

バッテリーハイテスタ BT3562/BT3563

ピン形リード L2100

佐藤 達也^{*1}

要 旨

バッテリーハイテスタBT3562/BT3563は、1 kHz交流4端子法による低抵抗測定器で、3 mΩ～3 kΩと広い測定範囲、電圧測定精度0.01%rdg.の高精度測定、電圧入力定格300 V(BT3563)、60 V(BT3562)に対応を特長とする。低抵抗化する大型電池のセル検査や高電圧電池パックの検査に対応する製品となっている。ここに製品の概要、特長、構成などについて解説する。

1. はじめに

リチウムイオン電池が実用化されてから 20 年近くが経過し、携帯電話、デジタルスチルカメラ、ノート PC など電池駆動機器の普及・発展にはめざましいものがある。近年さらに、携帯型情報端末や EV(電気自動車)など、新たなアプリケーションも加わり電池市場はますます巨大化している。

特に EV や産業向けの電池は大電流供給を必要とするため、セルの大型化・低抵抗化が進んでいる。単セルの抵抗値は 1 mΩを下回る状況になっており、これまでの AC ミリオームハイテスタの測定レンジでは分解能の面で物足りない状態となっていた。またリチウムイオン電池のセル検査においては、自己放電の微小電圧変化をとらえるため 0.01%rdg.の高精度が求められている。そして電池パックの電圧も EV、電動バイクあるいは UPS などの用途において 100 Vを超えるような電圧になってきている。このように変化してきている電池検査への要求に応えるべく、バッテリーハイテスタ BT3562、BT3563 を開発した。

2. 設計コンセプト

大型セルや高電圧電池パックなど、ますます成長する電池の検査において幅広く活躍できるよう、「高電圧に対応したバッテリー出荷検査の新スタンダード」のコンセプトで開発を行った。広い抵抗測定範囲やアナログ出力(-01 モデル)などで研究開発用途にも対応している。



BT3563 の外観

3. 機能・特長

(1) 高電圧入力対応

入力定格 DC300 V(BT3563)とし、EV の電池モジュールや電動バイク、UPS などの高電圧電池パック検査に対応した。また対地間最大電圧も高いため、スタックされた部分の単セル測定にも活用できる。

(2) 高精度電圧測定

セルのエージング検査に求められる 0.01%rdg.の高精度電圧測定を実現した。

(3) 超低抵抗測定

3 mΩレンジが追加され、低抵抗化がすすむ大型電池セルの検査に最適である。

(4) 測定電流アップ

測定電流を 3 mΩ/30 mΩレンジにおいて 100 mA、300 mΩレンジにおいて 10 mA と、従来の AC ミリオ

^{*1} 技術1部 技術2課

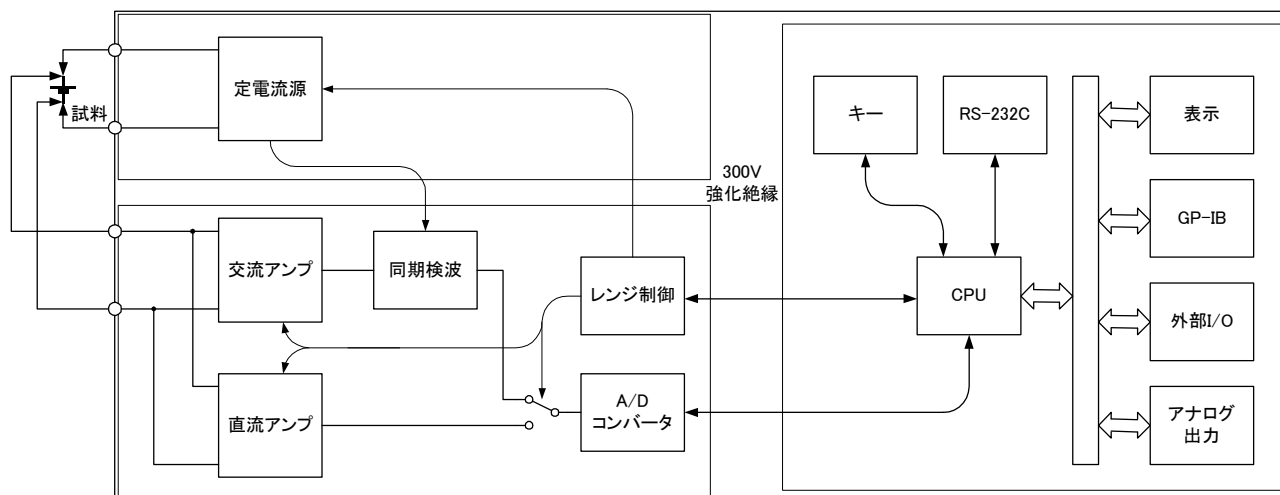
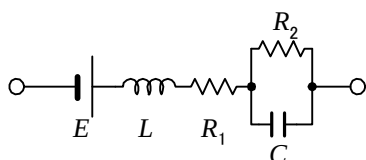


