

創刊号

CKD技報

CKD TECHNICAL JOURNAL

Vol.1



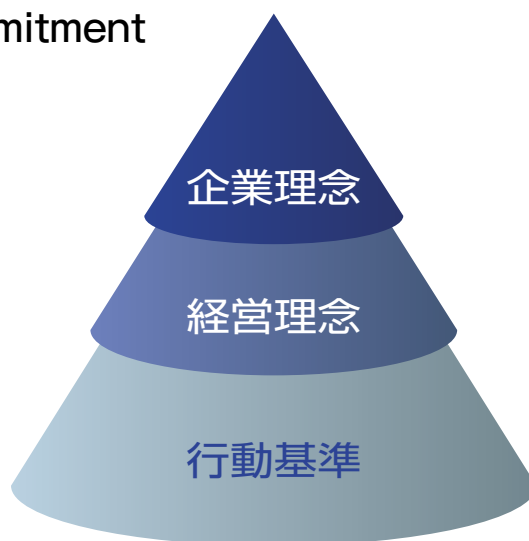
企業理念・経営理念・行動基準

Corporate Philosophy and Corporate Commitment

企業理念には、当社グループの進むべき方向を明確にするため「流体制御と自動化の革新」を明記し、社会に貢献することを宣言しております。

経営理念は、企業理念を実現するために全社員が守らなければならない約束ごとを5項目に分け、全社員が責任を持って実行できる体制を目指してまいります。

行動規準は、企業理念および経営理念に基づき、全社員が順守し実践すべき具体的な事項を定めたものです。






企業理念

私達は創造的な知恵と技術で
流体制御と自動化を革新し
豊かな社会づくりに貢献します。









Corporate Philosophy

With creative knowledge and technology,
We shall innovate fluid control and automation,
Thus contribute to build rich society.

目次

「CKD技報」の発刊にあたって	1
 両面アルミにおけるピールオープン包装	2
 ブリスター包装機 ~バーコード表示への対応~	8
 はんだ印刷検査機VPシリーズ	13
 錠剤・PTPシート外観検査装置 ~グローバルモデルの開発~	17
 ランプ製造設備のコア技術	22
 はんだ印刷検査遠隔モニタリングシステム「SmartRln」	29
 食品包装機械における空気圧機器の使用事例	34
 Liイオン電池用製造装置	37

INDEX

	In regard to publish 「CKD technical journal」	1
	Peel Open Package of Alu-Alu Blister	2
	Blister Packaging Machine ~Response to Barcoded PTP-sheet~	8
	Solder Paste Inspection Machine VP Series	13
	Tablet·PTP-sheet Visual Inspection Machine ~Development of Global Model~	17
	Core Technologies for Lamp Making Machines	22
	Solder Paste Inspection Remote Monitoring System	29
	Example of Using Pneumatic Components on Food Packaging Machine	34
	Manufacturing Equipment for Lithium-ion Battery Cell	37

「CKD技報」の発刊にあたって

In regard to publish 「CKD technical journal」

野澤 好令 Yoshinori Nozawa

CKD株式会社

代表取締役 常務執行役員

CKD Corporation

Executive Director & Managing Executive Officer



CKDグループは「創造的な知恵と技術で 流体制御と自動化を革新し 豊かな社会づくりに貢献します。」を企業理念として事業を展開しています。

当社は、自動化技術のパイオニアとして、幅広い分野でお客様の求める商品やサービスをグローバルな視点から市場を把握し、最先端技術を取り入れた商品を提供しており、これからの市場が求めるニーズを常に見極め、世界のモノづくりの現場に当社の製品、技術を多くの方々に利用して頂く事により貢献して行きたいと考えています。

技術開発はメーカーにおける競争力の源泉であり、それは先人の知恵や蓄積された固有技術により支えられ、日々途切れることなく新たな開発がされています。しかし昨今、日本のモノづくりを支えてきた技術・技能は、技術者・技能者の高齢化により後世への伝承が大きな課題となっています。

今回、発刊する「CKD技報」は、永年当社が蓄積してきた自動化を革新するための課題、問題解決への技術・研究開発成果を、技術情報として紹介する物です。「CKD技報」から発信する情報が、お客様への新たな技術提案となり、新たな情報を頂くきっかけになる。また、生産性の向上や新技術開発、技術者のモチベーションアップにつながり、課題である技術・技能の伝承の一助になる事を期待しています。

CKD Group operates businesses with our corporate philosophy, "With creative knowledge and technology, we shall innovate fluid control and automation, thus contribute to build rich society."

As a pioneer of automation technology, we provide products of latest technologies, by understanding the demands of customers concerning products and services from a global perspective. We continuously value the needs of the market, contributing to society by providing our products and technologies in production sites all over the world.

Developing of technology is the source of a manufacturer's competitive strength.

It is also based on the wisdom and accumulated technologies from our predecessors, and new technologies are being developed continuously on a daily basis. However, in recent days, technicians and engineers face the problem of how such technologies can be handed to next generation. This is mainly due to the aging of engineers. "CKD technical journal" introduces agenda to innovate automation which we have persued for a long time, and technologies and R&D results to solve problems, as technical information.

We hope information from "CKD technical journal" will be technology proposal for customers, and can be a trigger to withdraw new information, and will lead to improve productivity and develop new technologies and engineers' motivation, and will help handing technologies and techniques to next generation.



両面アルミにおけるピールオープン包装

Peel Open Package of Alu-Alu Blister

野田 尚彦 Naohiko Noda

鎌子 奈保美 Naomi Kamako

海外では主流となっているアルミラミネートフィルムを用いたPTP包装形態(両面アルミPTP)があるが、日本国内においても大手製薬メーカーや外資系製薬メーカーを中心に数年前から徐々に増え始めてきた。両面アルミPTPに期待されていることは、防湿性、遮光性による錠剤の保護はもちろん、ピロー包装が不要になるといった省包装としても注目されている。そんな中、錠剤が非常に脆く、いわゆるPTP包装形態(錠剤をポケット越しに押しアルミを破って取り出す)では錠剤自体が破壊してしまい成立しないケースがある。そのような場合は過去においても、ピールオープン包装形態(蓋アルミをめくって錠剤を取り出す)が採用されてきた。今回は両面アルミにおけるピールオープン包装技術を包装形態、フィルム技術と共にチャイルドレジスタンス機能を持たせた包装形態もあわせて紹介する。

Press-Through Package form (Alu-Alu blister package) using aluminum laminate film on both sides, which is mainstream overseas, has also increased in major pharmaceutical manufacturers and foreign pharmaceutical manufacturers in Japan. What Alu-Alu blister package is expected is not only protection of tablet by moisture proof and light blocking effect but material saving because pillow wrapping is not necessary. However, in case that pills are very brittle, Press-Through Package form (taking pills by pushing pill through pocket) packaging cannot be used because pills may be broken. In such case, peel open packages (taking pills by peeling aluminum lid off) have been adopted. Here, we would like to introduce Peel Open Package of Alu-Alu Blister technology with package form and film technology, as well as package form with child resistance function.

1 はじめに

当社はPTP包装機における技術開発のひとつであるプラグ成形技術を応用して、熱可塑性樹脂フィルム以外のアルミラミネートフィルムもPTP包装に貢献出来るように開発を行ってきた(Fig.1)。



Fig.1 薬品包装機 FBP-600E

アルミラミネートフィルムを用いたPTP包装形態(両面アルミPTP)は錠剤が酸素、湿気、光から保護できることや、ピロー包装などの二次包装が不要である等のメリットから、数年前から日本国内でも国内大手製薬メーカーや外資系製薬メーカーを中心に徐々にではあるが増え続けている。しかし海外(欧米、韓国など)においては樹脂フィルムと二分するほど主流となっているが、日本国内においては樹脂フィルムと違い、中身が見えない、見た目が単調等の理由から医療現場では医療過誤につながりかねないとして懸念されている。

2 両面アルミPTPのフィルム構成

両面アルミPTPのポケット側フィルムは一般的に『ONY25 μ m/接着剤/印刷/AL40or45 μ m/接着剤/PVC60 μ m』という構成が主である(Fig.2)。

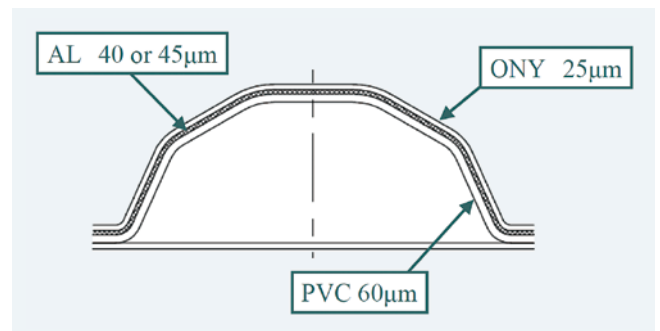


Fig.2 アルミラミネートフィルムの構成

アルミメーカーに協力頂き、両面アルミPTPの各種構成のフィルムテストを行った結果、やはり上記構成のものがPTP包装として最も適している。その理由としてはPTP包装の基本的な機能として、

- 1) 錠剤の保護
- 2) ポケットを錠剤越しに押し、蓋側アルミを突き破って錠剤を取り出す。

がある。上記構成のものが、両方の機能を満たしている。例えば、両面アルミPTPは成形時にアルミラミネートフィルムを押し延ばしてポケット成形をするが、その成形性を向上させようと、比較的延ばしやすい構成のラミネートを試した事がある。成形性は改善されたが、PTP

としてポケット自体が柔らかすぎ、機能を十分に満たせない結果となった。また逆にポケットが硬すぎても錠剤を押し出しにくく、また場合によっては錠剤自体を破壊してしまう恐れがある。よって当社としては現段階においては上記構成のものが最適と判断している。

3 両面アルミにおけるピールオープン包装

3-1 ピールオープン包装とは

両面アルミPTPの普及に伴い、PTP包装形態では成立しない錠剤が出てきた。つまり錠剤をポケット越しに押し、蓋アルミを突き破って押し出すと錠剤自体が破壊してしまうほど脆い錠剤の場合である。

そのような場合は過去においても、ピールオープン包装形態が採用されてきた(Fig.3)。



Fig.3 一般的なピールオープン事例

ピールオープン包装とは、医療器具や雑貨品、食品では主流の蓋フィルムをめくって被包装品を取り出す包装形態の事である。

しかし錠剤などの固形製剤において、両面アルミ機能(バリア性、防湿性、遮光性)を有しながら、ピールオープンできる包装形態は極めて稀である。一部採用されている実績はあるが当社にはその技術は無く、これを機に当社の思想を取り入れた両面アルミにおけるピールオープン包装形態の開発を行った。

3-2 ピールオープン包装の課題

両面アルミにおけるピールオープン包装を開発するに当たり、包装品としての目的を整理した。

- 1) 気密性が確保出来ていること
- 2) イージーピールが出来ること
- 3) 錠剤を保護できること

気密性は、当然の事ながらPTPと同様でなければならぬ。しかしながら、シールが強すぎると蓋フィルムが容易にめくれない。またPTPと違って蓋アルミを突き破る必要性が無く、指でつまんで引っ張りながらめくるため、逆に蓋フィルムに強度が必要となる。つまり蓋フィルムの厚さを増すなど改良する必要がある。PTP

包装機のシールは蓋フィルム越しにヒートシールしており、蓋フィルムが厚くなると熱伝導が悪くなり同様のシール性が確保出来るかが課題となる。

またポケット側としては、PTPのように錠剤をポケット越しに押し出す行為をしないため、ポケットを変形させる必要性はない。従来の両面アルミPTPのアルミラミネート構成でも問題は無いが、錠剤を保護するという目的からするとポケットの強度はよりあったほうが良い。ピールオープンで錠剤を取り出す必要がある錠剤という事は錠剤自体が脆い可能性が高いと考えられるため、ポケットの強度は出来るだけ硬いものを目指したい。ポケット強度を上げるにはアルミラミネートフィルムの構成を見直す必要があり、従来のものより厚いフィルムになる事が予想される。

以上より、包材側、機械側から考えられる課題を整理すると、

- 1) 硬いフィルムの成形性
- 2) シール性とめくり易さの両立

となる。

この課題を解決する為には、当社機械メーカーだけでは解決できないため、包材メーカーにも協力頂き、開発を進めた。

3-3 包装形態の検討

テストを進めるにあたり、包装形態を検討した。目的を理解したうえで、PTP包装形態と遜色のない形態にしなければならない。そのうえで以下の機能を重要視した。

- 1) 携帯性
- 2) めくり易さ

世の中のトレンドとしては、包装形態が大きくなることは許されない。環境性、携帯性を考えれば少しでも小さい包装形態が良い。

しかし、包装形態を小さくすればその反面、めくり難くなる可能性がある。また安易にめくり易くすることは医薬品業界においてはリスクが生じるケースがある。それは誤飲である。幼児には容易に開封することが出来ない、いわゆるチャイルドレジスタンス機能を考慮しなければならない。また利用者がPTP包装形態と間違っけてポケットを押し出さない、いわゆるユニバーサルデザインも考慮しなければならない。

検討した結果、すべての機能を両立することは困難であり、2種類の包装形態を開発する事とした。

- 1) めくり易さを追求した包装形態
- 2) 携帯性を追求した包装形態

3-4 めくり易さを追求した包装形態

めくり易いとは、指でつまんで蓋フィルムを剥がしやすい包装形態である事。つまりつまみ部が認識しやすく、且つまみ易い形状である事である。よって必然的につまみ部は指が添えられるように大きくなる。しかし

PTP包装としての携帯性も考慮しなければならないため、あまり大きく出来ない。よって検討した結果、5錠入りPTPシートとした。なおこの際のポケット径はφ15mmである(Fig.4)。



Fig.4 ポケット径φ15mmの5錠入りシート

3-5 携帯性を追求した包装形態

PTP包装の大きさは基本的には従来のPTPシートと同様とした。その中でつまみ部を設けなければならない。限られたエリアの中でめくり部を検討した結果、先に述べたチャイルドレジスタンス機能も考慮した。

この包装形態であれば1アクションでは開封出来ず、幼児が間違っず錠剤を取り出し誤飲する可能性は低いと考えられる。なおこの際のポケット径はφ10mmである(Fig.5)。



Fig.5 ポケット径φ10mmの10錠入りシート

4 成形テスト

4-1 ポケット強度の検討

包装形態が決まったため、課題のひとつである硬いフィルムの成形テストを行った。まずは硬さの定義を決めなければならない。単純に考えれば、普段PTPシートを携帯していてもアルミポケットが変形しない硬さ、である。しかし明確な数値化は困難なため、従来の両面アルミPTPのアルミポケットが変形する力では変形しない硬さを定義とした。

測定の結果、従来の両面アルミPTPでポケットが変形する力は、ポケット径φ15mmの場合は177gと分かった。よって200gの力でポケットを押しても変形しない強度である事とした。またポケット径φ10mmの場合は244gと分かった。よって250gの力でポケットを押しても変形しない強度である事とした。この数字をまずは念頭に置く。

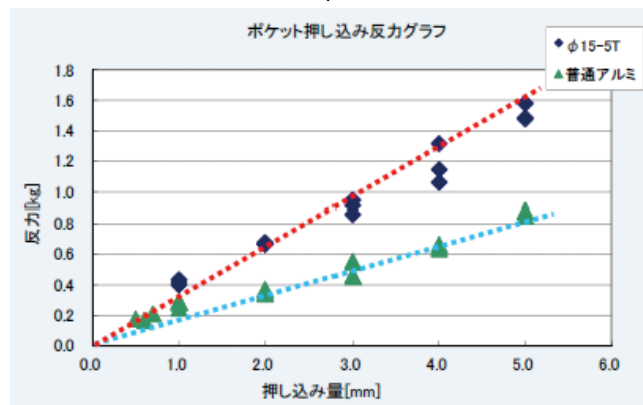
4-2 ラミネート構成

次に硬いフィルム構成を検討した。この検討には包材メーカーにも協力頂き、成形性を考慮しながら硬さのあるラミネート構成を模索した。各種構成のアルミラミネートフィルムを成形テストした結果、ある程度の硬さがあり、成形が良かった構成は、『ONY25μm/接着剤/AL40μm/接着剤/ONY15μm/接着剤/PVC100μm』である。この構成はPVCを従来の60μmより厚くし100μmとしたことによりポケットの強度を増している。これ以上厚いと成形性に影響が出た。また成形性を良くする為に従来は3層ラミネートのところを4層として間にONY15μmを挟んでいる。これによって成形性を確保しながら、ポケット強度を増すことが可能となった。

4-3 ポケット強度

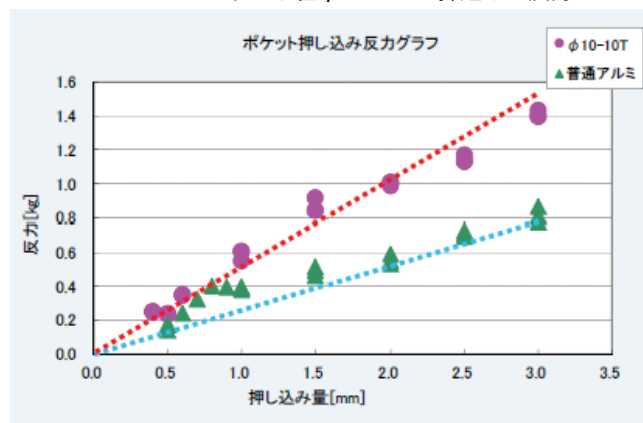
出来たポケットの強度を測定した。ポケット径φ15mmの場合は先に述べた200gの力で押しても変形しない事が分かった。そこで、どの程度ポケット強度に差があるかを「押込み/引張り荷重測定器」を用いて測定した。グラフより従来のアルミラミネートフィルムより2倍潰れにくい事が分かる(Table.1)。

Table.1 ポケット径φ15mmの押込みー反力



同様にポケット径φ10mmの場合も先に述べた250gの力で押しても変形しない事が分かった。こちらも従来のアルミラミネートフィルムより2倍潰れにくい事が分かる(Table.2)。

Table.2 ポケット径φ10mmの押込みー反力



以上の測定結果より、従来のアルミラミネートフィルム並みの成形性を確保しながら、ポケット強度が2倍あるアルミラミネートフィルムの構成が決まった。

5 シールテスト

5-1 イージーピールの定義

ピールオープン包装の目的のひとつである、めくり易さを追求しながら、シール性を確保しなければならない。その定義を決めた。

シール性は一般的なピールオープンプリスターと同等である、 -40kPa で30秒間リークが無いこと、とした。またピール強度は過去のピールオープンの事例により10N以下とした。以上を満たすものをイージーピール(めくり易い)とした。

