

Technical Note テクニカルノート LIB-08/1 '2017-10-15

Title: 角型リチウムイオン電池(006P)の充放電プロセスの熱量測定

photo-01



車載用リチウムイオン電池は形状が角型であるものも多く見受けられます。セル形状が直方体の場合、電池からの発熱は6面体あることとなります。このため今まである角型電池用熱量計は6面体のすべてが熱流センサとする構造になっています。しかし電池が熱流センサと接触している面は底面のみで、他の5面は非接触状態です。こうした構造の熱量計は熱流信号の時定数が非常に大きく、熱流信号の応答が非常に遅くなります。こうした従来の熱流計の熱流信号の応答を改善するため角型電池を熱流センサでサンドイッチして測定する構造とする“A6_熱流検出モジュール”を新たに開発しました。

Photo_02 : サンドイッチ方式・A6熱流センサ・モジュール前面

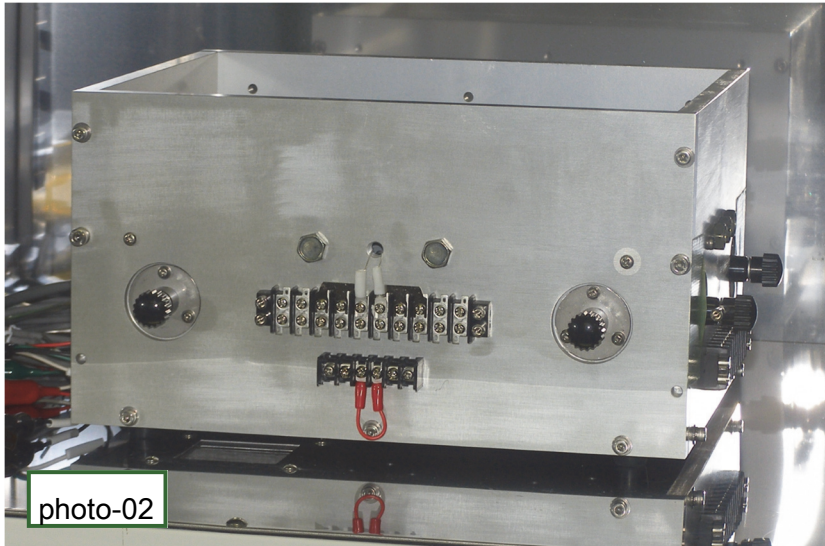


photo-02

A6熱流センサモジュールは上面と下面の熱流センサで電池をサンドイッチする構造です。この方式のメリットは①片面方式に比較して、伝熱式熱流センサの受熱面積が2倍、伝熱速度が2倍となり熱流信号の時定数が1/2となり応答感度が向上します。②電池の充放電中の熱膨張・収縮による応力測定は応力センサを熱流センサ上にセットが可能となり、熱流・応力の同時測定が可能となります。Photo_03は熱流センサモジュール底面(熱流センサ・サイズ180×140mm)

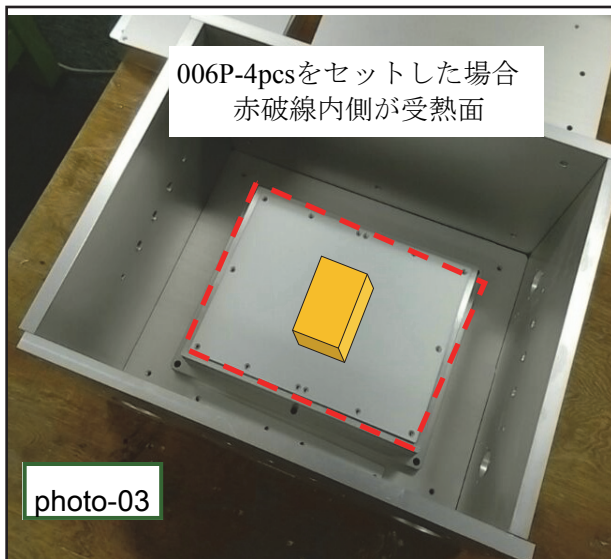
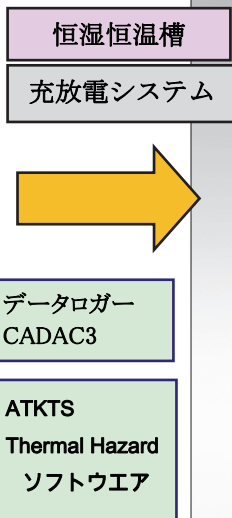


