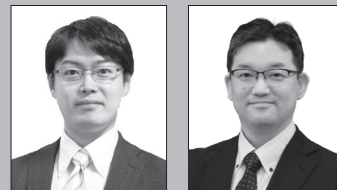


車載用二次電池の寸法検査自動化について

株式会社 中央電機計器製作所 研究開発部 畑野 昌洋
営業本部 営業第一部 部長 畑野 洋二



1. はじめに

近年、電気自動車（EV）がアメリカ、中国を中心に急激なペースで生産されています。日本でも、ガソリン車からEV、ハイブリット車への転換が加速しています。そういった背景から、車載用二次電池として主にリチウムイオンバッテリー業界は開発競争が盛んにおこなわれており、各社ともより高出力、大容量のバッテリー開発を急ピッチで進めています。

高性能なバッテリーをサイズ、重量の増加を伴わない形で実現するには、新素材の採用と同時に、高度な設計と精密な加工・組立が必要となります。そのため、各社は新しい構造設計を取り入れ、それに伴う加工機の導入を進めています。

しかしながら、精密な製品づくりは、ただ加工機を導入するだけでは難しく、何らかの形で加工精度を担保する必要があります。そのためには加工されたワークの寸法測定を行い、真値との誤差を加工機にフィードバックし、誤差を補正する必要があります。

したがって、今後の物づくりでは、加工されたワークの高精度な寸法測定が必須となります。

リチウムイオンバッテリーは高出力、大容量が特徴のため、スマートフォン、ノートパソコンや、ワイヤレス家電（掃除機）、ドローン、電気自動車（EV）などで活用されています。

近年、特にEV、ハイブリット車用途での使用が急激に伸びています。

22年6月発表の経済産業省の統計によれば、リチウムイオンバッテリーの国内出荷額が5691億円（21年度）で前年比28%増となり、そのうち車載用が4251億円（21年度）と前年から35%の増加となっています。つまりリチウムイオンバッテリー全体の出荷額の増加分は、車載用の伸び分とほぼ同等であり、車載用の需要が急拡大していることを示しています。

自動車業界では脱炭素社会に向けて、EVの開発競争が激化しており、それに伴ってリチウムイオンバッテリーの需要はさらに伸びていくと見込まれています。中国の場合、2018年時点では自動車全体の生産量のうち、EV及びPHVの占める割合は5%程度でしたが、2019年、20年もおよそ同様に推移していましたが、2021年には13.6%（354万台）に急増し、2022年には26.1%（705万台）へとさらに倍増しました。

この背景には、それだけのバッテリーを供給できるだけのバッテリーメーカーの生産体制の成長が有ります。こういったことから、リチウムイオンバッテリーの生産国としては、2020年には日本、韓国を押さえ中国が1位になっており、そこからさらに2位との差は広がる方向と予測されています。

一方、日本では、ガソリン車とEV、PHV、HVなどのバッテリー搭載車との22年11月の国内新車販売台数での比率はおおよそ半分ずつとなっており、新車の2台に1台はリチウムイオンバッテリーを搭載していると言えます。以上から、日本国内では、自動車メーカーと電機メーカーの提携が広がり、増産対応の設備投資が盛んにおこなわれています。

2. 車載用二次電池の寸法検査における課題

リチウムイオンバッテリーは主に正極、負極、セパレータ（および電解液）で構成されています。二次電池として、高出力、大容量を比較的小型で実現できるのが特徴です。形状としては円筒形、角型、ラミネート型があります。車載用として一般的なものは角型もしくは円筒形です。これらは、細長く切断された「正極」、「セパレータ」、「負極」を重ね、それを巻き上げて円筒形もしくは、角型のケースに封入したものです。細長いワークを重ねた状態のまま巻き取るため、加工精度や重ね合わせの位置精度が非常に重要となります。

