

リチウムイオン電池捲回機の異物混入対策

Foreign Matter Contamination Prevention of Lithium Ion Battery Winding Machine

畠山 肇 Hajime Hatakeyama

近年、市場での需要が高まるリチウムイオン電池は製品性能と安全性を求められる。リチウムイオン電池の性能や安全性を向上させるためには、製造時の電池内部への異物混入を無くすることが重要である。そのため、当社のリチウムイオン電池捲回機では多様な技術で電池への異物混入を未然に防いでいる。本稿では、異物混入対策の一つである機械内の集塵機能とそれを効率的に実現するための空間分離及び気流のコントロール技術(PAT.)を紹介する。

Lithium ion batteries, which are increasingly demanded in the market recently, are required to satisfy both product performance and safety. To improve performance and safety of lithium-ion batteries, it is important to eliminate foreign substances from intruding into battery during the manufacturing process. CKD's lithium-ion battery winding machines have various technologies to prevent contamination of foreign substances. This article describes the dust collection function in the machine, one of remedies to avoid contamination of foreign substances, and the technology for machine zone separation and air flow control (patented) employed to make said function work efficiently.

1 はじめに

電池の製造工程の一つとして「巻回」という工程がある。これはシート状の電池材料である正極・負極・セパレータ2枚を重ねて層状に巻く工程であり、当社の主力製品である電池捲回機は、この工程を自動化する装置である(Fig.1)。

巻回工程では、リチウムイオン電池内部の素子を形成するため、この工程での異物混入が製品性能と安全性に与える影響は大きい。

当社では、リチウムイオン電池の性能・安全性向上のために、異物混入対策に重点を置き開発を進めてきた。

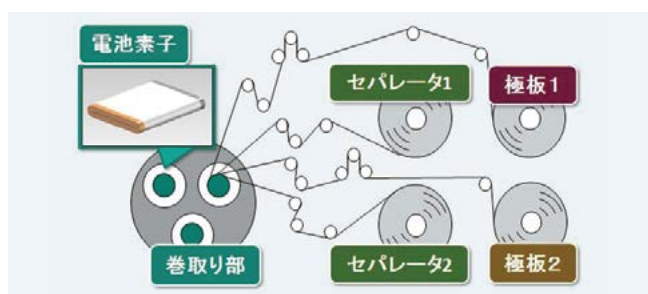


Fig. 1 巻回工程

2 巻回工程での異物混入とは

巻回工程での異物混入は、機械外部から侵入した異物を材料と一緒に巻き込む場合と、機械内部で発生した異物を巻き込む場合がある。機械内部の異物は、機械部品から発生するものと、電池材料から発生するものがある。

リチウムイオン電池の材料である電極箔は、活物質と呼ばれる粉末が塗布されており、機械内部で搬送中に剥離し、空気中を浮遊することがある(Fig.2)。

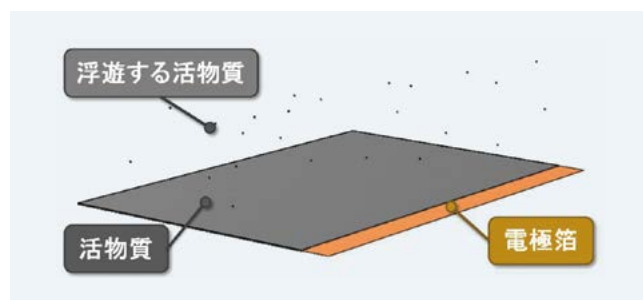


Fig. 2 電池材料から発生する異物

浮遊した活物質が、他方の電極や絶縁体であるセパレータに付着し巻き込まれると、巻回後の素子に短絡などの不具合が生じる恐れがある。機械部品から発生する異物は、機械構造を工夫することで抑えることが可能であるが、電池材料から発生する異物については、発生そのものを抑えることが難しい。

したがって、巻回工程での異物混入対策は「機械外部の異物の侵入を防ぐこと」「機械内部で異物を発生させないこと」だけでなく、「材料から発生した異物を巻き込まないこと」が重要となる。

3 異物混入対策

機械外部からの異物侵入を防ぐためには、機械カバーにより機械内外を遮断すればよい。しかしながら、機械内部では前述のとおり、機械起因の異物発生を抑えていても、材料自体から異物が発生する。

材料から発生した異物が他の材料に巻き込まれると、素子の不具合の原因となる。そのため、当社捲回機では、巻取り部の直前まで各材料の通り道を仕切ることによって、互いの材料を空間的に分離している。

しかし、各材料が一つに重なり合う巻取り部付近では、互いの材料を物理的に分離することができない。そのため巻取り部付近は、異物混入が最も懸念される箇所となる。したがって、異物混入対策としては、「巻取り部付近に各材料から発生した異物を近づけないこと」が重要なポイントとなる。