photo-03

006P-4pcsをセットした場合赤破線内側が受熱面

恒温恒湿器 ESPEC BPU-4

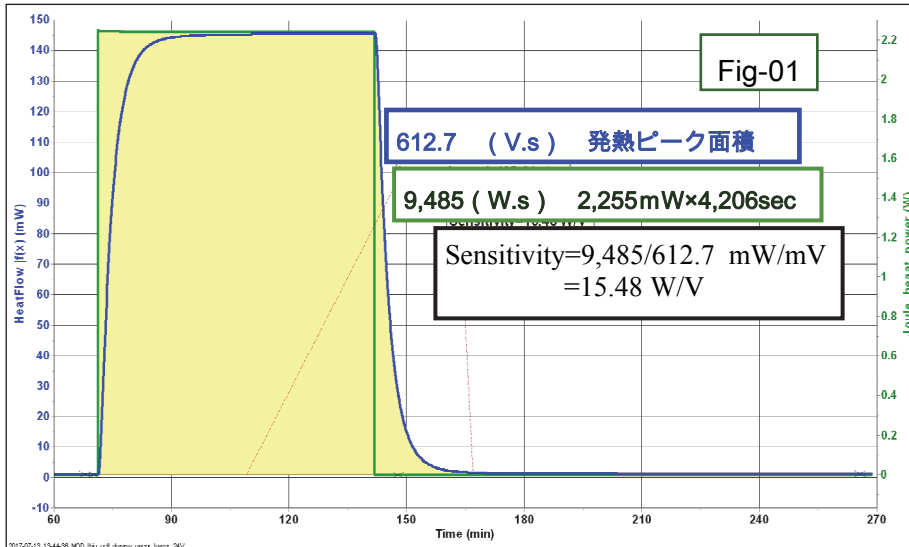


熱流センサモジュールはお手持ちの恒温槽に収納し、お手持ちの充放電システムに接続して使用します。

Technical Note テクニカルノート LIB-08/2 '2017-10-15

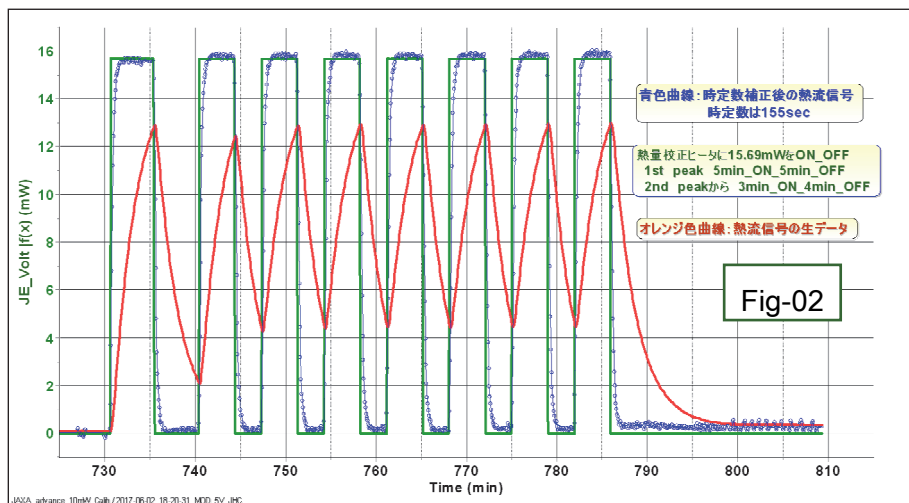
Title: 角型リチウムイオン電池(006P)の充放電プロセスの熱量測定

Fig-01: 熱流センサモジュールのジュール熱校正 投入power2.255Wの場合



A6熱流センサモジュールの検出面サイズは160×120mm、厚みは80mmまで対応可能です。100×100mm厚み5mmジュール熱校正用Dummy Heaterにより2,255mWを70min(9,485J)を投入し、熱流センサが検出した発熱ピークの積分値は612.7(V.s)でした。熱流検出感度を熱流センサ1mV当りのPower(mW)で表現すると15.48mW/mVとなります。1mV発熱速度当りのセンサの熱起電力mVで表現すれば感度は0.0646 mW/mVとなります。得られたmV信号をmWに変換するには“W/V単位”で示す方が直感的で便利です。

Fig-02: オリジナル曲線(赤色)と時定数補正曲線(青色)



充放電電流がON_OFF的に変化する場合、熱流信号は遅れを伴うので、投入電流と大きいズレが生ずる。Fig_03は充電電流が緑色曲線の矩形波の場合、熱流センサが検出するオリジナル信号は赤色曲線となる。AKTSソフトで155秒の時定数補正をすると青色曲線となります。このように充放電電流を大きく変化させる条件では時定数補正が必須です。

Table 01: 発熱速度と熱流検出感度、時定数の関係 環境温度25℃

Power_Time	Joule熱	Sensitivity	time_constant	Temp
2.60mW_30min	4.68J	15.429 W/V	150sec	25℃
9.73mW_30min	17.51J	15.155		ditto
15.10mW_30min	27.18J	15.107		ditto
60.00mW_30min	108.0J	15.466	155sec	ditto
240.0mW_30min	432.0J	15.433		ditto
951.0mW_30min	1712.0J	15.413	155sec	ditto
2255.0mW_70min	9485.0J	15.481		ditto