また、活物質の塗布工程においても位置決め精度が必要なため、塗布後のワークを測定し、ズレ量を計測し、必要に応じて塗布機の微調整を行います。

容量や出力を確保するためには、正極と負極が向きあう面積および距離が重要です。中でも、向かい合う電極を巻き取って、体積を減らしながら面積を確保する場合、電極を大型化する必要があります。そのため、微細な加工ズレであっても、巻き取るうちにズレが拡大し、思った性能がだせなくなってしまう可能性があります。また、小さい電極であっても、積層する場合はそれぞれの電極に寸法誤差があると、重ねていくうちに誤差が蓄積してしまいます。

いずれの場合も、電極の加工時のズレや、巻き取り、積層時のズレが性能を左右することになるため、加工精度、組立精度が必要であると言えます。そういった精度を担保するためにも、加工後のワークの寸法を測定し、ズレを計測し、加工機や積層工程、巻き取り工程に対し、誤差分をフィードバックし、装置の微調整を行う必要があります。

そういった寸法測定はこれまで手動で行われるケースが大半でしたが、生産量の増加から寸法測定の自動化、効率化が求められています。

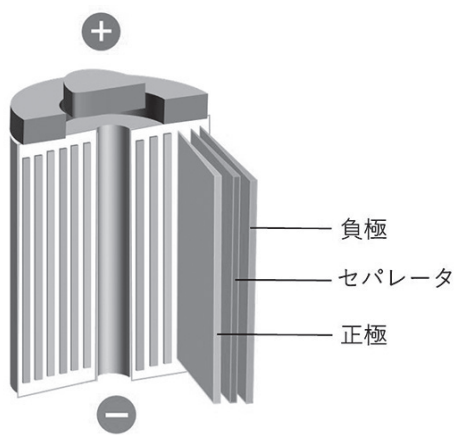


図1 リチウムイオンバッテリー 円筒形

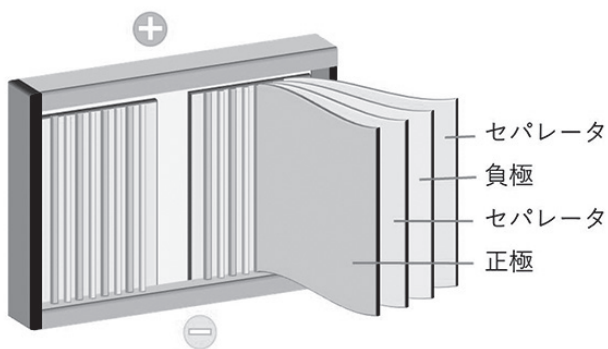


図2 リチウムイオンバッテリー 角型

3. 寸法検査の自動化・効率化ソリューション

寸法検査の自動化・効率化手法としては、おおまかには“カメラで対象物の全体を撮影する手法(移動機構なし)”と、“カメラで対象物の一点を撮影し、カメラが対象物を移動させ、もう片方の点を撮影する手法(移動機構あり)”の2種類があげられます。

前者は、画像に写った対象物全容から測定したい箇所2点を画像処理にて検出し、その2点の間に存在する画素数をカウントすることで長さを算出する手法です。対象物の全容を視野に入れる必要があるため、主に小さい対象物に対して有効な手法ですので、車載用二次電池の寸法検査には適用しづらい手法と考えられます。

一方、後者は対象物が1視野に収まらない場合に採用される手法です。この手法では、まず対象物の測定したい箇所のうち、1点目だけを視野に入れて撮影します。次に、2点目が視野に収まるように、カメラ、もしくは、対象物を移動させ、2点目付近を撮影します。こうすることで、1点目と2点目それぞれの画面内位置座標、および、カメラ、または対象物の移動量の計3つのデータが取得されますので、それぞれを合算することで長さを算出することができます。前者の方法に比べて、移動機構が必要となりますが、移動機構のストロークを伸ばすことで比較的容易に大型化が可能であり、車載用二次電池の寸法測定には適していると考えられます。ただし、移動機構が追加されることで、移動機構で生じる誤差が加算されるため、高精度な測定を実現するためには、画像処理の知識だけではなく、メカトロニクスの知識も要求されます。