そこで、当社捲回機では、巻取り部から各材料の仕切られた空間へ異物を押し戻す気流を発生させることで、巻取り部への異物侵入を防いでいる(Fig.3)。

ここでは、機械内部で材料から発生した異物を巻き込まないための、キーとなる技術について解説する。

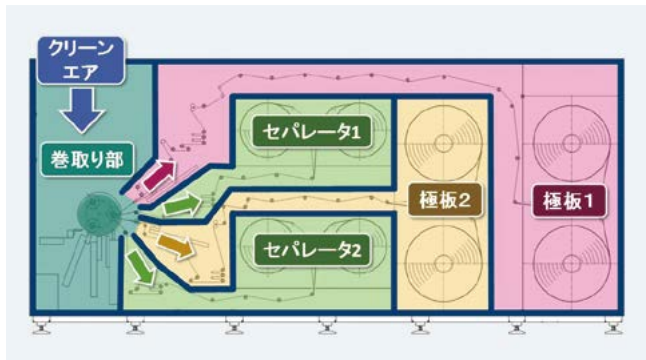


Fig. 3 巻取り部への異物侵入防止

3-1 空間の分離

材料から発生し浮遊する活物質を、他の材料に付着させないためには、各材料が一つにまとまる直前まで、互いの材料の空間を分離させることが必要である。

当社捲回機では、各材料の走行ラインに隙間無く仕切り板を設けることで、物理的に空間を分離し、材料ごとに独立した空間を形成している(Fig.4)。

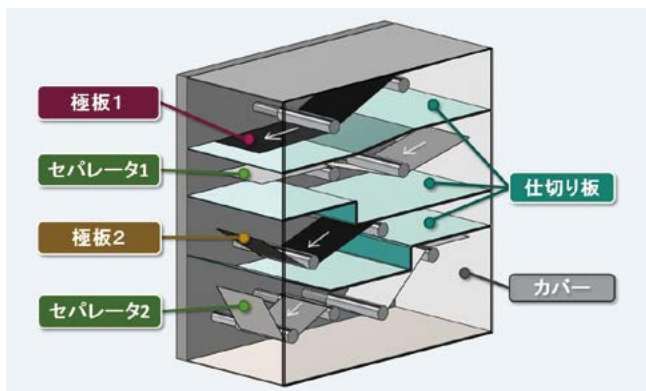


Fig. 4 材料走行ラインの一部

3-2 気流の形成と陽圧化

各材料の独立した空間から巻取り部への異物の侵入を防ぐために、各材料の空間へ異物を押し戻す気流が必要である。

巻取り部からクリーンエアを導入し、各材料の繰出し側に吸入口を設けることで、巻取り部から材料の繰出し側に向かって異物を押し戻す気流を形成する。押し戻された異物を各材料の繰出し側で吸入し、浮遊した異物の集塵を可能としている(Fig.5)。

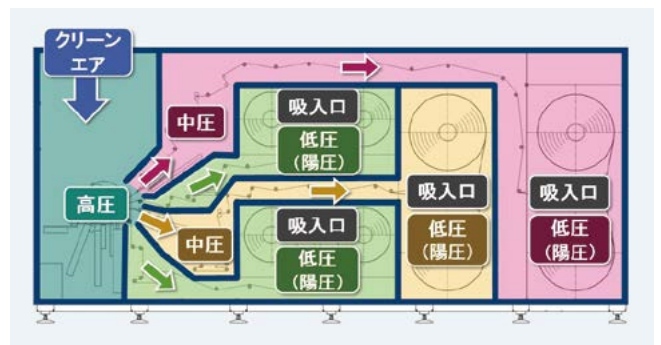


Fig. 5 気流の形成

上記の構造では、吸入口付近の圧力が機械内部で一番低くなる。当社捲回機は、導入するクリーンエアと集塵エアのバランスを調整し、差圧をコントロールすることで、この箇所の圧力を機械外部の気圧より高く保つ陽圧構造になっている。機械内部を陽圧化することで、機械カバーの開閉時には内部の空気が外部に流れることとなり、外部からの異物の侵入を防ぐことができる(Fig.6)。

