立	1943年4月
資 本 金	110億16百万円
株 式 上 場	東京証券取引所プライム市場、名古屋証券取引所プレミア市場
事 業 内 容	自動機械装置、駆動機器、空気圧制御機器、 空気圧関連機器、流体制御機器など 機能機器の開発・製造・販売・輸出

CKD技報 Vol.10

発 行	2024年 1 月 1 日
発行責任者	宮田 章
監修責任者	井口 謙彦 菊池 宏 佐藤 正義 伊藤 彰浩
発行事務局	諫山 洋子

印 刷 所	株式会社アイワット
発 行 所	CKD株式会社 〒485-8551 愛知県小牧市応時二丁目250番地 0568-77-1111（代表電話）

※本誌に掲載されている論文は、下記URLより閲覧が可能です。

<https://www.ckd.co.jp/company/giho/>

※本誌に掲載されている製品名は、当社が所有する商標または登録商標である場合があります。

CKD

Creating Solutions Together