

3561 バッテリハイテスタ

佐藤 達也 *1

要 旨

3561 バッテリハイテスタは、1 kHz 交流 4 端子法による低抵抗測定器で、約 10 ms の高速測定と 0.01% の高精度電圧測定を特長とする。リチウムイオン二次電池を中心とした電池生産ラインの検査に特化した製品である。ここに製品の特長と構成について解説する。

1. はじめに

現在、携帯電話、デジタルカメラ、ノートパソコン、携帯音楽プレーヤなど電池駆動の製品はわれわれの生活に欠かせないものとなっている。これらの機器を支える電池は、リチウムイオン二次電池を中心として目覚ましい性能向上が図られるとともに生産量も飛躍的な発展を遂げている。今後も 2010 年頃までは生産量の増加が見込まれている分野である。

これまで、電池生産ラインの検査工程において 3560 AC ミリオームハイテスタが多数使われてきた。しかし中国、台湾をはじめとする海外電池メーカーから安価な測定器を望む声が強くなってきていることと、国内電池メーカーにおいては検査時間の短縮や電圧測定精度の向上への期待に応えるため 3561 を開発した。

2. コンセプト

海外電池メーカーからの低コストの要望と国内電池メーカーからの高速・高精度化の要望を両立し、より一層お客様に満足していただける製品とすることを目標とした。

- (1) 電池（特にリチウムイオン二次電池）検査に特化した AC ミリオーム計
- (2) 低コスト化
- (3) 高速測定、高精度電圧測定

3. 機能・特長

- (1) 電池検査に特化した測定レンジ構成

リチウムイオン電池をメインターゲットとして、抵抗測定レンジを 300 mΩ/3 Ω の 2 レンジ、電圧測定レンジを 20 V 単一レンジに限定しコストダウンを行った。



3561 の外観

- (2) 高速測定

従来機種 3560 では電池をプローブに接続してから測定を開始するまで約 100 ms のアナログ回路応答時間を待つ必要があったが、3561ではこれを 3 ms までに高速化した。サンプリング時間を含めて抵抗・電圧同時測定を約 10 ms で行えるようになった。

- (3) 高精度測定・高分解能

抵抗測定確度 0.5%、電圧測定確度 0.01% と高精度で測定が行える。特に電圧測定は従来の 5 倍の高精度を実現した。電池検査において電圧測定は 1 mV 単位での確度保証を要求されることが多い。リチウムイオン電池の単セル電圧 4 V 測定時に 0.01% 確度であれば 1 mV の確度保証が実現できる。

また、抵抗測定分解能は 0.01 mΩ (300 mΩ レンジ)、電圧測定分解能は 0.1 mV と電池検査には必要十分な分解能に対応している。

- (4) 測定異常検出

測定プローブの接触不良や断線を検出し、信頼性の高い測定を実現している。測定中も常時検出可能な回路構成としており、測定時間に影響を与えず、より信頼性の高い測定異常検出が可能となった。

*1 PMI 部 技術 2 課

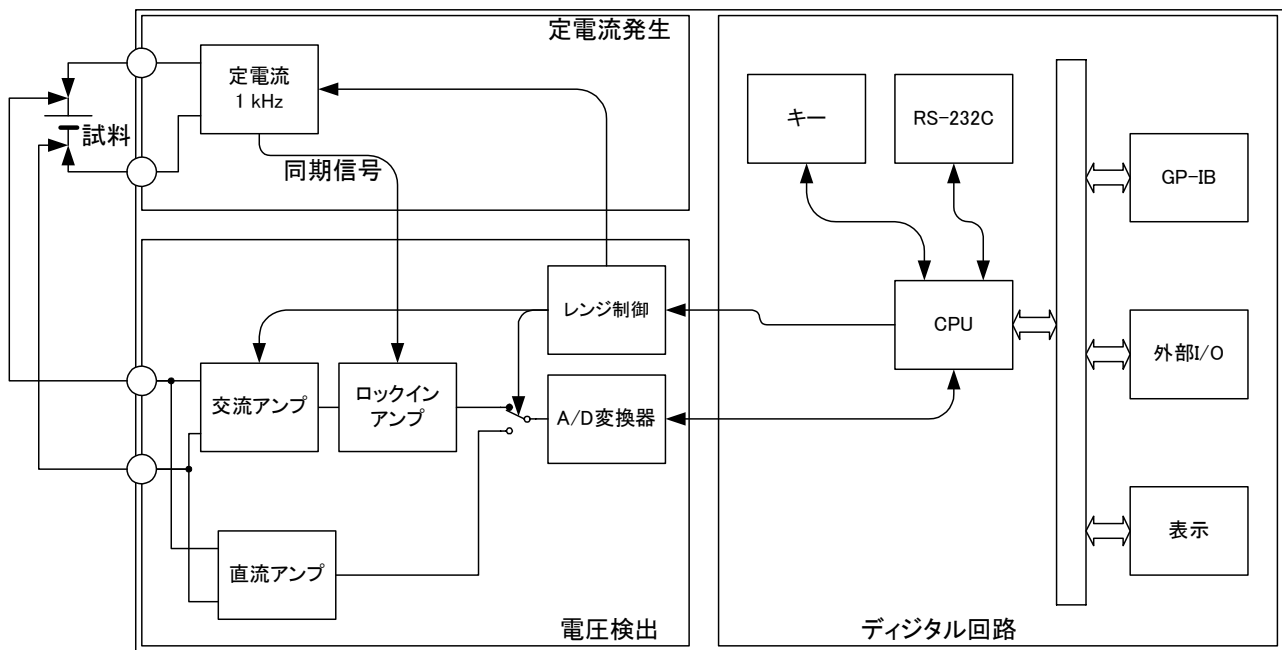
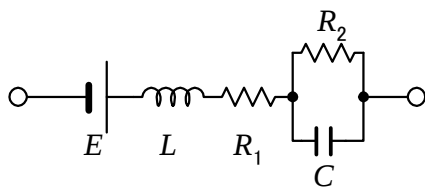