5-2 蓋フィルムの検討

イージーピールが出来る蓋フィルムの検討には包材メーカーの協力を得た。昨今の医薬品のトレンドを反映する為に2種類の蓋フィルムを検討した。

- 1) 白ベタ印刷品
- 2) アルミ素地品

白ベタ印刷とは、蓋フィルム表側の素地となる色が全面白色に着色されている印刷のことを言う。厚労省から通知が出ている「医療用医薬品へのバーコード表示の実施要領」によって、今後PTPシートにもバーコード表示が義務付けされることになるが、現段階においてはバーコードの読み取り性が最も良いとされているのが白ベタ印刷と黒色表示バーコードのコントラストと言われている。つまり白ベタ印刷品とは主にバーコード表示を目的としたアルミ蓋材のことである。

しかしながら、白ベタ印刷するという事は、蓋フィルム構成上、1層増えるばかりでなく、白色インキの中に含有されている酸化チタンの影響が少なからずある。蓋フィルム越しにヒートシールをしてポケット側フィルムと熱溶着していくが、酸化チタンの影響でヒートシールの熱を奪われやすい。よって通常のPTPシートにおいても白ベタ印刷品の場合はアルミ素地品と比較してシール温度は高めの設定となる事がある。今回のピールオープン用の蓋フィルムはめくり易さを考慮して、更に厚い構成にしなければならず、シール性への影響が課題となる。

以上の影響により、通常はピールオープン時の蓋フィルム構成としては、強度を持たせる基材としてPET材を使用するが、白ベタ印刷品の場合は、ヒートシール温度は最大 280°C と高温の部類になり、表面層にPET材を使用すると変色の恐れがある。また、めくり時にポケット側から綺麗にはがれるためには、アルミ材が内面側であるとPTPシート特有のシール目であるクロス状線シールの影響でアルミが破れる恐れもある。

以上によって、ある程度高温に強く、綺麗にはがれる蓋材の構成として、『OP/印刷/AL $20\mu\text{m}$ /D/PET $12\mu\text{m}$ /HS』を選定した。白ベタ印刷品の場合は1層追加になり、『OP/印刷/白ベタ/AL $20\mu\text{m}$ /D/PET $12\mu\text{m}$ /HS』となる。

5-3 シール装置構成

先に述べたように、ピールオープンの場合は通常よりもシール温度を高め設定する必要がある。また白ベタ印刷品の場合は更に高温となる。通常のシール装置ではシールが困難と判断し、以下の3構成のシール方法をテストした(Fig.6)。

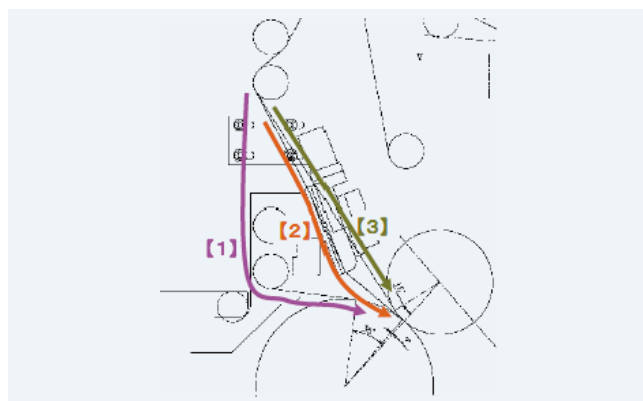


Fig. 6 シールテスト方法

- 1) 従来のダイロールシール
- 2) 予熱付きダイロールシール
- 3) ダイロール巻きつけシール

ダイロールシールとは、クロス状線シール目の入ったダイロールを容器フィルムと蓋フィルム越しに圧力と温度をかけて連続ロールでヒートシールする方法であり、PTPでは一般的なシール方法である。

予熱付きとは、ダイロールでシールする直前に予熱板により予備加熱することである。ダイロールのみではシール時間が足りず蓋フィルムのシーラント(接着層)が十分溶融しきれないことによる対策である。

ダイロール巻きつけとは、上記の予熱板を使用せず、ダイロールへの蓋フィルムの入射角をダイロール側に巻きつけることによって、ダイロールに蓋フィルムが接触する時間を増し、予熱効果を狙った対策である。

5-4 シールテスト結果

白ベタ印刷品の結果は以下の通りである。判定はイージーピールの際に述べたリーク条件を満たしていることとした(Table.3)。

従来のダイロールシールの場合、シール温度 240°C の時はシール速度を $4\text{m}/\text{分}$ にすればシール出来ることが分かった。これは通常の両面アルミPTPの半分の能力である。また、シール温度 260°C にすると、 $5.6\text{m}/\text{分}$ の速度までシール可能になった。

予熱付きダイロールの場合は、予熱温度を 140°C 以上

にすれば従来の能力でもシール出来ることが分かった。

ダイロール巻きつけの場合は、シールは出来たが、めくり部のノンシール部にスジ状のシワが発生したため、判定はNGとした。

よって白ベタ印刷品の場合は、ダイロールの直前に予熱ヒータを具備することが必要となる。なおアルミ素地品の場合は、従来のダイロールシールで問題なくシール出来た。

Table.3 構成別のシール条件

	シールシート作成条件									リークテスト 条件・結果 -40kPa 30s (-300mmHg)
	打抜能力 [shot/min]	成形能力 [shot/min]	フィルム スピード [m/min]	シール温度 [°C]	シール圧力 [MPa]	蓋フィルム 通し方	予熱温度 [°C]	ダイロール 巻きつけ		
1	200	50	8.0	240	0.4	[1]	-	無		NG
2	160	40	6.4	240	0.4	[1]	-	無		NG
3	100	25	4.0	240	0.4	[1]	-	無		OK
4	200	50	8.0	260	0.4	[1]	-	無		NG
5	160	40	6.4	260	0.4	[1]	-	無		NG
6	140	35	5.6	260	0.4	[1]	-	無		OK
7	120	30	4.8	260	0.4	[1]	-	無		OK
8	200	50	8.0	260	0.4	[2]	常温	無		NG
9	200	50	8.0	260	0.4	[2]	60	無		NG
10	200	50	8.0	260	0.4	[2]	100	無		NG
11	200	50	8.0	260	0.4	[2]	120	無		NG
12	200	50	8.0	260	0.4	[2]	130	無		NG
13	200	50	8.0	260	0.4	[2]	140	無		OK
14	200	50	8.0	260	0.4	[2]	150	無		OK
15	200	50	8.0	260	0.4	[3]	-	有		(OK)
16	200	50	8.0	240	0.4	[3]	-	有		(OK)
17	200	50	8.0	240	0.3	[3]	-	有		(OK)

5-5 ピール強度

先に述べたイージーピールの定義により、ピール強度10N以下がめくり易さの条件である。シールテストの結果でリークOKとなったサンプルのピール強度を測定した(Table.4)。

Table.4 ピール強度結果

品種	φ15-5T		φ10-10T
シール温度[°C]	240	260	260
シール圧力[MPa]	0.4	0.4	0.4
打抜能力[shot/min]	200	200	140
ピール強度 [N/容器]	1	7.2	9.3
	2	7.1	8.9
	3	7.9	9.4
	4	8.1	9.1
	5	8.1	9.4
	6	8.1	9.1
	7	7.0	9.1
	8	7.8	8.7
	9	7.5	8.8
	10	7.6	9.2
	MIN	7.0	8.7
MAX	8.1	9.4	
AVE	7.6	9.1	

測定方法:プッシュプルゲージ 45° 剥離
全てミシン目から切り離した後に個々に測定

どのサンプルもピール強度10N以下を達成しており、官能的にもイージーピールであると関係者の評価を得ている。

6 開封方法

今回のピールオープン包装はポケットを1個単位に分割して開封するようにした。よってポケット単位にミシン目で分割できるようにした。または開封部は、つまみ部をノッチ状にして折り曲げてめくるようにした(Fig.7)。またチャイルドレジスタンスとしての機能は10錠入りシートで採用したミシン目を縦横2回分割し

てからでないといけない方式とした(Fig.8)。

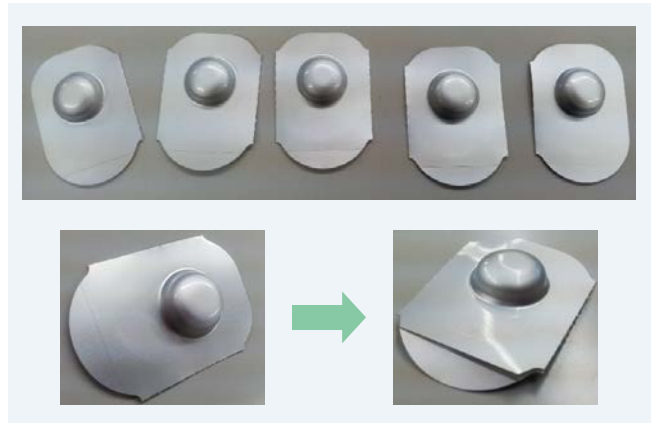


Fig.7 5錠入りシートの開封方法

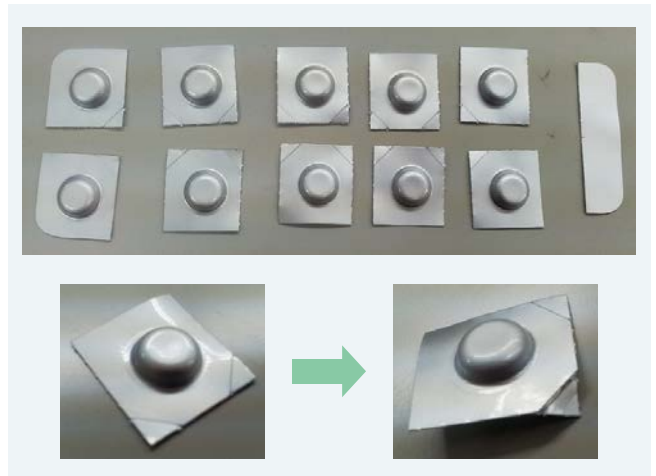


Fig.8 10錠入りシートの開封方法

7 今後の課題

5錠入りシートは明らかにピールオープン形態をしており、間違ってもポケット越しに錠剤を押し出すことは少ないと考える。また1ポケット単位に分割しても比較的大きいため、間違っても包装体ごと誤飲する危険性も少ない。そういった意味ではユニバーサルデザインといっても良いと考える。課題としては、1シート当りの錠剤数量が少ないことだろう。

10錠入りシートの場合は、従来シートと同様のシートサイズにした結果、つまみ部が小さくめくり難さがあることである。ただし、チャイルドレジスタンスの観点からはそれでも良いとする考えもあるだろう。またPTP包装形態と勘違いして、ポケットを押す恐れがある。硬いポケットを力いっぱい押し、蓋フィルムの強度も強いいため、中の錠剤は粉々に破壊するだろう。これはシートなどへの表示で間違いを防止するほかは今のところ無い。

誰にでも開封しやすくするか、幼児などには簡単に開封できなくするか、医薬品における両側面の事情があるため、それぞれの薬効に応じて、包装目的を明確にして使い分ける必要がある。

執筆者プロフィール



野田 尚彦 Naohiko Noda
自動機械事業本部 開発部
Research & Development Department
Automatic Machinery Business Division



鎌子 奈保美 Naomi Kamako
自動機械事業本部 開発部
Research & Development Department
Automatic Machinery Business Division

■ 出典 ■

製剤機械技術学会誌,22,42-47(2013)



ブリスター包装機 ~バーコード表示への対応~

Blister Packaging Machine ~Response to Barcoded PTP-sheet~

田口 幸弘 Yukihiro Taguchi

2012年6月29日、厚生労働省より『「医療用医薬品へのバーコード表示の実施要領」の一部改正について』（医政経発0629第1号・薬食安発0629第1号）が通知され、特段の事情が無い限り平成27年7月以降に製造販売業者から出荷されるものから、調剤包装単位のバーコード表示を実施することになった。これを機に製薬業界では、調剤包装に属するPTPシートの視認性・識別性向上を目的としたピッチ印刷の導入が急速に進んでいる。また、PTPシートに付記されたバーコードの読取性や外観品質の確保が、新たな課題となってくる。今回は、PTP包装工程において、ピッチ印刷を実現する「マーク合わせ装置」と、シール目の影響などPTPシート特有な条件を考慮したバーコード検査装置「パトリード」を紹介する。

On June 29th, 2012, the Health, Labor, and Welfare Ministry issued the "partial amendment for implementation guidance of bar code display on ethical drugs" (Notification No. 0629-1 issued by the Director of Health Policy Bureau Economic Affairs Division, No. 0629-1 issued by the Director of Office of Pharmaceutical and Food Safety Bureau). Accordingly, each dispensing package, shipped by manufacturer/distributor as of July, 2015, must display a bar code, unless under exceptional circumstances. Pharmaceutical industry takes this opportunity to accelerate introducing constant pitch printing. In order to improve visibility and distinguishability of blister sheets that belong to dispensing packages. Also, readability of bar codes on blister sheets and quality of appearance will be next challenge. Here, we would like to introduce "Mark Registration Device" to realize constant pitch printing on blister package process and bar code checking device "PATREAD" meeting unique condition in blister sheets, such as influence of sealing mesh etc.

1 はじめに

2012年6月29日、厚生労働省より『「医療用医薬品へのバーコード表示の実施要領」の一部改正について』（医政経発0629第1号・薬食安発0629第1号）が通知された。これまでパブリックコメント（募集のための案）として出されてはいたが、このほどいよいよ本格的に実施することとなる。医薬品の取り違え事故の防止およびトレーサビリティの確保、そして医薬品流通の効率化が目的である。これらを実現していくためには、さまざまな課題があると思われるが、本稿では医薬品を包装する形態として、最も知られているPTP包装における機械側の対応事例を紹介する。

(主にアルミフィルム)を被せてシールし、その後打抜くことでシート状の形態となる。



Fig.1 PTP 包装

2 PTP 包装機とは

ブリスターは気泡という意味があり、容器フィルムを成形し、内容物を充填したあと蓋フィルムなどでシールした包装品を、その形態から一般的にブリスターパックと呼ぶ。このうち、錠剤やカプセルを1錠ずつ包装する形態は、PTP(Press Through Package)と呼ばれている(Fig.1)。

この包装形態のシート(PTPシート)を作り出す機械をPTP包装機と呼ぶ。PTP包装の工程を簡単に示すとFig.2のようになる。

容器フィルム(主にPVC、PPフィルム)にポケットを成形し、その中へ錠剤を充填する。そして上蓋フィルム

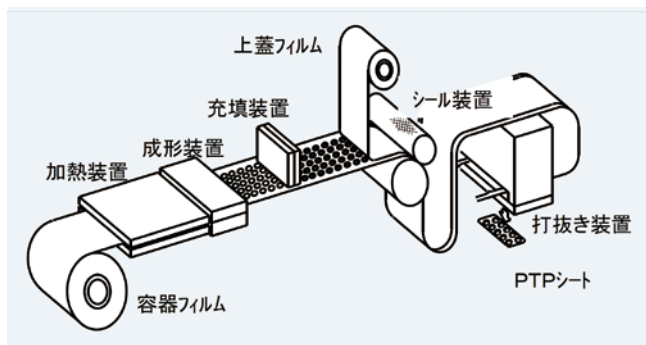


Fig.2 PTP 包装の工程図

3 PTP 包装に対する要求事項

医薬品を包装する最少の包装単位として、PTP包装は通知文書における調剤包装単位に属する。またPTP包装で主に取り扱う医薬品は、内用薬に該当すると考えられる。その前提に立って、PTP包装に対する要求事項を抜粋すると次のような内容となる。

① 表示するデータ

商品コードが必須表示である。有効期限、製造番号または製造記号については必ずしも表示しなくても差し支えないとされている。

② バーコードシンボル体系

商品コードに加え、製造番号または製造記号および有効期限を表示する場合は、GS1データバー限定型合成シンボルCC-Aを用いる。表示面積が少ない場合にはGS1データバー二層型合成シンボルCC-Aを用いることができる。

商品コードのみ表示する場合は、GS1データバー限定型を用いる。表示面積が少ない場合にはGS1データバー二層型を用いることができる(Table.1)。

Table.1 バーコードシンボル体系

表示内容	シンボル名	例
商品コードのみ	GS1データバー限定型	 (01)01234567890128
	GS1データバー二層型	 (01)01234567890128
商品コード 製造番号・ 製造記号 有効期限	GS1データバー限定型 合成シンボルCC-A	(17)131031(10)ABCDE  (01)04512345678906
	GS1データバー二層型 合成シンボルCC-A	(17)131031(10)ABCDE  (01)04512345678906

③ 新バーコード表示の実施時期

平成27年7月(ただし、年1回しか製造していないもの等特段の事情があるものについては平成28年7月)以降に製造販売業者から出荷されるものについて表示する。

④ その他

PTPシート、坐剤コンテナ、点眼などのユニットドーズなどの連包状の内袋については1連に少なくとも1カ所の新バーコード表示を行うこと。

内袋(PTPシート、分包シート等)への新バーコード表示に際しては、コード全体を枠囲みすることが望ましく、エンドレスデザインレイアウトの場合は必ず枠囲みすること。

この④その他について、図示するとFig.3のようになる。

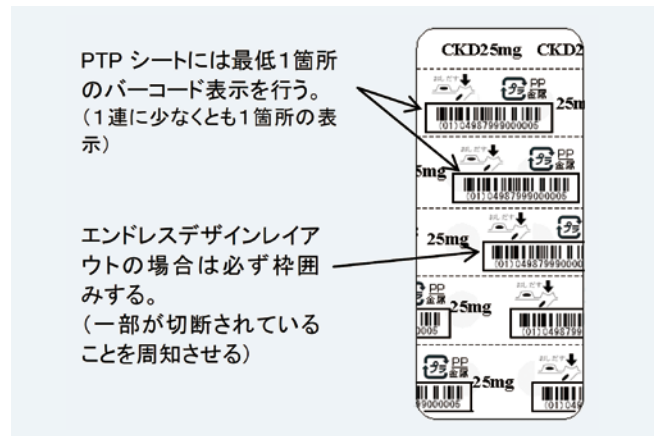


Fig.3 デザイン上の注意事項

4 機械側での対応事例

ここでは、バーコード表示に関する機械側の対応として、以下の2項目の事例について紹介する。

- ① マーク合わせ装置
- ② バーコード検査

4-1 マーク合わせ装置

上蓋フィルムにあらかじめデザインされた印刷位置と、成形ポケットとの位置合わせを行う装置である。

マーク合わせを行った場合のPTPシートの事例をFig.4に示す。見易さが大きく向上するだけでなく、エンドレスデザインでなくなるため、ミシン目で切り離しが可能となる単位毎にバーコードを入れることができる。表示したい内容が増えるほど有効になってくる。