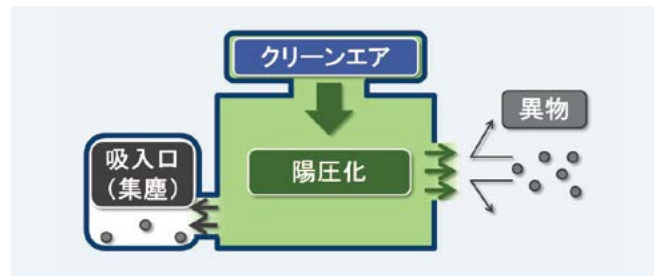


Fig. 6 機械内部の陽圧化

機械内部の差圧を安定させ、かつ陽圧を保つため、機械扉にはマグネットパッキンを使用し冷蔵庫の扉のような密閉構造としている。

3-3 風速の確保

前述の技術に加え、各材料の空間から異物が巻取り側に出してしまうことをより確実に防止するために、各材料空間の開口部を狭める構造としている。この構造では開口面積を小さくすることで、開口部の風速を比較的大きなものとする事ができる。押し戻す気流の風速を増加させることで、異物混入防止機能をより一層向上させている(Fig.7)。

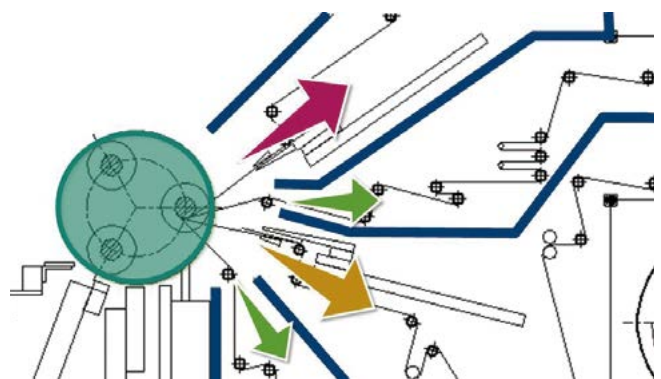


Fig. 7 開口部の風速増加

3-4 機械内の清浄度確保

異物を各材料の空間に留めているだけでは、浮遊する異物は増加し続ける。常に材料から発生する異物を効率よく除去し、機械内の清浄度を保つことが電池品質の安定化につながる。

当社捲回機では、各材料空間の気流の風量を増やし、機械内雰囲気の換気回数を増やすことで、機械内の清浄度を保っている。気流の風量は、クリーンエア導入量と機械内随所にある集塵の風量とのバランスが重要となる。風量のバランス調整は、前述の気流の向きや圧力差を崩すことなく実施する必要があるため、絶妙な調整を要する技術である。差圧計や風速計を用い、機械内随所の圧力・風向・風速を確認しながら調整することで、機械内の気流コントロールが可能となる。

当社捲回機では、機械内の陽圧と気流の流れを保った状態で、各材料空間全てが100回/時以上の換気回数に相当する風量を実現した。

4 効果の検証

当社異物混入対策技術の効果を実機で検証した例を紹介する。

検証は以下の条件で実施した。

- ・異物採取用テープを機械内各所に設置
- ・異物の種類、個数、大きさを電子顕微鏡で測定
- ・対策前後の異物採取個数の比較

本稿では、異物混入対策効果の参考例として、巻取り部付近の異物採取個数比較結果を記載する(Fig.8)(Table.1)。

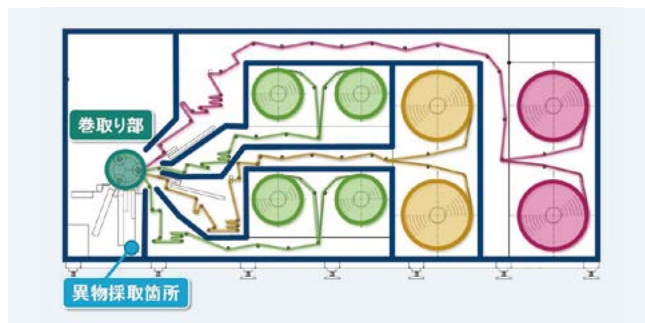


Fig.8 巻取り部付近の異物採取箇所

執筆者プロフィール



嶋山 肇 Hajime Hatakeyama
自動機械事業本部 第2技術部
Engineering Department No.2
Automatic Machinery Business Division

Table.1 巻取り部付近の異物採取個数比較

異物数	0	10	20	30
対策前				28
対策後	0			

対策前後を比較すると、巻取り部付近での異物発生が抑えられていることが一目でわかる結果となった。

実際の電池生産においても、短絡などの不具合の発生をより確実に防止することができるという点で高い評価を得ている。

5 おわりに

当社捲回機の異物混入対策技術は、今後の電池の性能と安全性向上に大いにその効果を発揮できると確信している。リチウムイオン電池が車載用バッテリーやインフラでより多く使用されるためには、今後さらに性能向上と安全性の確保が重要となる。これからも、当社はより安全で高性能な電池を生産できる設備を開発することで、二次電池産業の発展に貢献したい。