図1 ブロック図



E : 起電力, L : インダクタンス,
 R_1 : 液抵抗 + 電極板抵抗,
 R_2 : 電荷移動抵抗, C : 電気二重層容量

図2 バッテリの等価回路

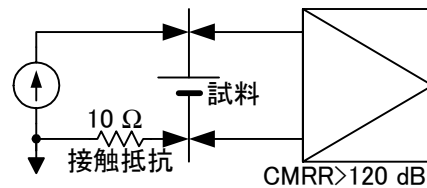


図3 計装アンプを用いた低抵抗測定回路

(5) 統計演算機能

平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差, 工程能力指数などを演算可能な統計演算機能を装備した。電池検査においてロットの抜き取り検査で統計演算を行うことで, 生産ロットの特性が 3561 本体のみで簡単に把握できる。また 3σ の値をコンパレータ設定値として設定することも可能になっている。

(6) 外部インタフェース

標準で外部 I/O と RS-232C インタフェースを装備した。PLC でも PC でもすぐにシステム構築が可能となっている。また GP-IB を装備したモデルを 3561-01 として用意し, 電池検査ラインにおいて多用される GP-IB を用いたシステムにも対応している。外部 I/O のコネクタはアンフェノール 36 ピンコネクタを採用した。端子台ではシステムから計測器を取り外す際に作業が繁雑で, 再設置時にも配線を間違える可能性があるが, コネクタ一つであればこうした作業が簡単かつ確実にできる。

4. 構成

4.1 ハードウェア構成

図 1 に全体のブロック図を示す。

(1) ハードウェア制御

16 ビットのワンチップマイコンにより表示, 通信, キー, 測定回路を制御している。デジタル回路は簡素な構成とし, 低価格化に貢献している。

(2) 抵抗測定回路

・実効抵抗測定

図 2 にバッテリーの等価回路を示す。図のように測定対象物に純抵抗以外の成分が含まれている場合, 実効抵抗 (実効抵抗: インピーダンスの実部) を求めるのにロックインアンプ (同期検波) を用いる。また, ロックインアンプは雑音に埋もれた微小信号を取り出すことができる回路でもある。本器ではロックインアンプを採用し, 測定対象物のインピーダンスから実効抵抗を抽出している。

- 高速測定

抵抗値 $100\text{ m}\Omega$ 程度のバッテリーに 10 mA の測定電流を印加して得られる電圧は 1 mV である。Li-ion 電池の起電力 4 V の中からこのわずか 1 mV の電圧を高速に検出するために、交流アンプには高速直流除去回路を内蔵している。これにより、バッテリーを 3561 に接続してから 7 ms 後には安定した抵抗測定値が得られる。

- フローティング電流源

抵抗測定回路において、定電流発生部は電圧検出部からフローティングされている。これは、リードの線抵抗やプローブの接触抵抗による同相電圧の影響を避けるためである。もし電圧検出部がフローティングされていなければ、 $10\text{ }\Omega$ の接触抵抗があるときに $10\text{ }\mu\Omega$ の分解能を得るためには、周波数 1 kHz において 120 dB もの同相電圧除去比をもつ計装アンプが必要になるためである（図 3）。

(3) 直流電圧測定

抵抗を測定するためにバッテリーへは常に 10 mA の電流を流している。このときバッテリーには最大で 3 mV もの交流電圧が重畳されるため、わずか 4 ms の間に $100\text{ }\mu\text{V}$ 分解能の直流電圧測定を実現するには大きな障害となる。3561 では、高いリップル除去性能を有するデジタルフィルタにより、抵抗測定信号の影響を排除した電圧測定を実現している。これにより、バッテリーを 3561 に接続してから 6 ms 後には安定した電圧測定値が得られる。

5. 特性

5.1 繰り返し精度

出荷検査においては繰り返し精度が重要なファクターとなる。図 4～図 7 に 100 回の測定値のばらつきを示す。サンプリング速度 EX.FAST 設定においても、わずか 2 dgt. のばらつき幅に収まっている。FAST, MEDIUM, SLOW 設定では 1 dgt. 以内のばらつき幅となる。