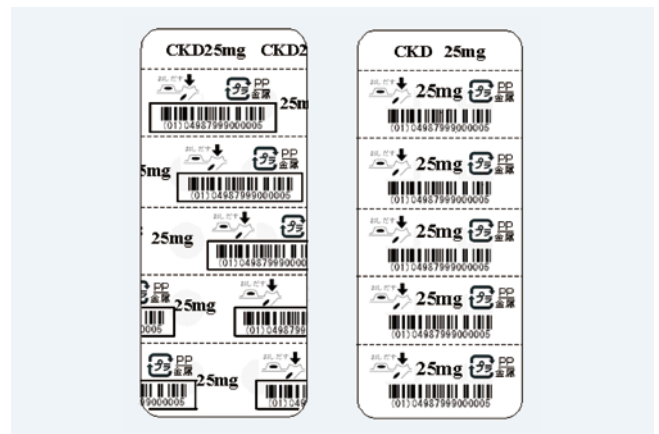


Fig.4 マーク合わせ有無によるデザイン比較

これを実現するための具体的な方法を次に示す。

上蓋フィルム(一般的にはアルミフィルム)には、あらかじめ最終仕様寸法よりも若干短いピッチにて印刷を行っておく。

それを延伸させながらシールすることで、成形ポケットと印刷との位置合わせを行う。装置の機構をFig.5に示す。

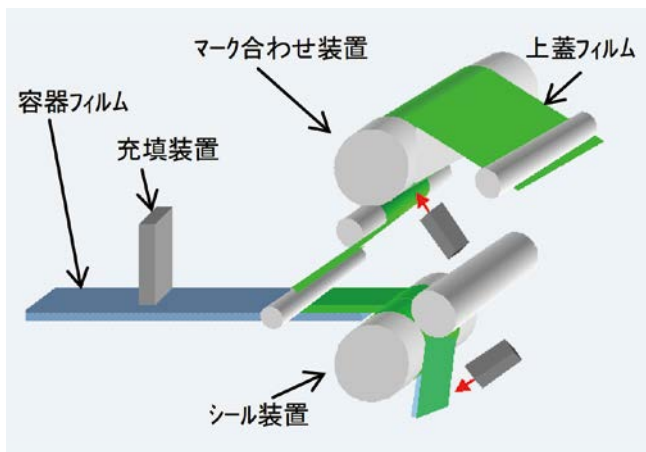


Fig. 5 マーク合わせ装置

シール装置とマーク合わせ装置との間で、フィルムスピードに速度差を設け、それにより上蓋フィルムの延伸を行う。0.2～0.3%が通常運転時の延伸量であり(諸条件により差はある)、最大で0.5%程度に設定する。

通常のアルミフィルムであれば1%以上伸ばさないと破断には至らない。その場合、最大延伸量は0.5%より大きくできる。しかし最近では1%以下でも破断に至るフィルムがある。ベースに(下地全面に)白着色層を設けたフィルム(通称、白ベタフィルム)である。そのため最大延伸量は0.5%に設定している。

この白着色層は、特にバーコードのコントラストを出すためにたいへん有効である。その一方で特性として「熱伝導が悪い」「破断しやすい」といったものがあり、それに起因してシール設定温度の上昇やシール目部の亀裂に発展する場合がある。また、酸化チタンを含んでいることから打抜き型の寿命にも影響を及ぼす。そのほか外観上、傷や汚れが目立つといった問題もある。

ただし、白着色仕様についてもさまざまな仕様がある。顔料の添加量、濃度、厚さ等といったものや、白色塗料メーカーの違いや1度塗りか2度塗りかといった違いがある。機械側においても、機械スピードやポケット・シートデザインといった仕様の違いがあり、前述の問題は一概に言えるものではない。

4-2 バーコード検査

従来のバーコードにおける品質確認方法は、大きく分けて“照合”と“検証”の2つに分類された。

① 照合

バーコードリーダ等により、バーコード(図形)を数値にデコード(変換)し、その数値が既定の数値と一致しているかを確認することである。デコードできないバーコードは、読み取り不可ということになる。

② 検証

バーコードリーダでの読み取りやすさの度合いを定量化することである。(JIS X0520に基づく)バーコー

ドの濃淡や線の太り細りなど印刷品質を測定し、その結果によりグレードと呼ばれるA～D、Fの区別に規定している。Fは欠陥(Fail)を表し、通常使用してはならないバーコードである。

「医療用医薬品新コード表示ガイドライン」(平成24年8月1日版 日本製薬団体連合会)には、「使用する包装資材の納品時において、グレードC以上のこと」と記載されており、包装資材に対しては業界の基準が明記されている。

③ PTPシートにおける課題

・シール目の影響

PTPシートは、容器フィルムとアルミ蓋フィルムを熱接着する。防湿性を高めるため、シール目と呼ばれる網目状のエンボス加工を施しており、表面が凹凸状態になっている。ここに光源を照射すると凹凸部分で光の明暗が発生し、照射方向を変えるとその度合いが変化する(Fig.6参照)。

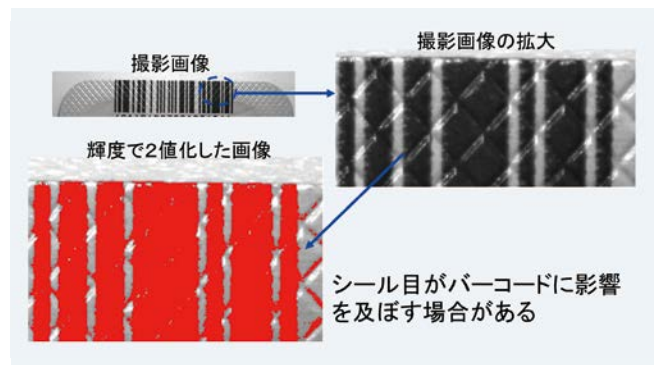


Fig. 6 シール目の影響

このように、PTPシート特有のシール目がバーコードの品質に影響を及ぼす。PTPシート特有の条件を考慮した専用システムを構築し、再現性のある品質検査を実施することが重要である(JIS X0520に基づく検証は、平面シートに印刷されたものが対象である)。

・バーコードの読み取り性(照合)について

最近のバーコードリーダは、Fig.7のように、一見して

バーコードに不備があるものでも読み取れるほどに、高い性能の機種が多い。その反面、誤読のリスクも高まっている。どのバーコードリーダで読み取っても正しく読み取れる品質確保が重要である。

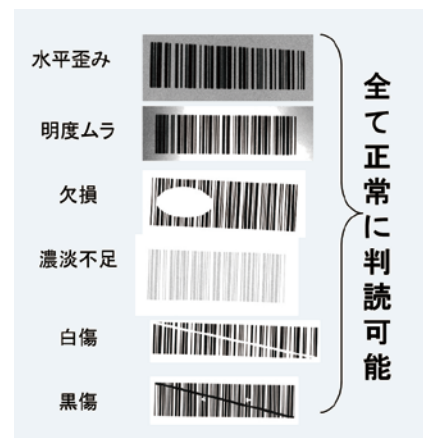


Fig. 7 最新のバーコードリーダにおける読み取りテスト

・バーコードの検証について

検証は、復号(読み取り)が可能な走査線10本以上で算出するという規定であり、読み取れなかった走査線は対象外となる。

結果Fig.8のように、検証においても、外観上バーコードに欠陥あるものが良品判定となってしまいます。これは検証の目的が、バーコードリーダでの読み取りやすさの度合いを定量化するところであり、結局はバーコードリーダによる読み取りが基準になっているところにある。

しかし、製薬メーカにおいて、PTPシートの外観というのは、品質の重要項目となっている。これまでさまざまな品質向上対策を進めた結果、外観品質も向上し、今や、それ自体を重要項目としているところは多い。

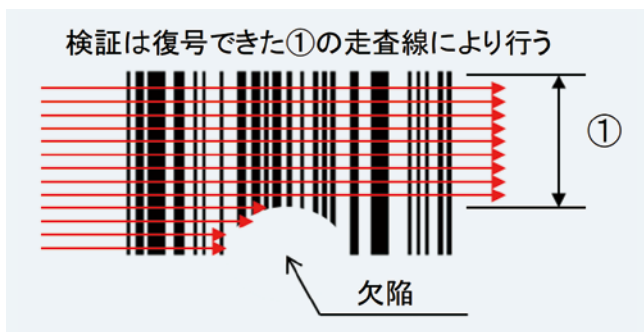


Fig. 8 検証における対象走査線

④ バーコード検査装置

これまでの照合や検証といったバーコードの確認方法のみでは、製薬メーカが求める品質基準に合致しているとは言い難い。そこでこのたび当社では、新たなバーコード検査装置『パトリード』を開発した(Fig.9)。

それはシール目の影響を含んだ状態で検査できるように、シール後に配置し、全数検査を可能とするものである。

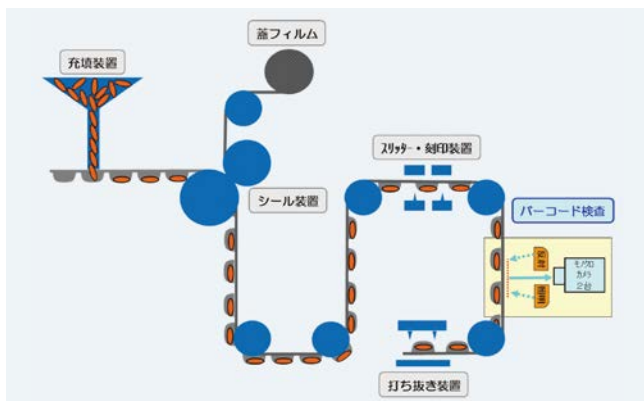


Fig.9 バーコード検査装置の取付配置例

そのバーコード検査装置『パトリード』の主な特徴を以下に述べる。

・バーコードのコントラスト

バーコード印刷の品質で最も重要な要素である。白部、黒部のコントラスト(輝度差)を計測し、その差が所定のレベル以上にあるかを検査する(Fig.10)。



Fig.10 コントラスト検査

・バーコードの照合

バーコードの読み取りを行い、既定の値との一致を検査する。

アルミ包材の間違い、アルミ印刷時の版下間違いなどの防止になる。

・外観検査

アルミ印刷工程で発生し得るにじみやかすれといった不良や、シール工程や搬送工程で発生し得る欠陥、黒点、白点、傷といった外観検査が可能である(Fig.11)。



Fig.11 外観検査

・位置検査

バーコードの印刷が正常な位置にあるかを検査する(Fig.12)。

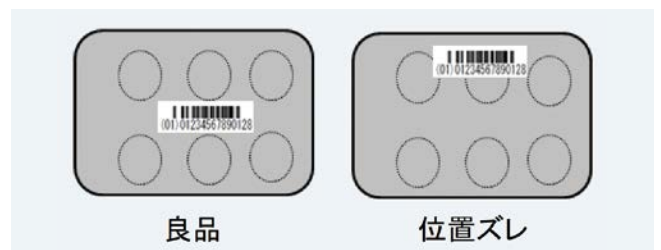


Fig.12 位置検査

1) 多種印刷対応

アルミデザインに柔軟に対応する。横方向印刷、縦方向印刷、ピッチ印刷、流れ印刷のいずれも検査は可能であり、1シート中に複数のバーコードがある場合や、印刷方法が混在していても対応ができる(Fig.13)。

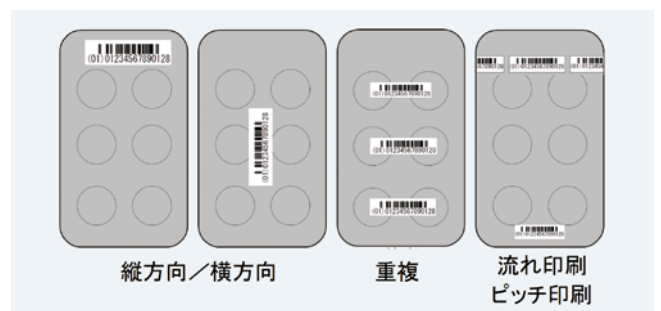


Fig.13 アルミデザイン

2) 品種切換え性

品種の切換えは、モニター上で品種番号を変更するのみで可能とした。

1台のカメラで1シート全面の撮影および検査を行い、カメラ等の機械的な調整を不要とした。バーコードがPTPシート上のどの位置にあっても、また複数あっても対応ができる。

3) コンパクト化

検査ポジションの確保が容易になるよう、撮影部をコンパクトな設計とした。

5 おわりに

現在、世界規模で偽造医薬品が流通しており、偽造医薬品の服用で多く人が健康被害を受けている。また、製薬企業の収益にも影響を及ぼしている。こうした偽造医薬品の流通を防止するため、海外(特に欧州)ではトレーサビリティの強化を目的として、2次元バーコードにより、商品コード、ロット番号、使用期限、シリアルナンバーを販売単位あるいは調剤単位で表示することを進めている。採用されているシンボルはデータマトリックスが主流である。

PTP包装機においても、こうした流れは無視できず、さらなる多様な対応が必要になってくると考えられる。

執筆者プロフィール



田口 幸弘 Yukihiro Taguchi
自動機械事業本部 第1技術部
Engineering Department No.1
Automatic Machinery Business Division

■ 出典 ■

PHARM TECH JAPAN誌,2013年4月臨時増刊号



はんだ印刷検査機VPシリーズ

Solder Paste Inspection Machine VP Series

梅村 信行 Nobuyuki Umemura

奥田 学 Manabu Okuda

電子機器の小型化・高機能化にともない、部品の微細化・多機能化、プリント基板の高密度実装化が急速に進んでいる。実装部品が微細になるほど、安定した品質を保つことが難しくなる。特にはんだ印刷においては予期せぬ印刷不良が発生するため、印刷機の性能向上とはんだ検査機の不良検出能力の向上が生産ラインの品質を保つためにカギとなる。しかしその一方で、検査機は生産タクトのボトルネック工程になってはならない為、不良検出能力を向上させつつ、検査速度も高いレベルで達成させる必要がある。そこで、印刷マスクから転写された開口毎のはんだの体積量について、ラインタクトを損なうことなく検査するという、ユーザーニーズに対応したはんだ印刷検査機VPシリーズを紹介する。

As a result of downsizing and sophistication of electronic devices, miniaturization, multi-functionizing of parts, and high density mounting of print circuit boards are accelerating rapidly. The smaller the mounting parts, the more difficult it will be to keep stable quality. Especially in solder pasting, unexpected printing failures may occur, therefore improving performance of screen printers and functions of solder pasting inspection machine to detect failures of solder pasting, will be integral to maintaining quality of production lines. On the other hand, inspection machines should not be a bottle neck process of the production tact. Therefore, improvement of failure inspection functions and high-level inspection speed must be achieved at the same time. Here, we would like to introduce VP series, solder pasting inspection machine which inspects volume of solder from every aperture of printing masks without affecting line tact.

1 はじめに

近年実装業界では3次元計測法によるはんだ印刷検査の導入が進んでいる。当社はこの3次元計測法によるはんだ印刷検査の重要性にいち早く着目し、1996年から現在に至るまで、それまでの2次元計測法に替わり3次元計測法を用いたはんだ印刷検査機をリリースしてきた。その結果、当社のはんだ印刷検査機はお客様から高い評価をいただき、また実装業界全体で3次元検査機の導入が進んでいることから、3次元計測法によるはんだ印刷検査は「実装技術」にとって必要な技術であったと確信している。はんだ印刷検査装置は、「計測精度」、「検査速度」、「操作性」を追求した製品となっている。本稿ではこのVPシリーズについて紹介する。

2 開発背景

近年のデジタル家電をはじめとする電子機器の急速な高性能化、小型軽量化に伴い、基板の小型化、高密度化が急速に進んでいる。搭載部品においても微細化が進み、0402チップ及び狭ピッチCSP等の搭載が増加している。CSP等の部品は基板との接合部が部品の底面に存在するため、部品搭載後におけるはんだ接合面の検査は外観検査では不可能であり、導通テストあるいはX線による物体透過検査に頼る他はない。しかし、一般的にX線は取り扱いが難しく、インラインでの検査が困難であるのが現状である。その結果、部品搭載前にはんだ接合部の状態を検査することが、リフロー後の外観検

査ではんだ不良が検知できない部品における現実的な方法である。そのためには、印刷したはんだ形状および体積量を、きわめて高速に検査することが必要となる。

VPシリーズはまさにこのような市場の要求に答え、お客様の生産ラインの生産性を低下させない高い高速性を持ち、品質を高いレベルで安定させるツールとして開発した。

3 開発コンセプト

前述の実装業界の背景を受けて、VPシリーズは下記のコンセプトで開発してきた。

・高速性

FULL Mサイズ基板(330mm×250mm)を15秒で検査できること。

・高精度

0402チップなどの微細な部品を含む基板で、はんだ印刷基板が安定して検査できること。

・作業性の向上

手袋をした状態でのタッチパネルの使用を前提とし、ボタンは大きく、パネルも手袋をはめた状態で操作可能なものを採用する。

・設置スペースの低減

通路側、ライン方向への飛び出しが無い事。

・人による作業を極力無くすこと

画面のみで明確に不良が判別できる事。

4 VPシリーズ装置紹介

4-1 計測原理

VPシリーズには3次元計測の基本原則として位相シフト法を用いている。位相シフト法とはモアレ法の一種で、2次的に変化する正弦波状の輝度分布を有する縞状のパターン光を、斜め上方から複数回(位相を変化させて)計測対象物に投影し、これを真上から撮影して得られる画像から位相変位を求め、三角測量の原理により高さへ変換することで3次元計測を行うものである。10年以上の歴史を持つ当社の3次元はんだ印刷検査機は、この位相シフト法及びその応用であるカラー格子縞位相シフト法を採用している。この位相シフト法の優れた特徴を下記に紹介する。

① 安定した計測原理

画像処理は一般に外乱光、照明ムラおよび被写体の反射率の変化などから計測結果に大きな影響が発生し、そのために数々の補正などを行うが、位相シフト法では複数枚の画像からの位相変化を捉えることから明暗に左右され難く、安定した3次元計測が可能となる。