図1 ブロック図



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 バッテリーの等価回路

ームハイテスタ 3560 に対してアップすることにより、ノイズに強く安定した抵抗測定を実現した。燃料電池などの研究開発現場では負荷電流を引きながら内部抵抗を測定する用途もあるが、これまでは負荷装置のノイズによりほとんど測定できない状態だったが、測定電流アップにより測定可能とした。(負荷装置のノイズレベルによりできない場合もある)

(5) 高速測定

1台で幅広い用途に適応するため、高電圧入力に対応しながら応答時間も大きく改善している。3560の測定時間 85 ms に対し、18 ms(アナログ応答時間 10 ms + サンプリング 8 ms)と4倍以上の高速化を実現している。電池セル検査や、生産量が多い電池パックの検査においてもタクトタイム短縮に貢献できるように測定回路を工夫した。

(6) 広い抵抗測定レンジ

3 mΩレンジから 3 kΩレンジまでの広い測定範囲を実現した。コイン形電池のように内部抵抗の大きな電池検査にも対応できる。また研究開発用途において、充放電試験の繰り返しにより内部抵抗が上昇した状態の抵抗値も測定可能となっている。

(7) インタフェース

RS-232C、外部 I/O を標準装備し生産ラインでの使用に最適となっている。RS-232C は 38,400 bps にも対応し高速にデータ通信できるため、タクトタイムに大きな影響を与えず検査データの全数保存が可能になっている。また、-01 モデルにおいて GP-IB 通信および抵抗値アナログ出力が可能となっている。特にアナログ出力は研究開発の現場においてロガーなどに入力し、電圧や温度と共に記録して各種特性評価するのに最適である。

4. 構成

図1にハードウェア構成を示す。構成は大きく分けて測定を担うアナログ部と、各制御を担うデジタル部とで構成している。アナログ部は定電流発生部と電圧検出部で構成している。各部をフローティングにすることでリード線抵抗やプローブの接触抵抗により発生する同相電圧の影響を避けている。

アナログ部とデジタル間には最大入力電圧 300 V に対応した安全規格を満足する絶縁構成としている。

4.1 ハードウェア制御

従来製品バッテリーハイテスタ 3561 の構成を受け継ぎデジタル-アナログ間はフォトカプラにてシリアル-パラレル変換してアナログハードウェア制御を行っている。デジタル回路はワンチップマイコンを中心として簡素な構成としている。

4.2 抵抗測定回路

図 2 にバッテリーの等価回路を示す。バッテリー内部は内部抵抗の他、起電力 E 、インダクタンス成分 L やコンデンサ成分 C のリアクタンス成分が含まれる。バッテリーハイテスタでは、ここから実効抵抗成分のみを取り出すため同期検波法を用いている。

また今回新たに $3\text{ m}\Omega$ レンジを追加し低抵抗レンジを拡大している。測定値の安定性向上のため測定電流を 100 mA に増やすことで S/N 比を改善している。入力電圧については、最大入力電圧を 300 V に拡大している(BT3563)。HEV(ハイブリッド自動車)、EV 向けに今後も伸長が期待されるリチウムイオン高圧電池パックの測定も可能にしている。この高圧電池パックの測定を可能にするために測定回路の耐圧を強化すると共に、アナログ応答時間 10 ms の応答性を両立させている。

4.3 直流電圧測定

内部抵抗測定のためにバッテリーへは常に 1 kHz の測定電流が印加され、バッテリー両端電圧は最大で 30 mV の交流電圧が発生する。この電圧は安定した直流電圧測定のためには障害となる。BT3562、BT3563 では、安定した直流電圧測定のために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、先述の抵抗測定信号による影響を排除している。

5. 特性

5.1 繰り返し精度

抵抗(純抵抗)測定、直流電圧測定において 100 回の測定値のばらつきを図 3～図 5 に示す。サンプリング速度は EX.FAST 設定および、SLOW 設定である。抵抗測定においては $3\text{ m}\Omega$ レンジでは EX.FAST 設定で 30 dgt. のばらつき幅、SLOW 設定で 5 dgt. のばらつき幅に収まる。 $30\text{ m}\Omega$ レンジでは、EX.FAST 設定で 3 dgt. のばらつき幅、SLOW 設定で 1 dgt. のばらつき幅に収まっている。直流電圧測定においても EX.FAST 設定で 4 dgt. のばらつき幅、SLOW 設定