5.2 応答

繰り返し精度と同様に重要なのが応答時間である。図 8, 図 9 にバッテリーを接続してから測定開始までの DELAY 時間を変えながらの測定値のばらつきを示す。抵抗測定・電圧測定ともに、接続から 3 ms 後に測定を開始すれば十分に安定した測定が可能になっている。他社を圧倒する高速性は、パ

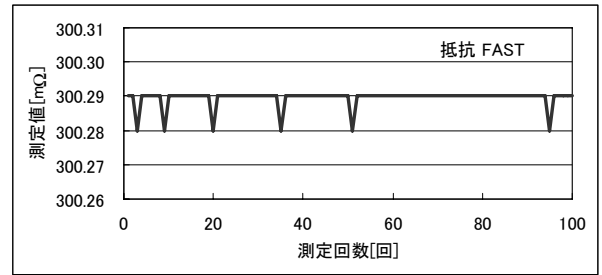


図 4 300 mΩ レンジのばらつき
(サンプリング速度 FAST)

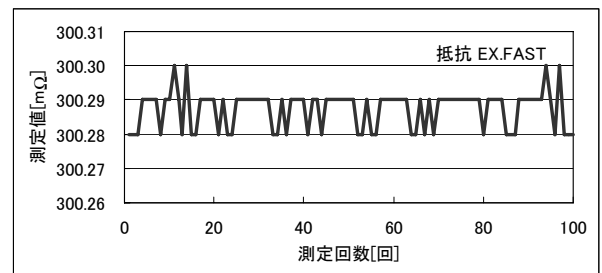


図 5 300 mΩ レンジのばらつき
(サンプリング速度 EX.FAST)

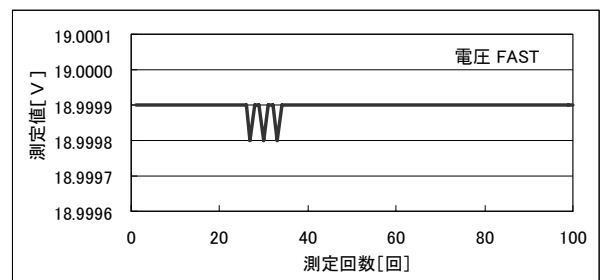


図 6 電圧測定値のばらつき
(サンプリング速度 FAST)

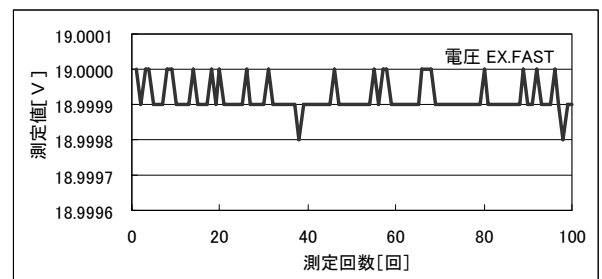


図 7 電圧測定値のばらつき
(サンプリング速度 EX.FAST)

レット上の Li-ion 素電池の高速検査に威力を発揮する。

6. おわりに

リチウムイオン電池の生産は今後も増加が見込まれており、生産設備の需要も安定して見込まれる。特に中国を中心とした東アジア地区では伸長が著しいので 3561 の低価格と高性能・高品質をもって電池検査の分野で幅広く愛用していただくことを期待する。

寺島 隆幸^{*2}, 臼井 隆之^{*3}

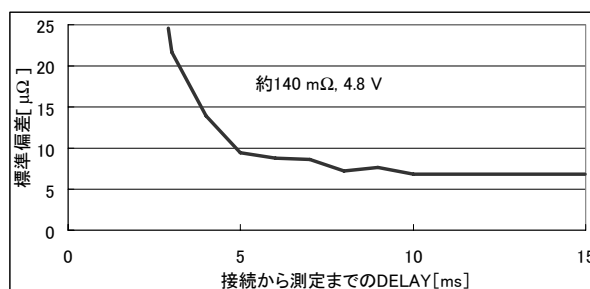


図 8 接続から測定開始までの遅延時間と抵抗測定値の標準偏差

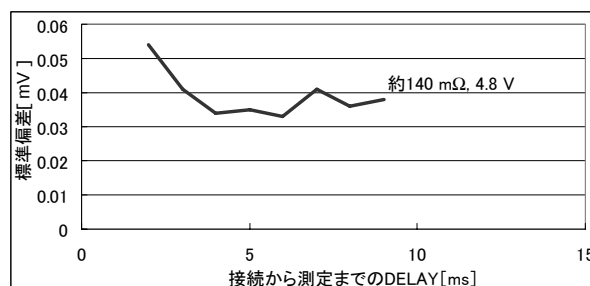


図 9 接続から測定開始までの遅延時間と電圧測定値の標準偏差

*2 PMI 部 技術 2 課

*3 ATE 部 技術 8 課