② 高速検査が可能

カメラを用いた計測であるため、視野単位の検査となる。よって、はんだが存在する領域のみの計測で済むため、高速検査が可能となる。

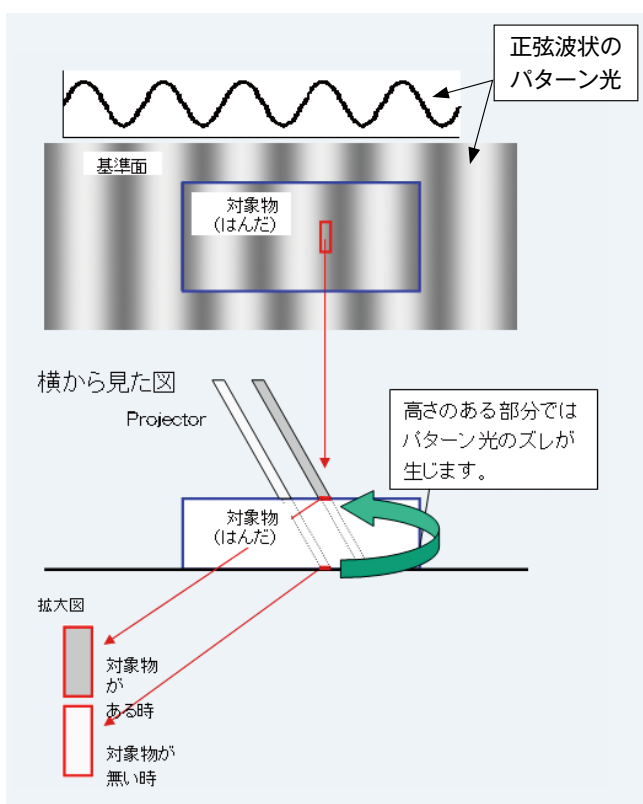


Fig. 1

4-2 超高速検査

超高速8500mm²/secの検査速度。超高速マウンターラインでもラインタクトを損なうことなく全点全個所フル3D計測が可能である。

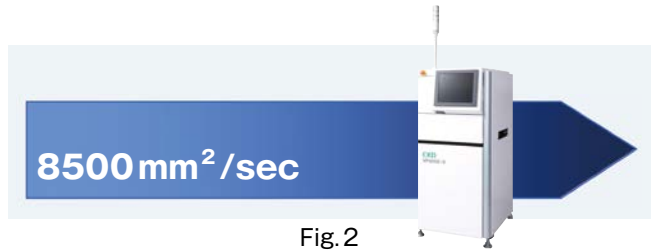


Fig. 2

4-3 近紫外線LEDプロジェクタ

VPシリーズでは、3D計測光源に白色LEDに変わり、当社特許技術である近紫外線LEDを採用した3D計測を導入した。近年基板の多様化からレジスト材質、厚さなどが多岐にわたり、白色LEDでは材質による反射率の変動により基準点の位置を安定して計測する事が出来なくなってきた。そこで、紫外線の表層反射する特性に着目し、3D光源を近紫外線化する事で、基板表面を確実に計測し印刷条件の変動を効果的に確認する事を可能とした。

4-4 分解能切り替え機能

VPシリーズでは、検査対象基板の部品単位で分解能を切り替える事を可能とした。本機能を用いる事で特定パット(例えばφ300μm CSPパットや狭ピッチコネクタなど)のみを高分解で計測し、通常のパットは高速な標準分解能で計測する事が出来る。瞬時に切り替えを行う事で、検査速度を損なわずに検査精度を向上する事を可能とした。

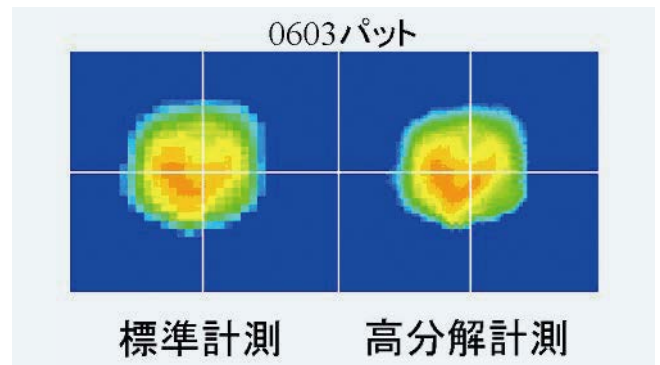


Fig. 3

4-5 はんだ追従機能

はんだが位置ずれて印刷されても位置ずれ量に検査ウィンドウが追従し、位置ずれ量を正確に検出する事が可能である。

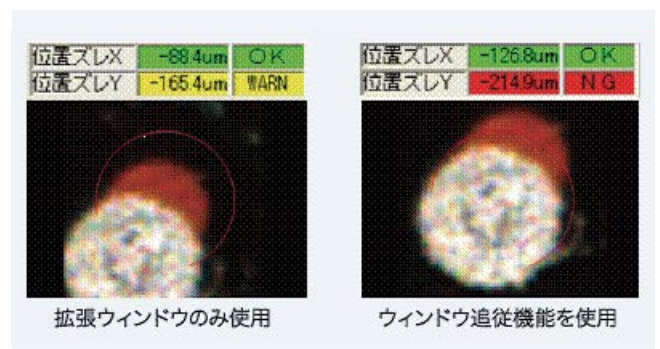


Fig. 4

4-6 環境対応

生産設備として、環境への対応も考慮するため、VPシリーズはRoHS指令に対応した。さらに精度に関わるリニアガイドや、ボールネジは全てメンテナンスフリー品を採用する事で給油の手間或使用オイル量を削減した。また、単一の電源のみで動作できるようにエアレス化を実現した。VPシリーズは多角的な面から地球環境に配慮している。



Fig. 5

4-7 フレキシブルな拡張性

VPシリーズには検査機本体の他に、検査プログラムの作成および編集、様々な検査結果を閲覧できるデータステーション(オプション)を用意している。1台のデータステーションにはVPシリーズを最大6台まで接続でき、複数ラインのはんだ印刷状況をリアルタイムに集中管理することができる。

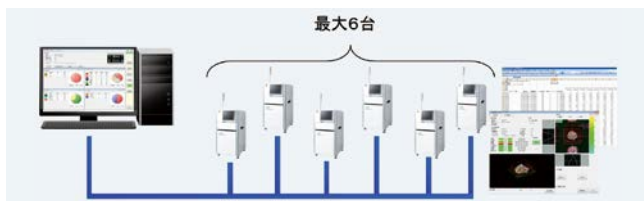


Fig. 6

4-8 その他特徴

・高精度な検査

位相シフト法と2D照明を組み合わせた、当社独自の計測システムの採用(当社特許技術)により、繰り返し精度2~3%以下(*1)の高精度な検査を実現した。

・設置性を最優先したデザイン

モニターやキーボードを機械扉に組み込む事で機械寸法外への突起物が無くラインに無理なく収まる。さらに機械正面の扉も機械幅内で開閉できる。これにより前後工程機と密着した状態での設置においてもメンテナンス性を確保できる。

・カラー画像表示

NGやワーニングが発生した際にパット形状を確認する計測画面はカラー表示機能を採用した。

・データ解析ツール

オプションであるデータステーションでは、VPシリーズから送られてくるリアルタイムの検査

データを解析する統計機能を強化した。これにより全生産基板のはんだ印刷の状況が詳細に解析でき、はんだ印刷における工程管理を強力にサポートできる。

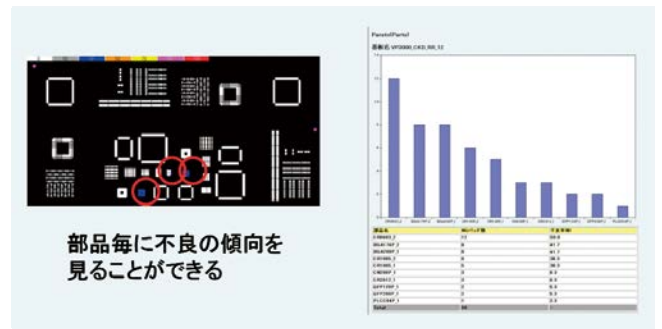


Fig. 7

・トレーサビリティへの対応

VPシリーズではオプションにて、1、2次元バーコードによる基板識別番号(シリアル番号など)を装置内のカメラで認識することができる。これにより出荷された製品の生産時におけるはんだ印刷状態などの調査を迅速に行う事ができ、不具合発生の原因追求と再発防止に貢献する。

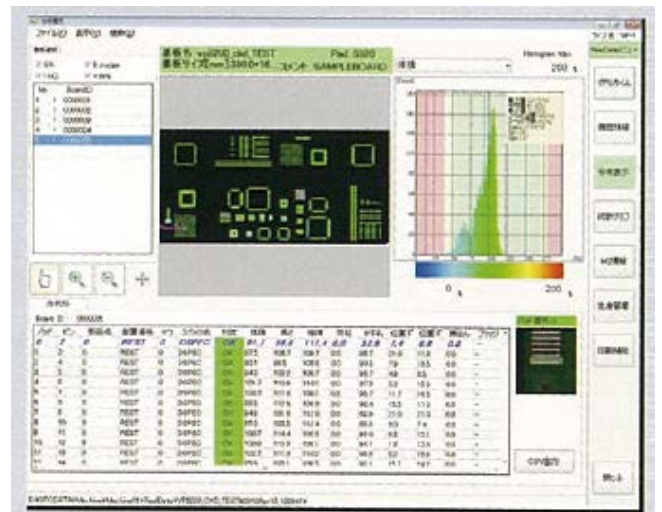


Fig. 8

4-9 仕様

VPシリーズの仕様を以下に示す。

Table. 1

標準仕様		VP6000-V	VP5200-V		
型式		VP6000-V	VP5200-V		
検査方式	Inspection Method	位相シフト法 [Phase Shift Method]			
基板サイズ	PCB Size	(M)50x50mm~330x250mm (L)50x50mm~510x460mm			
基板厚み	PCB Thickness	0.3~5.0mm			
照射方向	Projection	Dual Projection	Single Projection		
検査分解能	Inspection Resolution	デジタル切換え方式 [Digital Switching Method]			
		25/12.5μm	20/10μm	15/7.5μm	
検査速度 (mm ² /sec)	Speed	標準	8000	4500	2600
		高分解能	4000	2500	1400
			8000	4500	2600
			4500	2800	1500
精度 (体積3σ)	Accuracy (Volume 3σ)*1	2%以内 [Within 2%]		3%以内 [Within 3%]	
基板反り	PCB Warping	±5mm			
外形	Outline Dimension	(M)724x870x1450mm (L)804x1080x1450mm			
電源	Primary Power Supply	単相 [Single Phase] AC200~230V 50~60Hz MAX 1KVA			
エア	Required Pneumatic Supply	不要 [Not Required]			
重量	Weight	(M)500kg (L)560kg			
無停電電源装置	UPS	標準搭載(PC数のみ) [Standard Equipped for Only PC.]			
環境対応	Environmental Support	RoHS			

*1 弊社サンプル基板を使用

5 生産性改善への取り組み

・フィードバック／フィードフォワード

電子部品の小型軽量化に伴い、はんだ印刷のむずかしさにかかわる要因だけでなく、基板や印刷マスクの伸びといった材料にかかわる要因も製品の品質にかかわってくる。

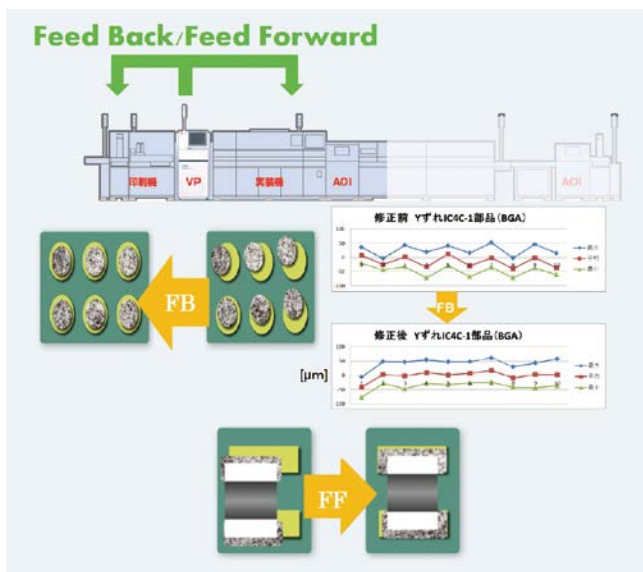
これに対応する為には機械単体だけでなく生産ライン全体で品質安定化に取り組む必要がある。

微細部品を安定して搭載する為には

- ① 基板電極位置にはんだを正しく印刷する。
- ② はんだの上に部品を搭載する。

この基本的な二つの機能が今後ますます重要となる。この課題を克服する為に印刷検査機の情報を中心として下記を実践させることで03015チップなどの微細部品搭載が可能となる。

- ① 印刷検査機にて検査したはんだ位置ずれ情報を前工程の印刷機へ送り、ずれ量を補正させるフィードバック機能。
- ② 印刷検査機にて検査したはんだ位置ずれ情報を後工程のマウンターへ送る事でずれたはんだ印刷位置へ部品を搭載させるフィードフォワード機能。



6 おわりに

はんだ印刷検査機の精度、機能は市場の必要性に応じて急速な発展を遂げてきた。今後はこのような基本的な性能及び機能の向上と同時に、地球環境に配慮した省資源・省エネルギーに貢献できる装置の開発が重要となる。当社としては、お客様のラインの品質向上に貢献できる装置を開発することで、ラインの稼働率を向上させ、使用エネルギーを削減することに貢献できる商品の開発を進めていく。

当社は今後ともはんだ印刷検査という分野から実装技術の発展に寄与すべく、グローバルな市場要求を取り入れながら技術の開発、展開を進めていく。

執筆者プロフィール



梅村 信行 Nobuyuki Umemura
喜开理(中国)有限公司 自動機械生産部
CKD(China) Corporation
Automatic Machinery Production Department



奥田 学 Manabu Okuda
自動機械事業本部 第3技術部
Engineering Department No.3
Automatic Machinery Business Division



錠剤・PTPシート外観検査装置 ～グローバルモデルの開発～

Tablet・PTP-sheet Visual Inspection Machine ～Development of Global Model～

小田 将蔵 Shozo Oda

日本国内において、PTP包装工程におけるインライン検査装置「フラッシュパトリシリーズ」は、カメラを使用した高精度な画像処理検査装置として、多くの製薬工場で使用され高いシェアを保持している。しかし海外の市場では、その性能、価格が海外のニーズに合わずなかなか受け入れてもらえない。そこで、海外のニーズに適した検査装置「ファームビジョン」を開発した。ファームビジョンは、フラッシュパトリの基本的なシステムや機能を継承しつつ、海外のニーズに適した性能、価格にするため、画像処理を応用した技術的手法によって、機能を維持したまま省部品化を実現した。また、海外の製薬工場での使用や海外製の様々なPTP包装機に対応できるように、多国言語表示対応や多列シート対応を可能とするなど、グローバルタイプの検査装置に仕上げた。

In Japan, in-line inspection machine for blister packaging process, "FLASHPATRI series" is used in many pharmaceutical plants and maintains high market share as highly accurate image processing inspection machine using vision. We find it difficult for its performance and price to be accepted by overseas market, so we have developed in-line inspection machine model "PharmVision," meeting needs of overseas market. PharmVision achieved reduction of number of parts while maintaining functions by image processing applied technical methods, in order to make its performance and price match overseas needs, while keeping basic system and functions of FLASHPATRI. Also, it is developed as a global inspection machine by enabling multi-lingual display and handling of multi-lane blister sheets, so it can be used in pharmaceutical plants overseas or be mounted on foreign brand blister packaging machines.

1 はじめに

日本では、PTP包装工程内においてカメラを使用した高精度なインライン検査装置が必須の設備となっている。

およそ30年前、厚生省から公布されるGMP(製造管理及び品質管理規則)は遵守事項として自主管理項目であったため、当時の検査は目視検査が主流で、欠錠や錠剤の割れ、欠けを検出する検査装置はあったものの、その普及は大きいものではなかった。

1994年に省令が改正され、「製造所のGMP体制が整っていること」が「製造業の許可を取得するための必要要件」になったため、PTP包装工程においても、GMPガイドラインに準拠し、製品品質を確保する意識が一層高まった。それまでは、PTP包装工程で発生する不良品を包装工程直後に目視による検査によって排除してきたが、検査員の経験やスキル、体力、集中力により検査精度が不安定になるため、不良品を見逃し後工程に流れてしまう危険性があった。ここで注目されてきたのが、一定の検査精度を保ち、全数検査が可能なインライン検査システムである。これにより、高い品質を保つ仕組みをつくることが可能になり、品質確保の要となっている。

当社は、これに応えることのできるインライン検査装置「フラッシュパトリ」を開発した。そして現在に至るまで、製薬メーカーの多くのニーズに応じてきたことで、高精度で様々な検査に対応した豊富なラインナップを備

えたフラッシュパトリシリーズに発展させることができた。現在、国内の多くの製薬工場で使用され高いシェアを保持しているが、海外での実績は少ない(Fig.1)。

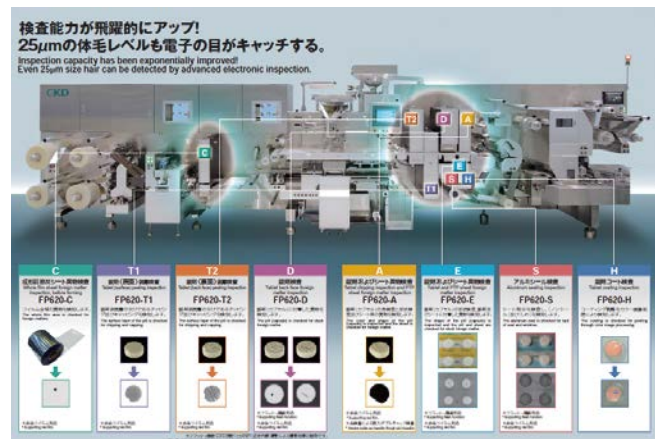


Fig.1 フラッシュパトリシリーズFP620

2 海外のインライン検査

海外の製薬業界でも日本と同様に、GMPに相当する省令が各国にあり、各製薬メーカーはそれに従い対応している。また、輸出入については、輸入国の省令に従う必要があるため、PTP包装工程もそれぞれ要求に満足できる設備にする必要がある。国やメーカーによって、PTP包装工程におけるインライン検査の様式は様々あると思われるが、どの国を見ても、日本で行われているような検査、つまりフラッシュパトリで行う検査精度、検査

種類を持ったPTP包装ラインはない。

2-1 検査精度について

フラッシュパトリでは0.1mm角の異物を検出できるが、海外では最小でも0.5mm角の異物を検出できれば良いという考えが主流となっている。

2-2 検査種類について

PTP包装工程内における様々なポジションで必要な検査を行っているフラッシュパトリ(Fig.1)に対して、海外では「充填後、シール前」の位置で検査を行っているだけである(Fig.2)。

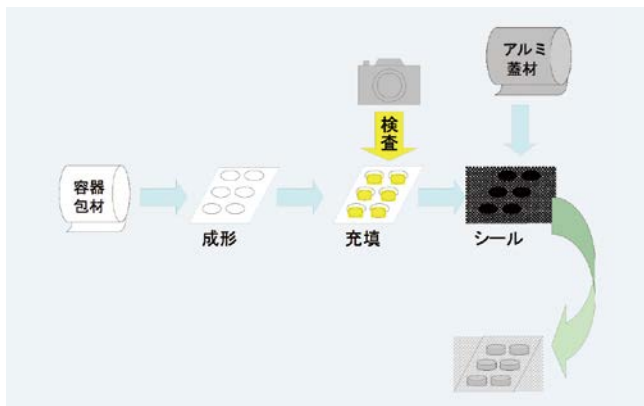


Fig.2 検査ポジション「充填後シール前」

また、中国などの新興国では、未だ検査機の導入が十分ではなく、目視による検査を行っているところも多々ある。

上記の通り、海外では、日本で当たり前とされるような検査が行われておらず、フラッシュパトリのような高精度、高機能なインライン検査装置は適していない。さらには、高品質な分コストが上がることもネックになる。しかし、今後、新興国での医薬品製造や輸出の増加、世界的なGMP標準化が考えられるようになっていくことが予測されており、製薬品質の向上は必至である。この事は日本で経験した製薬業界の歴史が重なり、PTP包装工程におけるインライン検査装置の需要は増えていくと考えられる。そこで当社では、海外に向けた検査装置「ファームビジョン」を開発した。