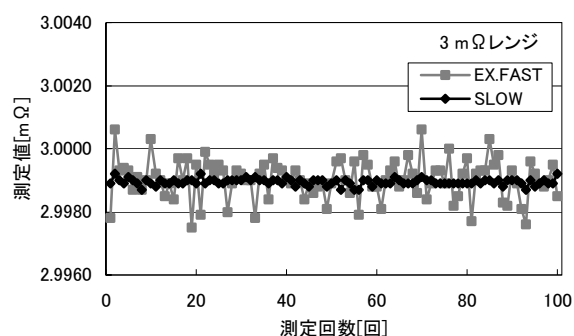


図 3 抵抗測定 $3\text{ m}\Omega$ レンジ繰り返し精度

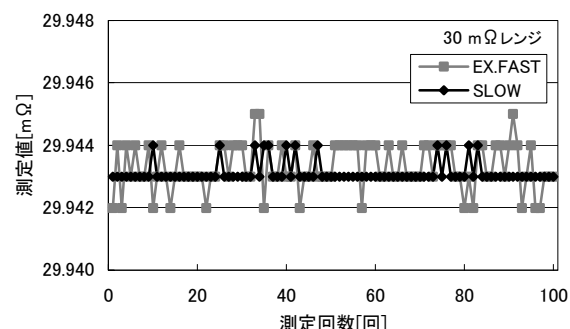


図 4 抵抗測定 $30\text{ m}\Omega$ レンジ繰り返し精度

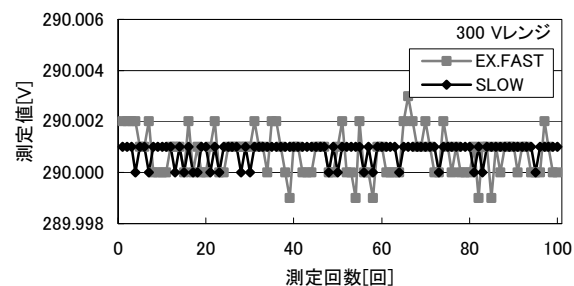


図 5 DC 電圧測定 300 V レンジ繰り返し精度

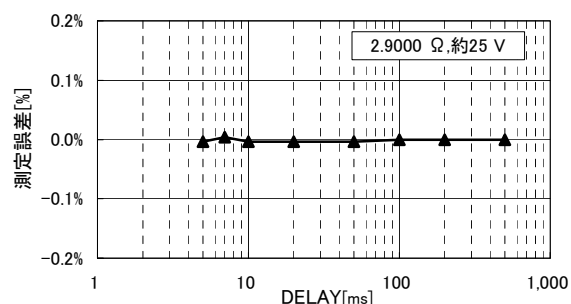


図 6 $3\text{ }\Omega$ レンジ応答特性

で 1 dgt. のばらつき幅に収まり、再現性のある安定した測定ができている。

5.2 応答

従来機種 3560 の応答時間は 84ms であったが BT3562, BT3563 は 10ms の高速応答を実現している。図 6 に 2.9 Ω の内部抵抗を持つ電圧源を接続してから測定開始までの DELAY 時間を変えながら測定したときの抵抗測定値の誤差を示す。DELAY 時間が 5 ms 以上あれば安定した測定ができる。(4ms 以下の過渡状態において測定値は表示されない) 応答時間の高速性は、電池セルの高速検査に有効である。



図 7 ピン形リード L2100

6. ピン形リード L2100 (図7)

従来機種 3560 では最大入力電圧が 60 V までであったが, BT3563 では 300 V まで入力可能になった。それに伴い 4 端子プローブも高電圧入力に対応した製品が必要となり, 今回新たに L2100 を開発した。将来的な電圧アップも視野に入れ DC600 V 耐圧のケーブル(ツイストペア×2 の構成)を使用した。また改訂された安全規格に従い, 絶縁体は 2 色・2 層構成となっている。バナナ端子部分も安全性を考慮して先端樹脂タイプを使用すると共に感電や電池短絡を防止するため絶縁カバーを付けている。

7. おわりに

BT3562, BT3563 は電池の量産検査, 内部抵抗測定幅広い用途に適応し, バランスのとれた性能を持つ測定器となった。世界中の電池量産現場において標準的に使用され, 電池の信頼性向上に貢献することを期待する。

飯島 淳司^{*2}, 吾妻 俊征^{*2}, 成沢 明洋^{*2},
木本 基明^{*2}, 長井 秀行^{*2}, 富山 和彦^{*2},
柳沢 俊介^{*2}, 北沢 正美^{*2}, 寺島 隆幸^{*2}

*2 技術1部 技術2課