また、近年では、寸法測定に適したスキャナーを活用しての寸法測定ソリューションも存在します。1視野(1画像)に収められる範囲がカメラの場合よりも広いのが特徴ですが、測長精度はメカ部分の位置決め精度に依存するため、要求精度が比較的粗く、1視野を広く確保したいケースに向いています。それぞれの特徴を表1にまとめます。

弊社では、画像処理技術に加えて、メカトロニクスの制御実績も豊富であることから、主にカメラと移動機構を組み合わせたソリューションを提案しております。

4. 車載用二次電池に適した寸法検査装置の紹介

4.1. GS-HB6040(570x420mm)

GS-HB6040 は約 A2 サイズまでのワークが測定可能

表 1 寸法検査の自動化手法比較

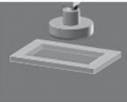

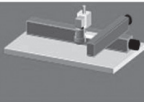
			
視野サイズ	100mm角程度	A3サイズまで	14x10mm程度
測定精度目安	±1um～ ±100um	±50um～ ±200um	±5um～ ±100um
繰り返し精度目安	±0.5um～ ±10um	±20um～ ±100um	±5um～±20um
最大測定範囲目安	100mm角程度	A3サイズ+α	A0サイズ以上も可 (移動機構のストロークに依存)
カメラ画素数目安	500万画素～2000万画素	2000万画素～6000万画素	30万画素～500万画素
移動機構分解能目安	-	40um～80um程度	0.1um～10um程度



図 3 GS-HLS40045 装置写真

でありながら、卓上に設置できるモデルです。一般的な作業機に設置が可能で、場所に制約がある中でもコンパクトに設置して頂けます。

本装置の本体は、カメラ、レンズ、照明といった光学系と、それを移動させるためのXY直交ステージ、および、FAPCで構成されており、XY直交ステージには精密級ボールねじと高分解能エンコーダーにて、高い位置決め精度を実現しています。光学系は、320万画素カメラ、テレセントリックレンズと同軸照明およびリング照明を標準搭載しており、様々はワークのエッジ検出を可能としています。

車載用二次電池の場合は、正極/負極で電極部の材質が異なり、それぞれで適した照明の波長が異なる場合がございます。そのようなケースは、照明波長のカスタマイズも対応しております。

4.2. GS-HLS40045(4000 × 450mm)

GS-HLS40045は、長辺が4mのワークまで測定できる超大型の二次元寸法装置です。基本構成はGS-HB6040と同様ですが、下軸(長辺側)にリニアモーターを採用することで、大型化を可能にしたことと合わせてロストモーションも減らすことができ、4mで±20umの位置決め精度を実現しております。寸法検査の精度として、位置決め精度、繰り返し精度の両方を加味してもフルストロークにて±100um以内と、超大型装置として高い位置決め精度を実現いたしました。

さらに、リニアモーター化の恩恵として、ボールねじよりも移動速度を上げられるため、大型ワークの測定時間を、ボールねじに比べて短縮することが可能です。

車載用二次電池では、カッティング後でも1mを超えるものが多く存在しており、本装置はそのような大型ワークに最適な1台と言えます。特注にはなりますが、4m以上のストロークを有する装置も制作可能です。

また、リニアモーターはボールねじに比べて金属同士の接触面が少ないため、異物混入といったリスクも低減できます。

おわりに

ここまで、車載用二次電池の寸法検査の自動化について説明してまいりました。世界中で脱ガソリン車の流れが加速している中、BEVの心臓部である二次電池の重要性はますます上がっております。高品質な二次電池の制作には、寸法検査の自動化は避けては通れない課題となると思われます。お困りの際はぜひ弊社までご連絡ください。最適なソリューションを提案させていただきます。

最後までお付き合いいただき誠にありがとうございました。

【問い合わせ先】

株式会社中央電機計器製作所 カスタマーサポート
〒534-0013 大阪府都島区内代町2-7-12
TEL: 06-6953-2366 FAX: 06-6953-2414
HP アドレス: <http://www.e-cew.co.jp/>