3 ファームビジョンの仕様

ファームビジョンは、フラッシュパトリで培ってきた基本的なシステムや機能を継承した。そして、下記のように海外の仕様に適した精度、検査項目を持たせ、後から設置可能とした、コンパクトでグローバルに対応した装置を目指した。また、海外で使用されている検査装置と同等レベルのコストにするため、省部品化にも取り組んだ。

● 検査精度

最小で0.5mm角の異物を検出できるようにする。

● 検査ポジション

海外で主流となっている「充填後シール前」のポジションで検査を行う。

● 検査項目(Fig.3)

- ・錠剤有無
- ・錠剤の割れ・欠け
- ・錠剤上異物
- ・錠剤色
- ・シート上異物

● その他

- ・多国言語表示対応
- ・多列シート対応
- ・コンパクトな装置(Fig.4)

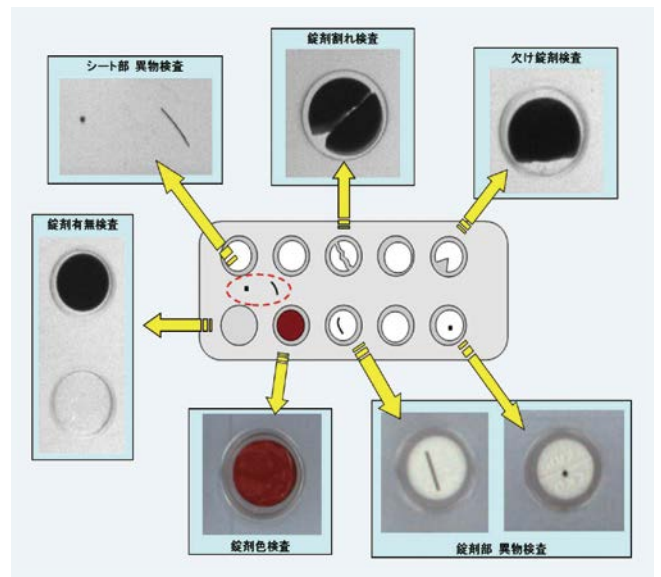


Fig.3 検査項目



Fig.4 装置のコンパクト化

4 フラッシュパトリを継承

「充填後、シール前」のポジションで検査を行うFP620-Aをベースに開発した。

4-1 検査システム

フラッシュパトリの検査システムのメカニズムは、PTP包装機のタイミング制御により、撮影ポジションにシートが搬送されると検査指令(電気的信号)を画像処理装置に送る。指令を受けた画像処理装置は、照明装置から照明発光すると同時にカメラのシャッターを切る。カメラで撮影された画像は画像処理装置に取り込まれ、画像処理によって良品・不良品の判定を行い、その結果をPTP包装機に電気的信号を送る。PTP包装機はシート排出制御に基づき、不良品を系外排出する(Fig.5)。

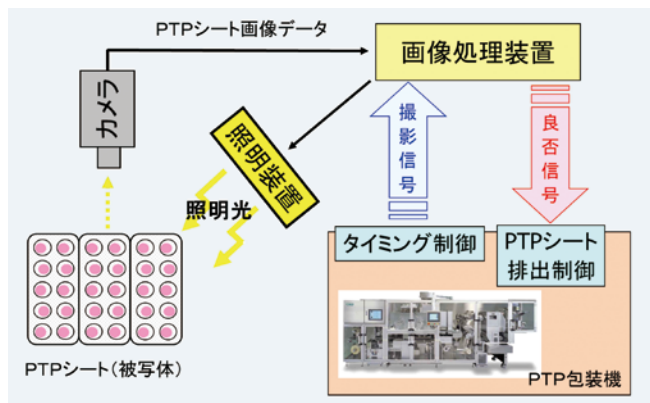


Fig. 5 検査システムのメカニズム

4-2 撮影方式

(1)透過光方式

カメラと照明装置の間に被写体を配置する構成からなる。撮影した画像は、いわゆるシルエットで映しだされるので、透明体である樹脂容器フィルムに付着した異物検査や、錠剤の大きさ・形状を検査するのに適している。異物や錠剤の材質・色・表面凹凸に影響されにくく、安定した検査を行うことができる(Fig.6) (Fig.7)。

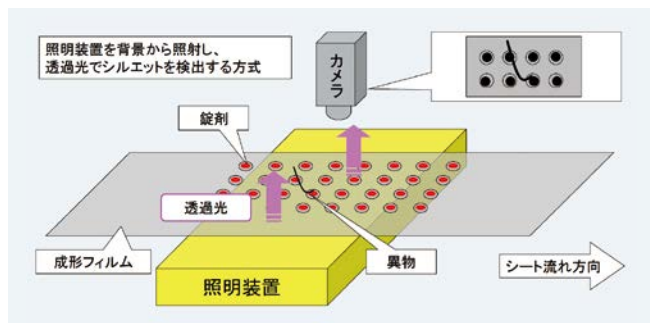


Fig. 6 透過光方式

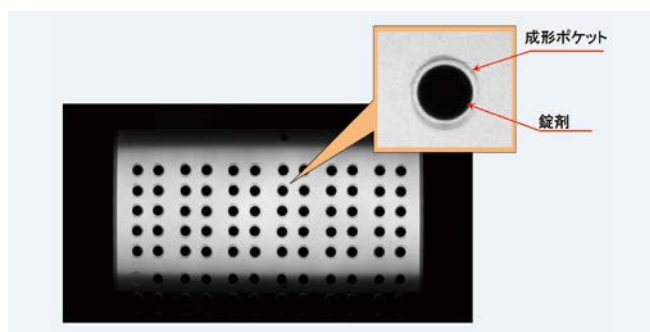


Fig. 7 透過光方式で撮影した画像

(2)反射光方式

反射光方式は、照明光を被写体に照射して反射した光をカメラで捉える。一般的な写真撮影を行う方法と同じである(Fig.8) (Fig.9)。

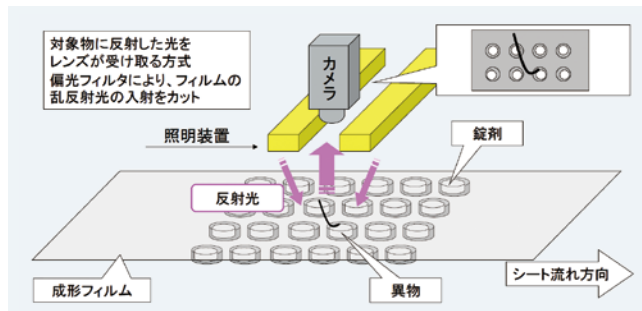


Fig. 8 反射光方式

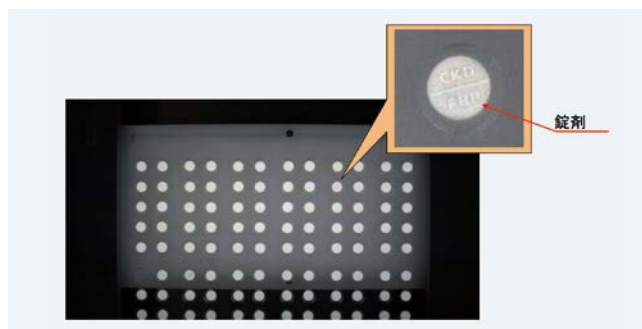


Fig. 9 反射光方式で撮影した画像

5 省部品化のための画像処理技術

透過光方式で影を映し出し、シート上の異物の有無や錠剤の大きさ・形状を検査するにはモノクロ画像、反射光方式で錠剤色や錠剤上の異物を検査するにはカラー画像にするのが適している。そのため、それぞれモノクロカメラ、カラーカメラを用意して撮影するのが一般的である。また、フラッシュパトリでは1つのPTPシートに対して、カメラ1台を使用して検査を行っていた。これを、カラーカメラ1台でモノクロ画像、カラー画像を作り出し、複数の列を成して包装工程を流れるPTPシートに対して、1台のカメラで行うようにした。これによって、カメラ台数を削減すると同時に、周辺のカメラホルダや配線に関わる部品を削減することができた(Fig.10)。

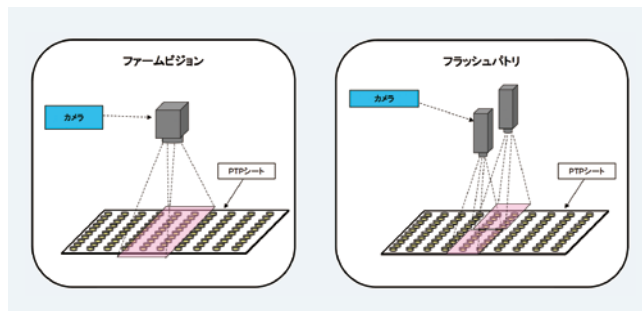


Fig. 10 カメラ台数の変更

5-1 撮影システム

上記で説明した検査システムのように、撮影ポジションにきたPTPシートに対して2回撮影を行う。1回目の撮影は透過光方式を行い、2回目の撮影では反射光方式を行う。それぞれ撮影する度に、1つのカラーカメラから送られてくる生のデータを画像処理装置が受け取り、1回目の生データはモノクロ画像に、2回目の生データはカラー画像に生成してそれぞれ検査処理にかけられる。その後は上記の検査システムと同じく良品・不良品判定が行われてPTP包装機に結果を送る(Fig.11)。

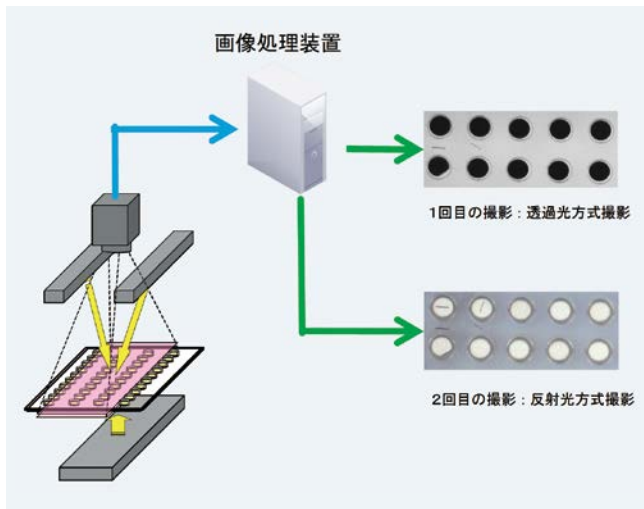


Fig. 11 撮影システム

5-2 画像処理

カラーカメラから送られてくるデータはRAW(生)データといい、これを画像処理で加工することによって画像データを作り出している。RAWデータでは、各画素に色の3原色であるR(赤)・G(緑)・B(青)のどれか1つの明るさデータを持たせていて、ベイヤー配列と呼ばれるパターンで規則的に配置されている(Fig.12)。

B 明るさ: 56	G 98	B 59	G 97	B 58
G 100	R 200	G 99	R 200	G 99
B 58	G 100	B 58	G 99	B 57
G 99	R 199	G 101	R 201	G 98

Fig. 12 ベイヤー配列パターン

画像が横5画素×縦4画素の解像度としたときのRAWデータを表す。各画素には単色の明るさデータしかない

カラー画像を作り出すときは、ベイヤー変換法を用いてRAWデータからカラー画像データに変換される。ある画素の色を表すとき、その画素が持っていない色の明

らさデータを周囲の画素から補完して画素の色を決定する。補間は周囲の色それぞれの明るさの平均を取る。それを全ての画素に対して行い、1個のカラー画像データができあがる(Fig.13)。

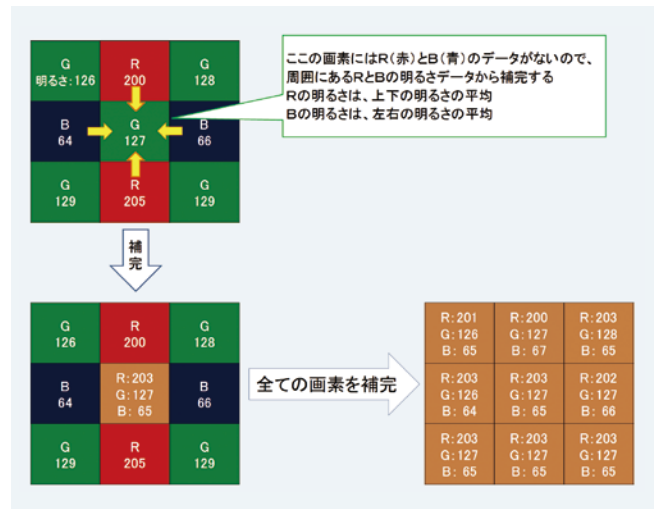


Fig. 13 ベイヤー変換法でカラー画像を生成

一方、モノクロ画像は、周囲の画素データから補完することなく、ホワイトバランスを調整した後、各画素が持つ単色の明るさを、そのままモノクロ画像データとして表現している。ホワイトバランスの調整とは、白色を撮影したとき、各RGBの明るさが同じになるようにRGBそれぞれの感度を調整することである。これは、白色を3原色RGBで表すとき、それぞれの明るさの比は同じになるという考えに基づく。例えば、白色を表すなら $(R \cdot G \cdot B) = (255 \cdot 255 \cdot 255)$ 、黒色だと $(0 \cdot 0 \cdot 0)$ 、中間の灰色なら $(128 \cdot 128 \cdot 128)$ と表される(Fig.14)。

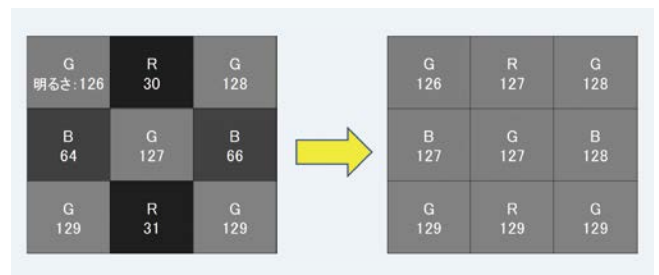


Fig. 14 モノクロ画像を生成

左がホワイトバランス調整前 右が調整後

6 グローバル対応

6-1 多国言語表示

世界のどの国でもオペレーターの方が使えるように表示言語は、その国の言語を表示できるようにした。また、翻訳した文字を登録すれば任意に表示言語を切り替えることもできる。例えば、日本語→英語、中国語→英語のような切り替えが即時行える。表示可能言語は、世界のほとんどの主要な言語をサポートしている(Fig.15)。



Fig. 15 多言語表示

6-2 シート対応

「5. 省部品化のための画像処理技術」でも触れたが、1つのカラーカメラで複数列になってラインを流れるPTPシート全てを撮影して検査するようにした。

従来、日本国内で使用されるPTP包装機は、PTPシートが最大2列を成して包装工程を流れるというのが大半である。そのため、フラッシュパトリも最大2列まで対応できるシステムや画面構成となっていた。しかし、海外のPTP包装機を見てみると、最大で6列に対応した機械があることがわかったため、ファームビジョンは最大6列に対応するようにした(Fig.16)。

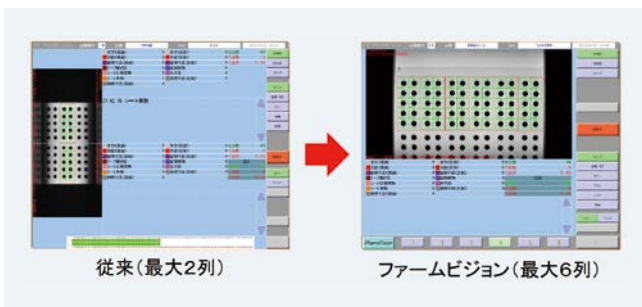


Fig. 16 モニタの表示対応

執筆者プロフィール



小田 将蔵 Shozo Oda
 自動機械事業本部 第1技術部
 Engineering Department No.1
 Automatic Machinery Business Division

7 おわりに

コンパクトでグローバルな検査装置「ファームビジョン」が海外製薬工場のニーズに答えているかは、これから分かっていく。しかし、GMPの世界的な標準化が進められている中、ファームビジョンがこれで完成したとは思わない。中国のような新興国はどんどん先進国に追いつこうとするし、先進国はより良い品質をつくるためにGMPを発展させていく。この変化に対応できるよう、当社の検査装置「ファームビジョン」や「フラッシュパトリ」も発展し、世界中の安全で安心な薬の製造に貢献していく。



ランプ製造設備のコア技術

Core Technologies for Lamp Making Machines

上澤 眞澄 Masumi Uezawa

照明業界では、各種蛍光ランプ、各種電球を総称してランプと呼んでいる。現在、照明業界では省電力化の製品が推進され、LED照明が急速に伸びている。一方では従来ランプにおいてもランプメーカーの努力で、省電力、高効率、長寿命への改善が進んでおり、さらに進化を遂げている。当社はこれまでに蛍光ランプ、自動車用ハロゲンランプ、一般照明用ハロゲンランプ、自動車用HIDランプ、冷陰極ランプ等様々なランプの製造設備を製作してきた。その過程で多くの経験を得、多くの技術を学んできた。その中で、ランプを製作する為に必要な重要且つ難しい3つの技術がある。

- ① 硝子加工の技術
- ② 熱関係の技術
- ③ 真空関係の技術

今回その技術について紹介する。

In the lighting industry, fluorescent lamp systems and electric bulbs are collectively called as "lamp." Today, power-saving products are promoted in the lighting industry and LED lighting production is rising rapidly. On the other hand, traditional lamps have been improving power saving, high efficiency, and long service life aspects. So far, CKD has manufactured various lamp making machines for fluorescent lamps, automotive halogen lamps, halogen lamps for general lighting, automotive HID lamps, cold cathode fluorescent lamps etc. Throughout our history, we have gained a significant amount of knowledge and technologies. Among them, there are 3 technologies which are necessary, important and difficult to produce lamps.

- ① Glass processing technology
- ② Heat related technology
- ③ Vacuum related technology

This time, we would like to introduce these technologies.

1 ランプの製造工程とその技術

3つの技術を紹介するにあたり、はじめにランプの製造工程について紹介する。

1-1 ランプの製造工程

ランプを材料であるガラスから加工し、製品にするまでに多くの工程がある。

大きく分けると次のような工程になる。

1) 切断工程

長尺のガラス管を製品に必要な長さに切断する。バーナーで加熱後、カッターを当てガラスに入る歪を利用して切断する方法が一般的であるが、ガラスの種類により異なる方法もある。

2) ガラス管成型工程

定寸に切断されたガラス管を製品にあわせて加熱成型する。

成形されたガラス管の事をバルブ(BULB)と呼ぶ。

3) ステム、マウント工程

電極を製作する。金属のリード線とそれを保持させるガラスを溶着させる。その後リード線にフィラメント等を取り付ける。

4) 封止工程

成型されたバルブと電極を加熱溶着する。

溶着箇所は製品に合わせた形に成形する。

5) 排気工程

封止工程後のバルブ内を真空ポンプによる排気と不活性ガスによる置換を行い、クリーンな真空状態にする。そして必要な封入ガスを充填し、バーナーにて密封する。

密封後の内圧は、ランプにより負圧あるいは正圧であったりする。

この排気工程が製品の特性、品質に対して最も重要な工程である。

6) キャッピング工程

ランプに必要な口金を組み付ける。口金の不要なランプもある。

7) エージング、検査工程

ランプのエージングおよび必要な各種検査を行う。

これらの工程はランプの種類により細部では違いがあるが、殆どのランプに共通している。

1-2 コア技術

一連の工程で中心となるのはガラス加工技術である。多くの工程でその技術が必要である。そしてガラスを加熱加工する為には、熱(燃焼)に関する技術が伴う。また、製品の品質と特性に最も重要なのが排気工程の真空技術である。

これらがランプの3大コア技術である。

そしてこのなかのガラス加工技術はガラスの特性に大きく影響を受ける。その為、その特性に合せたガラス加工をしなければならない。

ランプ製造設備の製作上、特にガラス加工においてはガラスを熟知していなければならない。

これより各技術の詳細について述べる。

2 ガラス加工技術について

最初にガラスについて説明をする。

2-1 主なガラスの種類と用途

ランプ用のガラスは大別すると

・軟質ガラス

ガラス分類の一つで、軟化する温度が低いものを総称した呼び方。

・硬質ガラス

軟質ガラスに対して、軟化する温度が高いものをいう。また急な温度変化に強い。

・石英ガラス

に分けられる。

1) 軟質ガラス

① ソーダ石灰ガラス

材料が安価で比較的低温で溶け易い。

経済的にも扱いにも有利。多くのガラス製品に使用される。

用途 蛍光灯、電球など。

② 鉛フリーガラス

環境対応により従来使用されていた鉛ガラスの代替である。

用途 蛍光灯、自動車用ランプなど。

2) 硬質ガラス

① ホウ珪酸ガラス

軟質ガラスに比べ熱膨張が小さく、耐熱耐食性に優れている。用途は多い。

用途 冷陰極ランプ、殺菌灯など。

② アルミノ珪酸ガラス

主に自動車用ハロゲンランプ用に作られたガラス。熱膨張率が低く耐熱性に優れている。電極で使用するモリブデンとの溶着性が良い。

用途 自動車用ハロゲンランプなど。

3) 石英ガラス

軟化温度が高く、熱膨張率が非常に小さい。したがって耐熱性に優れ、急加熱、急冷却しても割れにくい。材料は高価。

用途 ハロゲンランプ、HIDランプなど。

そのほかにも多くのガラスがあるが、当社で経験して

きた代表的なガラスを記載した。

2-2 ガラスの特性

主なガラスの特性を表に示す(Table.1)。

Table.1 主なガラスの特性表

	軟質ガラス		硬質ガラス		石英ガラス
	ソーダ石灰ガラス	鉛フリーガラス	ホウ珪酸ガラス	アルミノ珪酸ガラス	溶融シリカガラス
熱膨張係数 $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 30~380 $^{\circ}\text{C}$	99	95	51	44	5.5
歪点 ($^{\circ}\text{C}$)	480	440	460	667	956
徐冷点 ($^{\circ}\text{C}$)	520	480	500	712	1084
軟化点 ($^{\circ}\text{C}$)	692	665	705	915	1580
作業点 ($^{\circ}\text{C}$)	980	980	1030	1202	—
比重	2.48	2.57	2.27	2.52	2.2

1) 作業点

ガラス加工を行うことができる温度。

2) 軟化点

ガラスが溶け始める温度。

ガラスが自重で変化する。

約 $10^{7.6}$ poiseの粘度に相当する温度とみなされている。

3) 徐冷点

ガラスの内部歪が15分間で除去できる温度。

徐冷域における最高温度。

約 10^{13} poiseの粘度に相当する温度とみなされている。

4) 歪点

ガラスの内部歪が4時間で除去できる温度。

徐冷域における最低温度に相当する。

この温度以下ではガラスの粘性流動は起こらない。

約 $10^{14.5}$ poiseの粘度に相当する温度とみなされている。

5) 徐冷域

ガラス製品の内部歪が商業的に考えて適当と思われる速度で除去できる温度をいう。

6) ガラスの失透

ガラスを高温で長時間加熱するとその表面または内部に不透明な箇所を生じることがある。この現象を失透とよぶ。

失透を生じた部分は異なった性質になる。

7) デボイル

ガラスを急加熱するとガラスが発泡する。特にアルミノ珪酸ガラスに発生しやすい。

特性表からわかるように、ガラスの種類により特性が大きく異なる。その為、ガラス加工においてもその方法が異なってくる。

2-3 歪について

ガラス加工で一番重要且つ厄介なものはガラスに発生する歪である。

ガラスを加熱、冷却すると膨張及び収縮することでガラス内部に応力が発生する。その内部応力が働いている状態を「歪がある」という。

「歪」は弾性論では弾性変形、塑性変形、粘性流動などの結果生じた変形の大きさを指す。しかしガラス加工上は変形の大きさではなく応力が働いていることで、「無理があること」というと理解しやすい。

ガラス加工では、内部応力と歪はイコールと考えて良い。

歪の状態を見る場合は、歪計を用いて残留応力を測定する。歪計はガラス内での光速度と屈折率が歪の影響を受ける現象を利用してガラスの歪を測定するものである。

2-4 歪の種類

ガラスの歪には一時歪と残留歪とがある。また内部応力の働く方向で、圧縮歪と引張り歪に分けられる。

1) 一時歪

一時的な加熱、温度不均一に伴う歪。温度が均一になると消える。

例えば、冷たいガラスを片側から加熱すると、表面は膨張し内部は表面に比べて温度が低い膨張は少ない。その為、表面の膨張は抑制されようとする。その結果、表面には圧縮歪、内部には逆の引張り歪が入る。

2) 残留歪

ガラス成形時に不均一状態で固化し、室温に冷えた状態で、ガラスに残った歪。成型時はガラスが軟化している為、歪はない状態である。これを短い時間で冷却すると、温度が不均一になりそして固化する。冷却段階で歪は入り、この歪は常温では永久に消滅しない。したがって「永久歪」とも呼ばれる。

この歪が最終製品にあると、完成後すぐに割れたり、数時間後あるいは数日後に割れたりする問題が生じる。

3) 圧縮歪と引張り歪

ガラスの熱の加わり方で圧縮と引張り方向の歪が入る。

残留歪の発生は望ましい場合と望ましくない場合がある。一般的に圧縮の残留歪は強度を向上させ、引張りの残留歪は強度を低下させる。

製品に応じて強度を増すため、意図して残留歪として圧縮歪を残すこともある。しかし、意図しない残留歪の発生は早期破壊を起こす場合がある為、このコントロールがガラス加工の技術のノウハウである。

歪は熱膨張により発生するものである為、ガラスにより入り方が異なる。石英ガラスは膨張率が低い為、歪は殆ど入らない。軟質ガラスはその逆である。熱膨張率が低いガラスほど歪は入りにくい。

2-5 ガラスの粘性

ガラス加工する上で、もうひとつ重要な要素がある。ガラスの粘性である。

冷たいガラスの温度を徐々に上げていくとある温度までは温度に比例して膨張する。しかしこの温度を超え

ると軟化点まで異常膨張する。そして軟化点以上になると、ガラスは飴状になり液体に近くなっていく。温度が上がると粘性は下がっていく。ガラス加工に適する粘度になるのが作業点付近である。

前記「ガラスの特性表」からわかるようにガラスの種類によりその温度は異なる。またこの粘度を保つ温度範囲もガラスにより異なる。これらの条件により加工しやすいガラスか否かが決まる。

一般的にその温度範囲が広く、温度が低いガラスが加工しやすい。

2-6 ガラス加工の基本

ガラスを加熱成型し、残留歪を発生させないためには、前述した徐冷点から歪点までを時間をかけてゆっくり温度を下げることである(Fig.1参照)。

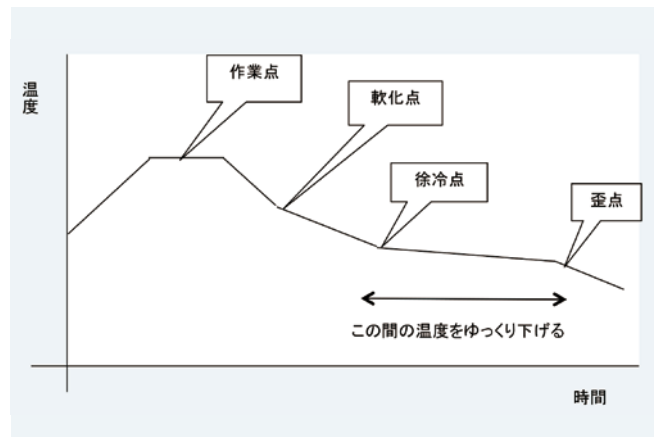


Fig. 1 ガラスの特性グラフ

しかしながら、自動機では時間と設備の大きさそしてコストなど多くの制約がある。その為、その限られた条件のなかで、いかに良い加工ができる設備を作るかが設備メーカーの技術である。

2-7 自動車用H4ハロゲンランプ (Fig.2)

ここまでガラスについて述べてきたが、これより具体的に当社の代表的なH4ハロゲンランプ製造設備におけるガラス加工技術とそこで要求される設備の条件を紹介する。

これより先、略してH4ランプと呼ぶ。



Fig. 2 H4ハロゲンランプ完成品

基本の理論は一つである。ガラスの特性と製品の特性及び機械に合わせたバーナーワークを行うことである。

この理論に合わせ、テストを繰り返し最適な温度パターンを掴む必要がある。

しかし実際には、調整中にガラスの温度、ガラスの溶け具合あるいは歪の状態などを測定することは困難である。各ポジションでの炎の状態やガラスの状態を目で見ながら把握しなければならない。それを何度も繰り返す。大変な作業を伴う。

H4ランプの設備を製作し始めたころは、何万本とテストを繰り返し、やっと最適な温度パターンを得ることができた。

当社で培ってきた、温度パターンをFig.9に示す。このパターンでできた製品の品質には問題がないことは実証されている。

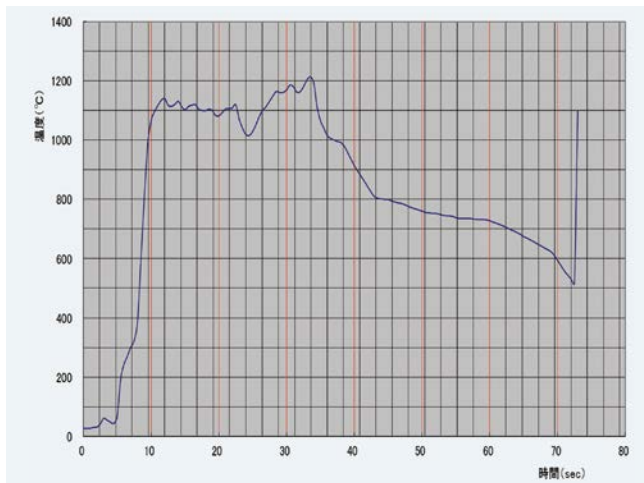


Fig. 9 封止機の温度曲線

2-9 ピンチシール機の重要な機能

以上の加熱工程を満足させるために3つの重要な機能が設備で必要とされる。

ヘッド、バーナーそして酸化対策である。

1) ヘッド(Fig.10)

ヘッドとはバルブと電極を保持するものである。バルブチャック、電極チャック及び保護ガスブローノズルで構成される。

ヘッドは機械の中で最も重要な装置である。この機械のヘッドは高温で大変過酷な環境に置かれる。

ヘッドで要求されるのは、精度と耐熱性である。製品の品質に大きく関わっている。

ヘッドは非常に高温になる。その為、パーツの熱変形、酸化の問題が発生する。

極力炎が当たらない構造にし、耐熱材料を使用した遮熱



Fig. 10
ピンチシール機ヘッド

板を設置している。さらに重要部分に水冷を施している。高温下でのヘッドの精度保持がピンチシール機の命である。

2) バーナー

当社機械のバーナー方式は3つある。

① 固定バーナーをPOS毎に設置する方式

ヘッドの構造上、バーナーがヘッドサークルに対して内外に固定できる場合にこの方式にする。

② 可動バーナーをPOS毎に設置する方式

①の方式が取れない場合、ヘッドの外側から動作させる方式にする。バーナーの移動時間が加熱ロスになる。

③ 各ヘッドにバーナーを持たせる方式

軟化点の高い石英ガラスを加熱する場合にこの方式にする。連続加熱ができるため加熱ロスがない。

ヘッドの構造が複雑になる欠点がある。

H4ランプの機械は①の方式である(Fig.11)。



Fig. 11 バーナーユニット

ここで使用するバーナーは製作品である。形状、火口の穴の数量、大きさ、配列など工程に合わせる必要がある。テストを繰り返し試行錯誤しながら製作したものである。

3) 酸化防止用ブロー

この機械ではバルブの温度を1000°C以上に上げる必要がある。その場合電極に使用しているモリブデンのリード線とタングステンのフィラメントが酸化してしまう。その酸化を防止するためにヘッドに保護ガスをバルブ内にブローする機能を持たせている。

この保護ガスは窒素ガスなどで、バルブ内部をガス置換し酸化を防止する。

3 熱関係技術(燃焼技術)

ガラス加工と燃焼はセットで考えなければならない。

ガラスの特性、ランプの特性及び加熱工程にあわせてバーナーを選択する。バーナーは市販品と自作のバーナーを使用する。

機能的に大別すると、元混合タイプと先混合タイプのバーナーに分けられる。

3-1 元混合バーナー

予め燃焼ガスとエアーや酸素を混合し、混合ガスをバーナーに送り、バーナー先端で燃焼させる。

大きな炎、シャープな炎など色々な炎を出すことができる。

ガスの燃焼速度と混合ガスの流速のバランスを取ることが重要である。バランスが不適切であると燃焼が不安定になる。危険な逆火を起こすこともある。

H4ランプピンチシール機はこの方式を使用する。

3-2 先混合バーナー

燃焼ガスと酸素をバーナー出口で混合させ燃焼させる。危険な逆火は起こらない。

元混合に比べてシャープな炎は作れないが、部位を包み込むような加熱ができる。

石英ガラスの加熱によく使用する。

3-3 バーナーの種類

バーナーの種類は数多くある。しかしランプを製作するには市販品でマッチするものが少ないため、バーナーを自作することが多い。前項のH4ランプのバーナーも自作したものである。

加熱POS毎に加熱温度、加熱部位の形状が異なるため、それにバーナーを合わせる必要がある。他の機械の経験、ユーザーの意見そしてそれらを盛り込み試作し、テストし製作してきた。バーナー決定までには多くの時間を費やすことも多い。

4 真空技術

封止工程を完了したバルブは次工程の排気機でバルブ内を排気される。

完成品のランプ内は製品に応じた様々なガスが、必要に応じた圧力で充填されている。

蛍光灯はアルゴンが約400pa、H4ハロゲンランプはハロゲンガスが約0.5Mpaの圧力で封入されている。ランプは完全真空ではなく何等かのガスが封入されている。よって排気工程の一番の目的はバルブ内を真空にし、そしてクリーンな状態にすることである。

排気工程はランプの性能、品質を確保する為の一番の要である。

排気工程の詳細を真空スケジュールと呼んでいる。バルブを機械に取り入れ、完成品として取り出すまでに、どの位真空引きを行い、どの位の真空度にするか、そしてどの時点でガス置換を何回行うかを詳細に決めたものである。設備を設計するうえで最初に決めるべき一番重要なものである。

4-1 真空スケジュール

大きな流れは次のようになる。

- ① バルブ内部を真空ポンプで排気する。
- ② 不活性ガスで内部をガス置換した排気する。何回か繰り返す。
- ③ 電極を点灯し、電極及びバルブ内の水分等取り除く。
- ④ バルブ内が高真空になり、十分クリーンな状態になった時点で封入用ガスを充填しシールする。

細部の方法はランプノウハウにかかわってくる為、各社真空スケジュールは異なる。

排気工程での真空度曲線の一例である(Fig.12)。

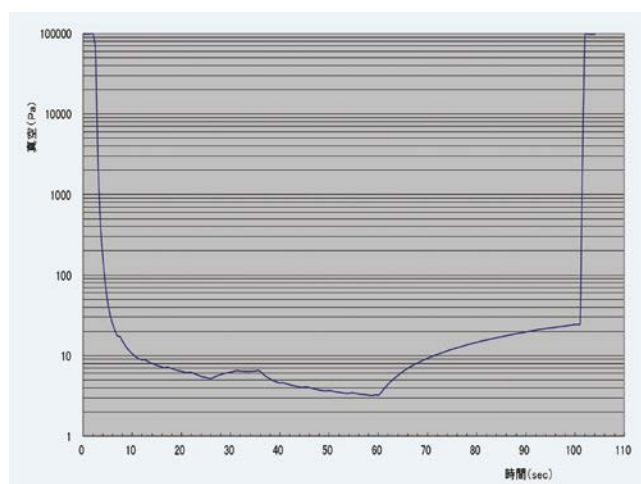


Fig. 12 真空度曲線

4-2 センターバルブ

各ヘッドと真空ポンプの回路をつなぐ、回転バルブである。ポンプ固定で真空を切り替える。排気はセンターバルブを介して行われる。

回転側センターバルブはヘッドにつながる。固定側センターバルブは真空ポンプにつながる。センターバルブをFig.13に示す。

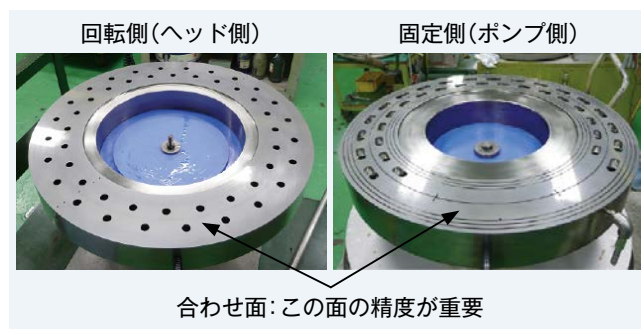


Fig. 13 センターバルブ

また真空ポンプからヘッドまでの回路の略図をFig.14に示す。

センターバルブを介してランプの真空が保持される。固定側、回転側の気密は金属面で保持さ

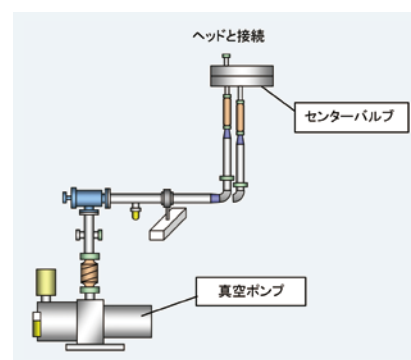


Fig. 14 ポンプの回路例

れている。この気密性がランプの品質に直接結びつく。したがってその面の平面度及び面粗の確保が大変重要である。

高い技術と経験により当社のセンターバルブは製作され、高真空領域での使用が可能であり、当社の誇れる技術である。

一対のセンターバルブの合わせ面の平面度は $1\mu\text{m}$ 以下で、鏡面に近いきれいな面になるように製作されている。

ユーザの要求する真空スケジュールに合わせて都度設計を行う。

排気システムには前述のセンターバルブ方式のほか、に2つの方式がある。

- ① ターンテーブルに真空ポンプを載せヘッドと直結させる方式。
- ② 磁気シールのロータリージョイントを使用し、ターンテーブルに設けたマニホールドとポンプとをつなぐ。そしてさらにヘッドへつなぐ方式。

4-3 真空ポンプ

低中真空領域では油回転ポンプ、高真空領域では油拡散ポンプ、排気速度を速める場合はメカニカルブースターポンプを使用する。

更に真空度を上げる場合、ターボ分子ポンプを使用する。

どのポンプをどのように配置するかは、必要な真空スケジュールで決める。

4-4 ガス封入

一連の排気、ガス置換工程を繰り返し、適切な真空状態になった時点で製品として必要な圧力のガスを封入する。

H4ランプの場合はハロゲンガスを封入する。封入されるハロゲンガスはキセノンやクリプトンなどの不活性ガスに微量のハロゲンガスを混合させたものである。ハロゲンガスはランプメーカーにより異なる。

H4ランプの封入圧は正圧(約 0.5Mpa)でなければな

らない為、ハロゲンガスを液化させてランプ内に入れる必要がある。バルブを液体窒素に浸し、ハロゲンガスを液化させて充填する。

液体窒素は -196°C であるので、それより液化温度が高いキセノン(-108°C)やクリプトン(-153°C)を液化させる。

そしてハロゲンガスが液化し封入された状態でバルブをバーナーにより密閉する。これをチップオフという。チップオフ後ランプが常温になり液化されたハロゲンガスは気化する。

ここでは封入後の内圧を 0.5Mpa にするためにバルブの内容積と、封入されるガスの圧力と量を正確に計算しなければならない。

このチップオフが完了した時点で点灯するランプが出来上がり、排気工程が完了する。チップオフ前までをバルブ、チップオフ後をランプと呼んでいる。

ランプはその後エージング、検査、口金取り付けおよび焦点合わせなどの工程を経て完成品となる。

ランプにはメーカーの様々なノウハウがたくさん詰まっている。それを満足させる設備を提供することが当社の役割である。その為に特にガラス、熱、真空の技術力が重要不可欠であり、これからもレベルアップが求められる。

5 おわりに

今後の課題はこれら技術の伝承である。

以上紹介した技術の中でガラス加工は特殊な技術である。理屈に合った調整作業が重要であり、また人によるものが大きい。ガラス、設備及び製品に合わせた設計と調整技術が必要である。

これらを伝承するためには、ガラス毎の加工理論の確立とデータの積み上げを続けていかなければならない。また加工技術者を育成することがさらに重要である。

これまでランプのガラス加工を中心に行ってきた。今後はこの技術を生かし、ランプ以外のガラス加工にも取り組み技術の幅を広げ伝承を行っていく必要がある。

執筆者プロフィール



上澤 眞澄 Masumi Uezawa
自動機械事業本部 第2技術部
Engineering Department No.2
Automatic Machinery Business Division

はんだ印刷検査遠隔モニタリングシステム「SmartRIn」 Solder Paste Inspection Remote Monitoring System

上岡 洋介 Yousuke Kamioka

鈴木 伸吾 Shingo Suzuki

近年、電子機器の価格低下に伴い、基板製造コスト削減の要求は益々高まり、製造ラインの高効率化が求められている。基板実装製造ラインでは国内外問わず1人のオペレータが複数ラインの生産運用をしている場面も少なくない。このような状況で、いかにして効率を落とさずに製品の品質を保つかが、基板製造のカギとなってくる。効率と品質の維持には、生産ラインを担当するオペレータ同士や生産管理者の間でいち早い生産情報共有が重要となる。そこで、表面実装で環境変化の影響を受けやすいはんだ印刷の生産状態や生産計画の進捗などの情報を携帯端末を介して共有する事ができる遠隔モニタリングシステム「SmartRIn」を紹介する。

In recent days, due to price decline of electronic devices, cost reduction for print circuit board manufacturing is demanded stronger and stronger. It is often seen in both domestic and overseas, that a single operator is engaged in multiple SMT lines. How to maintain efficiency and quality of products under such situation will be a key task for print circuit boards manufacturing. In this situation, quick sharing of production information between operators, who are in charge of production line, or production supervisors will be important. We would like to introduce "SmartRIn," a remote monitoring system which enables to share information such as production status of solder pasting, which is easily influenced by environmental change in SMT process, and progress of production plans, by portable terminal.

1 はじめに

当社では電子基板の表面実装におけるクリームはんだ印刷の重要性にいち早く着目し、3次元計測法によるはんだ印刷検査機VPシリーズをリリースしてきた。近年では実装業界において3次元計測によるはんだ印刷検査機が広く使われるようになり、表面実装には無くてはならない工程となった。本稿では、はんだ印刷検査からの検査結果を更に活用して頂く為、当社のはんだ印刷検査機VPシリーズの遠隔モニタリングシステム「SmartRIn」を紹介する。

2 開発背景

近年、電子機器は次々と新商品が発売され、ライフサイクルは年々短くなってきている。これに伴い電子機器の製造は多品種少量生産になった。そのためマウンターや印刷機の段取り替えにかかる工数が増加し、印刷検査機の役割は検査判定を利用するにとどまり、検査データを活用する工数が確保しづらいという状況がある。このような背景から、印刷検査に費やせるオペレータ工数減少とライン稼働率向上に対応する為に、はんだ印刷の状態を常時モニタリングし、その情報を生産現場と生産管理部門でいち早く共有化できる事が重要となってくる。そこで当社ではひとつの解決方法として、はんだ印刷検査機VPシリーズの情報共有化ツールとして遠隔モニタリングシステム「SmartRIn」を開発した。

3 開発コンセプト

前述の実装業界の背景を受けて“手軽に状況を確認できる”をコンセプトに開発を行う事とした。“手軽に”を実現するために小型なタブレット端末を利用し、持ち運び可能な確認ツールを目標に下記機能を盛り込んだ。

- ・全ラインの生産状況がモニタリングできること
- ・生産計画に対する進捗が一目でわかること
- ・トラブルがすぐにわかること
- ・ラインの異常を検知した場合、お互いにコミュニケーションを取り合って対処できること
- ・引き継ぎ作業がスムーズにできること

4 SmartRIn 機能紹介

SmartRInは最大6台の印刷検査機、8台のモバイル端末を使って遠隔でモニタリングできるシステムである(Fig.1参照)。

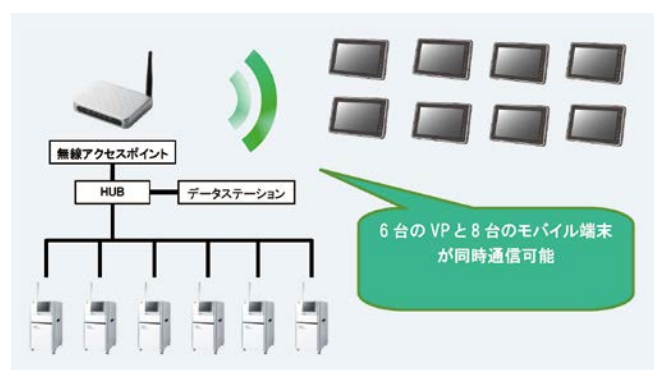


Fig. 1 SmartRIn 接続イメージ

以下SmartRinの各種機能を説明していく。

・生産管理(不良情報の伝達含む)

各ラインの印刷検査機の生産状況をリアルタイムで確認できる。確認項目は「稼働状況」、「品種名」、「生産数」、「直行率」などがあり各項目の表示・非表示の設定もできる(Fig.2参照)。さらに、「生産数」をタッチすることで、1時間毎の生産数のグラフを表示でき(Fig.3参照)、不良発生時には、「稼働状況」の項目から直接不良はんだの確認画面へ推移して不良はんだの状態を確認できる(Fig.4参照)。この機能により各ラインの稼働状況を確認し不良や稼働トラブルが起きているラインをモバイル端末で確認できる。また、はんだ検査不良の起きているラインへの対処指示を他のモバイル端末へ伝達する機能も備えている為、各ラインに対して迅速な対応が可能となり、ラインの停止時間を減らし、生産効率を上げることができる。



Fig.2 生産管理情報

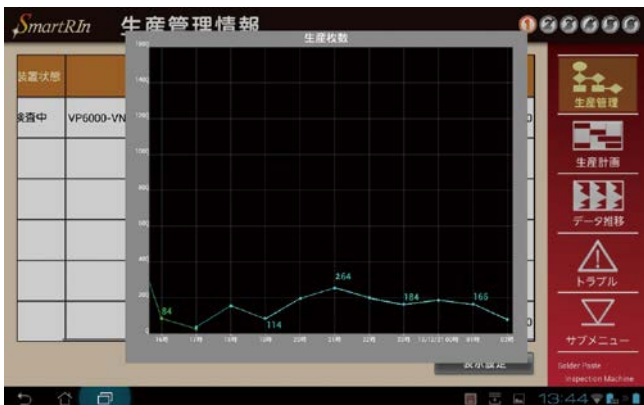


Fig.3 生産管理グラフ



Fig.4 不良確認画面

・生産計画

各ラインの生産計画に対する生産進捗状況を確認できる(Fig.5参照)。計画に対する現在の生産状態のグラフ表示が可能で(Fig.6参照)、「残り生産枚数」「生産残り時間」によって振動・音で通知する機能も備えている。この機能により各ラインの生産の遅れや事前に段取り替えをするべきラインを確認できる為、効率的に段取り替えの準備を行う事ができる。また、想定している計画数と実際の生産数の違いも明確になる為、改善点の洗い出しにも活用できる。



Fig.5 生産計画

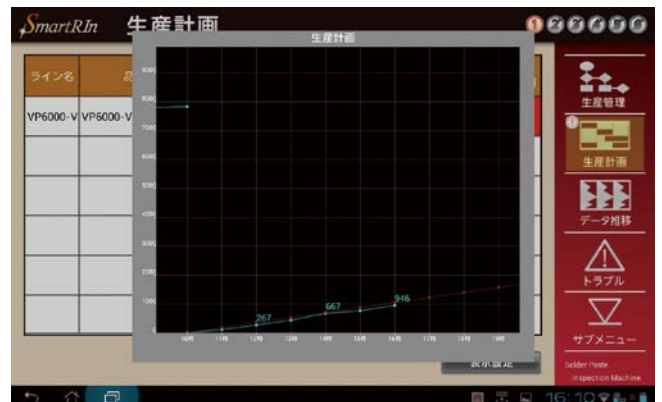


Fig.6 生産計画グラフ

・データ推移

各ラインの検査結果の推移をヒストグラム表示する。品種を問わず過去1000枚あるいは3日前までのデータを閲覧できる(Fig.7参照)。この機能により複数ラインの検査状況の推移をいつでも確認できる。



Fig.7 データ推移

・トラブル表示

各ラインのトラブルが1画面で確認できる。トラブル発生時はどの画面にいてもアラーム通知する機能を備えており、どのラインでトラブルが起きているか一目で確認できる(Fig.8参照)。またトラブルの詳細内容と対処方法まで表示できる。これらの機能により迅速なトラブル対応が可能となりライン停止時間を削減できる。



Fig.8 トラブル表示

・履歴参照

データステーションに保存してある検査結果履歴を参照できる。検査基板の不良個所や検査基板の3D形状も確認可能で(Fig.9参照、Fig.10参照)、更にモバイル端末のカメラを用いてバーコード及び2Dコードを読み込むことで該当の履歴データの検索にも対応している(Fig.11参照)。この機能により、生産管理PCのデータがその場で確認できる。



Fig.9 履歴参照



Fig.10 3D形状

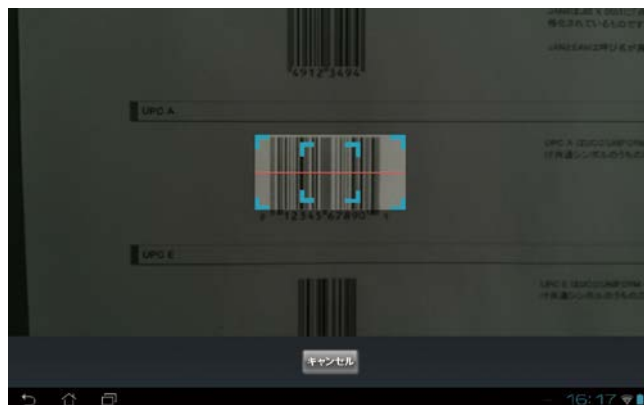


Fig.11 バーコード検索

・伝言

モバイル端末間でメッセージや画像の送受信を行う(Fig.12参照)。複数端末への同時送信にも対応しており、受信の際、振動・通知音の設定を行う事もできる。この機能により離れた場所にいるオペレータやライン管理者間のコミュニケーションの円滑化が可能となる。



Fig.12 伝言

・メモ

モバイル端末自身にメモと写真を記録する事ができる。各メモの項目に最大5枚までの写真及び画像を関連付けする事が可能で、引き継ぎの際に連絡項目があった場合などに文字と画像で引き継ぎ情報を残す事によりスムーズな引き継ぎが可能となる(Fig.13参照)。



Fig.13 メモ

・取扱説明書表示

モバイル端末で取扱説明書を見る事ができる(Fig.14参照)。この機能によりモバイル端末でいつでも取扱説

明書を確認できる。また、クリーンルームなどペーパーレスが求められる環境への取扱説明書の持ち込みなどにも活用できる。

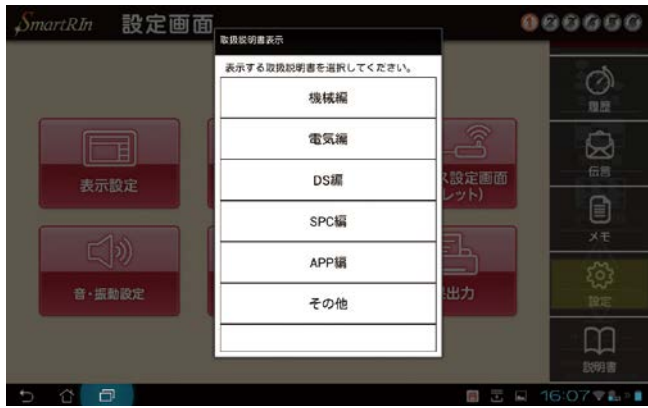


Fig. 14 取扱説明書表示

・結果出力

最大24時間前までの「生産管理」「生産計画」「トラブル表示」「メモ」の情報を全てエクセル形式のレポートにして出力する事ができる(Fig.15参照)。この機能により日々の生産状況を簡単に残す事ができる。



Fig. 15 結果出力

・言語表示

表示言語については日本語、英語、中国語に標準対応しており、いつでも切り換えが可能となっている。

5 本開発における技術的な問題点と解決方法

今回の開発にあたり無線通信機器やモバイル端末を扱って機能の実現をする場合、操作レスポンスの部分で問題が予想された為、操作レスポンスについては明確な目標値と基本方針を決めて作成に臨んだ。

目標: レスポンス時間5秒以内(待ち時間として耐えられる範囲。最大でも10秒)

基本方針:

- ・データは必要最小限に留める
- ・モバイル端末側には極力データ処理をさせない

これらを受けて具体的には以下の3項目の対応を行った。

① 印刷検査機からのモバイル端末用データの最適化

印刷検査機からモバイル端末用のデータ出力をモバイル端末用に最小限のデータのみ絞る事で高速化を図った。

② 出力データ完了通知変更

印刷検査機からモバイル端末用にデータを出力する際、一度に多くのデータを出さずに都度表示に必要なデータが揃った時点で出力完了とすることで操作の体感時間を短くした。

③ 通信処理を減らす

都度通信して確認していた部分をモバイル端末で一時的状態を記憶して通信処理を減らすようにした。

上記3項目を行い最もアクセスが頻繁な履歴確認画面でのレスポンス時間を測定したが、目標値との間に差が見られた(Table.1参照)。

Table.1 短縮効果と操作レスポンス結果1

レスポンス時間測定結果		
	Mサイズ(4296/パッド)	Lサイズ(8588/パッド)
レスポンス時間[sec]	13.10	25.19

そこでレスポンス時間を細分化して調査したところファイルのアクセスに時間がかかっている事が分かった。さらに1フォルダ内にファイル数が多い場合にファイルのアクセスが遅くなる傾向がある事も明らかになった。そこで下記の対応を行った。

④ 出力データの配置

フォルダ内のファイル数を一定以下になる様にファイルを配置することでアクセススピードを上げる。

④を今までの対応と合わせて行う事で、ほぼ目標に近いレスポンス時間を実現できた(Table.2参照)。

Table.2 短縮効果と操作レスポンス結果2

項目	レスポンス短縮効果[sec]	
	Mサイズ(4296/パッド)	Lサイズ(8588/パッド)
④データ配置	9.64	19.44

レスポンス時間測定結果		
	Mサイズ(4296/パッド)	Lサイズ(8588/パッド)
レスポンス時間[sec]	3.46	5.75

6 今後の展開

遠隔モニタリングシステムは作業を効率化する上で今後大いに活用されると確信している。更なる機能充実を目指して、お客様の工程改善に役立つツールとして発展させていく。具体的な機能として以下2点を検討している。

・遠隔操作

不良確認時にSmartRinで良品、不良判定を行い、印刷検査機の装置本体に反映させる事で更に効率よくラインを運用する事が可能となる。

・スマートフォンへの対応

現在対応しているモバイル端末はタブレットのみだが、より携帯性に優れたスマートフォンの対応を行う。

今後もユーザの声を取り入れながら、更なる機能改善を検討して行きたい。

執筆者プロフィール



上岡 洋介 Yousuke Kamioka
 自動機械事業本部 開発部
 Research & Development Department
 Automatic Machinery Business Division



鈴木 伸吾 Shingo Suzuki
 自動機械事業本部 第3技術部
 Engineering Department No.3
 Automatic Machinery Business Division



食品包装機械における空気圧機器の使用事例

Example of Using Pneumatic Components on Food Packaging Machine

池田 正義 Masayoshi Ikeda

水野 博文 Hirofumi Mizuno

食品包装機械は多くの空気圧機器を使用している。食品包装機の中でも100台以上を出荷しているCFF-360機について紹介する。CFF-360機は容器フィルムを加熱、カップを成形、カップへの充填、カップと蓋のシール、製品の打抜きという工程を経て製品を後工程機へ受け渡している。特に成形、充填、打抜きについての説明をする。成形部では、プラグとエアーの圧力を併用し、加熱された平らなフィルムからカップの形を作り上げている。またその空気が漏れない為に、プレス装置には大きな力が必要であり、その力はトグルリンク機構にて出している。充填部では、充填後の液だれを防止する為の充填ノズルから突き出す棒にシリンダを用いている。打抜き部では、製品をトリミングする為に非常に大きな力が必要なため、トグルリンク機構に油圧シリンダを併用している。

Food packaging machines make use of many pneumatic components. Here, we will introduce food packaging machines model : CFF-360. More than 100 units have been delivered so far. Model : CFF-360 heats web film, forms cup, seals cup with lids, punches products, then transports product to following process machines. We would like to provide, in particular, explanations concerning forming, filling and punching. In forming, cups are formed from heated flat films by using plug and air pressure concurrently. Also, high power, which is required for pressing device to prevent air leakage is generated by toggling structure. In filling, cylinder is applied for bar from filling nozzle to prevent dripping off after filling. In punching, hydraulic cylinder is used concurrently for toggling structure to obtain high power.

1 はじめに

当社製品の容器成型充填包装機「CFF-360」(Fig.1)では、ポーションタイプゼリーを毎分500個～1000個生産する能力があり、そのエアー消費量は2500NL/分で、これはまさにエアーで動く機械と言える。よって、空気圧の利用例に最適と考え、どのようにエアーが使われているか紹介する。この自動包装機は、ゼリーなどの食品を主としているが、事例(Fig.2)のように雑貨品や医療器具なども包装している。



Fig.1 CFF-360



Fig.2 商品事例

2 機械の概要

使用する包装材料は、容器、蓋ともロールに巻かれたシート状のものである。容器はPP(ポリプロピレン)やPVC(塩化ビニール)、PS(ポリスチレン、スチロール)、PET(ポリエチレンテレフタレート)などの熱可塑性樹脂で、0.2mm～1mmの厚さのものを用いる。

容器シートはチェーンに付いたアタッチメントに両端をグリップされ(Fig.3)、巻出しから打ち抜きまで保持されながら間欠的に送られる。



Fig.3 シート搬送チェーン

加熱ヒータにおいて成形可能な軟化温度まで加熱し、プラグアシストで圧空成形(詳細後述)される。温度は樹脂により異なるが150℃～180℃程度である。

成形されたカップに充填機で定量充填した後、蓋材とヒートシールされる。蓋材は樹脂フィルムやアルミラミネートフィルムが使用される。蓋材のレジマークを検知し、絵柄を容器に合わせ、シールされた後、1カップ

毎に打ち抜かれコンベヤなどで排出され、一般的にはボイル加熱により殺菌されて製品となる。

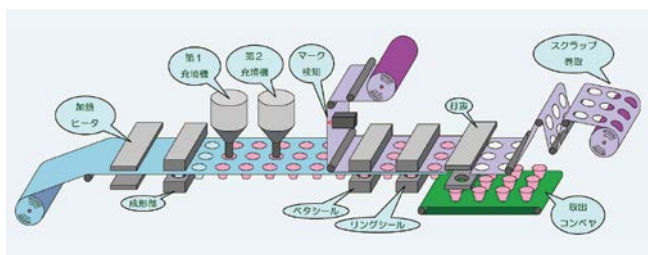


Fig. 4 機械の概要

3 圧空の利用

3-1 カップ成形

カップは主に圧縮空気で膨らませて成形されるが、圧縮空気だけでは膨らむ過程で口元から先に冷やされ膜厚が厚くなり、最後に金型の接する底部が薄くなってしまいますので、膜厚の均一化を図るためにプラグを併用する。プラグで80%程度の深さに引き伸ばした後、圧縮空気で金型に密着するまで膨らませます。医療用器具などの容器は底部にロック機構などがあり複雑な形状なので、プラグの形やエアの排気穴の数、場所に工夫が必要である。

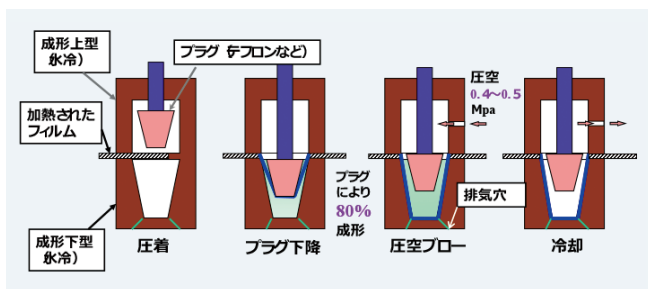


Fig. 5 成形の行程

3-2 成形装置プレス機構

成形に使う圧縮空気は0.5MPaである。その場合、成形面積300mm×200mmが受ける圧力は30kNと大きく、成形金型でフィルムを挟む力は実用上その2倍程度の強大な力が必要である。それをエアシリンダ単独で得ようとするとはボア径の大きなシリンダが必要になってしまうため、トグルリンク機構により力を発生している。また、ヒートシールもそれにも劣らない圧着力が必要のため同じメカニズムを採用している。この機構では、二重のトグルリンク機構となっており、エアシリンダのボア径がφ80mm、供給エア0.5MPaで50kNの力を発生する。さらに、シリンダピストンを中央に機構を対称に配置したので、ピストンには横方向の反力が掛からない構造となっている。

また、この機械は充填物の飛散が避けられないため、機械を水洗いしやすいよう、固定部と可動部をジャバラで覆いメカニズム部分に水が侵入しないようにしている。

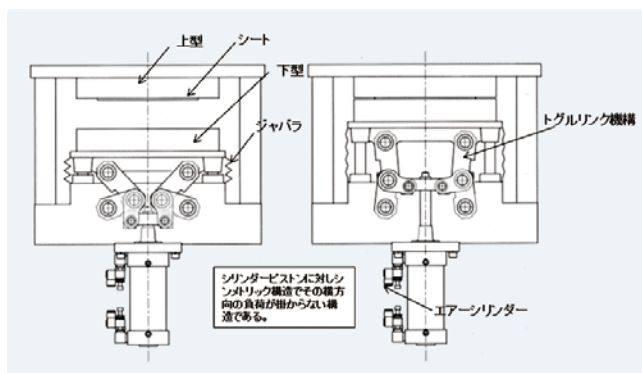


Fig. 6 成形、シールプレス装置

3-3 充填機

充填機は飛び散りや盛り上りを抑制するため、充填スピードのコントロールが必要なのでサーボ制御が一般的であるが、たれの防止にはノズルに突き出し棒を内蔵しエアシリンダで駆動している。

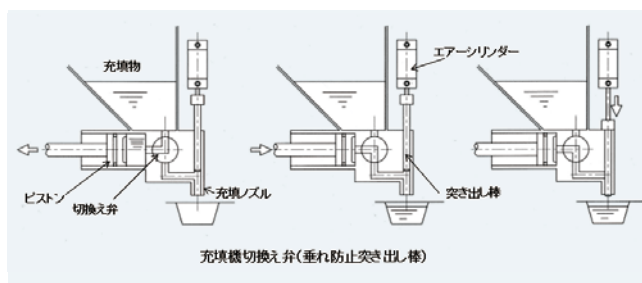


Fig. 7 垂れ防止突き出し棒

3-4 打抜きプレス

製品はパンチで打ち抜かれるが、20ヶ～50ヶの製品を同時に打ち抜く力は強大で(CFF-360の場合60kN必要)、さらにパンチのシャープ角(切断力を弱めるため四隅より順に切断が進行するよう、パンチに付加された切れ刃の角度)や、切断後の落とし込みまでの工程で5mm以上のストロークが必要なので、頂点だけで最大力を発生するトグルリンク機構の採用は不向きである。そこで全ストロークの内、ダイ(下型)がカップの搬送から逃げる動作にトグルリンク機構を採用し、打ち抜く部分は油圧シリンダを使っている。エアシリンダにてトグルを立てた後で油圧シリンダを動作させるが、トグルはわずかに頂点より進行したところでストッパーに当てるのがミソである。こうすると、油圧の反力はストッパーに掛かりエアシリンダには掛からない。

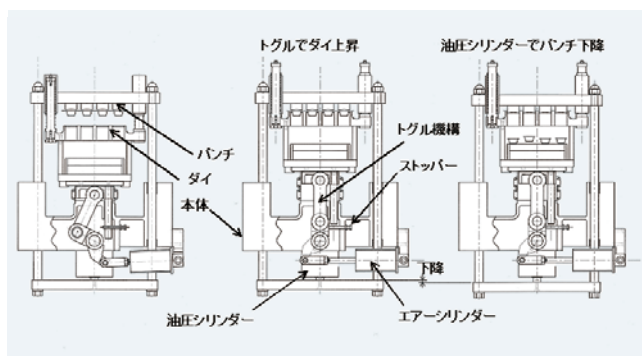


Fig. 8 打ち抜きプレス機構

4 最後に

食品用CFF機シリーズは、市場の飽和に伴い販売が停滞気味で、この間の技術伝承、技術革新が心配される。しかし、今般会社として食品用包装機への取り組み強化が決定され、既にパワーを掛けて新しい機械の開発に取り組み、技術革新を果たそうとしている。今回は、この場でそれをご紹介できると思う。そして、今まで以上にCFF機がより多くのお客様にお使いいただき、喜んでいただけるように頑張っていきたい。

執筆者プロフィール



池田 正義 Masayoshi Ikeda
自動機械事業本部 第5技術部
Engineering Department No.5
Automatic Machinery Business Division



水野 博文 Hirofumi Mizuno
自動機械事業本部 技術統括部
Engineering Administration Department
Automatic Machinery Business Division

■ 出典 ■

フルードパワー工業会誌,Vol.,28,No.2(平成26年4月)

Liイオン電池用製造装置

Manufacturing Equipment for Lithium-ion Battery Cell

高瀬 辰己 Tatsumi Takase

コンデンサの捲回機から40年近くに及ぶ巻き取り技術を結集したLiイオン電池捲回機の基本技術を紹介する。Liイオン電池の捲回機には生産性向上のための高速捲回技術、品質を安定させるためのテンションコントロール技術、設備設置環境(ドライ環境)への対応、電池の安全性確保の為に技術など多様な技術が要求される。本稿では、Liイオン電池捲回機の要素技術の一部を簡単に紹介する。

We would like to introduce basic technologies for Li-ion battery winding machines which are backed up by about 40 years history of winding technologies starting from electrolytic capacitor winding machines. Li-ion battery winding machines require various technologies such as high speed winding technology to improve productivity, tension control technology to stabilize product quality, technology to adapt to machine installation environment (dry condition), technology to secure battery safety etc. This is a brief introduction for some of core technologies for Li-ion battery winding machines.

1 はじめに

CKDという“空圧機器メーカー”を想像される人が多いと思われる。実は当社の歴史は産業機械から始まっており、現在もLCD-TVのバックライトや蛍光灯を製造する装置、薬品の包装を行う装置などを手掛けている。

Liイオン電池捲回機もその1つで、巻き取り技術は1970年代に電解コンデンサ巻き取り装置を開発したところから始まり、その技術を展開・発展させ、1994年よりLiイオン電池用の巻き取り装置を製造・販売し、好評を得ている。当初はノートPCなどに使用される小型円筒型、携帯電話・デジタルカメラに使用される小型角型の製造装置が主流であったが、現在はハイブリッド自動車・電気自動車などに搭載される大型電池の引き合いが増えている。

2 捲回機の概要

捲回機とは正極箔・負極箔とセパレータ2枚を同時に巻き取り、各材料を規定の長さで切断しテープで固定させる装置である。

捲回工程以外にも、以下のオプションを揃えている。

- ① 正極・負極・セパレータ各材料の自動継ぎユニット
- ② 集電部となるタブリード端子を極板へ溶接するユニット
- ③ 短絡を防ぐためのテーピングユニット
- ④ 捲回後の素子の短絡をチェックするショートチェックユニット
- ⑤ 捲回後の素子外形関係のチェックを行う画像処理ユニット
- ⑥ 巻き取り中央部のセンターフォーミングユニット(円筒型)

- ⑦ 巻き取り中心にコアを装着しコアへ巻き取りを行うユニット(円筒型)
- ⑧ プレスを行うユニット(角型)

2-1 捲回機の技術

従来技術は以下のとおりである。

- ① 高速での巻き取り
 - ② 蛇行補正
 - ③ テンション制御
- 上記に加え、現在進めているのが
- ④ 環境への対策
 - ⑤ 電池の安全性向上
- である。

2-2 高速捲回

市販のサーボ制御装置として、モーションコントローラなどが存在する。

モーションコントローラでの動作は、プログラミングされた“いつも同じ動作”においては問題ない。しかし、Liイオン電池材料は塗工ばらつきが存在するため、コントローラがその都度ばらつきを検知し、フィードバックを行い、最適な動作を行う必要がある。このため、CKDは専用設計(特にLiイオン電池捲回機)のサーボコントローラを自社開発している。



Fig. 1 捲回機

3 蛇行補正

各材料の相対位置が、Liイオン電池にとって電池性能はもちろん、安全性を左右する。材料にはセパレータ(2枚)と正極板、負極板が存在するが、各々の材料は伸縮性が異なり、かつ精度ばらつきも様々なため、巻ずれなどへの影響が大きい。これらを解決するため、材料の蛇行位置を修正する装置を備えている。

従来は、フープ状で供給される各材料(原反)の幅方向位置を高速に補正することで蛇行精度を確保してきた。しかし、繰出し部で高精度に位置修正しても前述した材料自体の精度に問題がある場合、巻き取りまでの走行中に材料自体の位置が安定しない。これを解決するため、巻き取り直前に蛇行補正を行うユニットを配置し、材料ばらつきに依存しない高精度な補正を行い、従来比で約1/7のばらつきに抑えることに成功した。

4 テンション制御

巻き取りにおいては、材料のテンションコントロールが製品性能の良し悪しを決定している。巻き取り装置において、蛇行精度とテンションはトレードオフの関係にある。テンションを上げると、蛇行精度は良くなるが、電池の性能が低下する方向にある。

Liイオン電池は、巻き取り最終形状が同じ精度で作成されていても電池性能にばらつきが生じる。これにより高度なテンションを制御するため、CKDではエアベアリングシリンダと電空レギュレータを使用して、低いテンションでも走行ずれを起こさない巻き取りを実現した。

エアベアリングシリンダは、通常のシリンダと異なり、アクチュエータ部分のロッド部分にエアを正圧で与えることで宙に浮いた状態にする。これにより、ロッド動作の摺動抵抗がなくなり、ロッドの動作追従性が格段に向上する。また、電空レギュレータとの組み合わせで電氣的な制御が可能となるため、任意のタイミングで任意の圧力制御が可能となる。



Fig. 2 エアベアリングシリンダと電空レギュレータ

5 環境への対策

1次エアの入力圧を、従来の0.49MPaから0.39MPaへ下げることによって、使用するエアの消費量を20%削減している。

6 電池の安全性向上

最近、Liイオン電池に関する事故が発生しているが、これは異物混入が原因であるとされている。これに対し、巻き取り部分に異物が混入しない集塵カバーを採用し、対応している。この集塵カバーは各材料の原反繰出し部から、巻き取り直前まで完全な密封カバーを設置し、各材料が巻き取りに至るまで他の材料と接触しない完全分離を行っている。加えて、巻き取り部から原反側へ空気が流れるように原反部において吸引・集塵を行い、空気中に浮遊する粉塵も巻き取り部へ導かれられないよう配置を行っている。

機械設計としては、半導体製造装置などに使用されている低発塵タイプのリニアベアリングなどを採用するとともに、各機構においても金属同士が擦れたり、接触(衝突)したりする機構を排除している。またLiイオン電池では特に危険とされる銅材料を使用しない設計を行っている。さらに、CKDはエア機器メーカーとして他社に先駆け、Liイオン電池製造専用シリーズをラインナップした。

① 銅系材料の不使用

Liイオン電池で問題となる銅系材料を、摺動部やエアの流路部も含め、不使用とした。

② 粉塵の発生を抑える

空気圧バルブの排気エアだけでなく、レギュレータのブリードエアも集中排気でき、シリンダのロッド部の粉塵発生を抑えたシリーズも用意した。

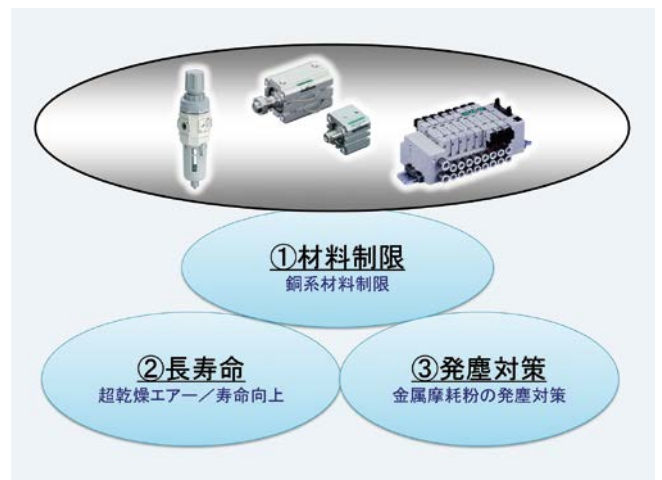


Fig. 3 安全性向上を配慮した設計

③ 湿度0%に耐え得るエア機器

Liイオン電池生産は、湿度0%の環境で生産されることが多い。このため、装置内や使用する圧縮空気も湿度

0%となっており、そのような環境下においても長寿命化が図れる空気圧機器シリーズとなっている。

7 おわりに

以上、紹介したように、CKDは40年近くに及ぶ巻き取り技術にLiイオン電池に特有な技術を加え、開発を続けている。また、本装置はLiイオン電池だけでなく電気二重層キャパシタやLiイオンキャパシタなど、今後期待されるデバイスにおいても応用が可能である。これからも巻き取り技術で多くの装置を市場に投入し、貢献していきたいと考えている。

執筆者プロフィール



高瀬 辰己 Tatsumi Takase
自動機械事業本部 営業統括部
Sales Management Department.
Automatic Machinery business Division

■ 出典 ■

電子ジャーナル誌 2014 Liイオン電池技術大全 CD-ROM版,2013年9月

家族みんなの健康を
医薬品包装というカタチでサポートいたします



メディカルブリスト MBP-500M



CKD

Automation Technology for the Future

自動化で未来を拓く

CKD株式会社