“A6熱流センサモジュール”の検出感度は1mW~2255mWまで15.4mW一定で直線性があります。時定数についても発熱量に対する依存性はありません。熱流検出感度は温度依存性があり、各モジュールごとにジュール熱補正により温度に対する検出感度が求められています。



A6熱流センサモジュールの熱流信号の解析にはのThermal_Hazardソフト(AKTS社)を使用します。

Technical Note テクニカルノート LIB-08/3 '2017-10-15

Title: 角型リチウムイオン電池(006P)の充放電プロセスの熱量測定

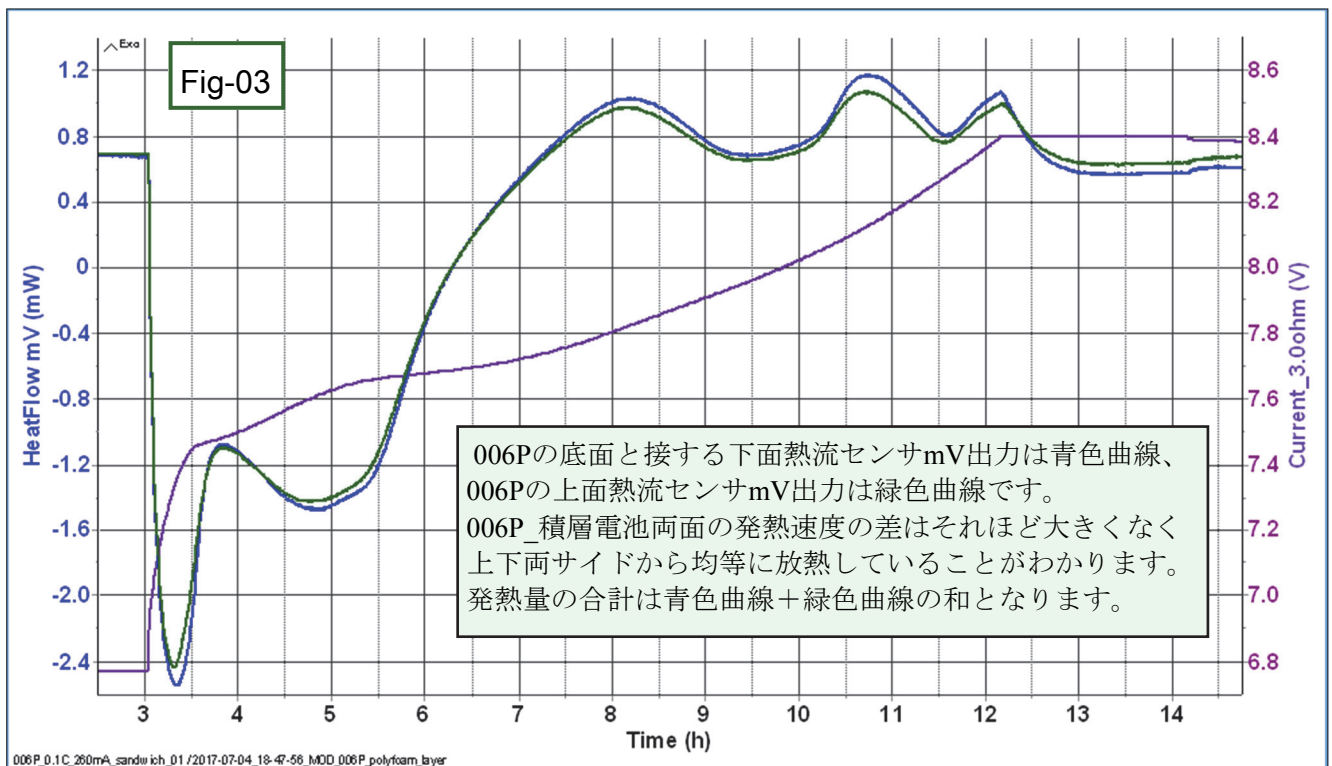


車載用リチウムイオン電池は形状が角型であるものが多く見受けられます。セル形状が直方体の場合、電池の吸発熱をどのように測定すれば正しい測定ができるのかを評価してみました。

車載用リチウムイオン電池は自動車メーカーでもない限り、入手することは不可能なので、入手可能な電池(006P)を4本並列接続して容量2.6Ah_7.4Vの角型電池を作成しました。一般の006P 9Vの積層電池は一次電池ですが、今回使用した電池は006Pの二次電池のリチウムイオン電池です。

充放電プロセスで得られる吸発熱プロファイルより電池の正極はコバルト酸リチウム、負極は黒鉛系と推定されます。

Fig-01: 006P_7.4V_2600mAh 0.1CC 充電プロセスの電圧変化と熱流測定



006P_0.1C_260mA_sandw_ich_01 / 2017-07-04_18-47-56_MOD_006P_polyfoam_layer

測定サンプル：PLATA (中国製) 006P_7.4V
650mAh 4個並列接続 2600mAh
充放電電圧 6.0V~8.4V
充放電装置；HJ1001SD8(北斗電工)
充放電電流：0.1C 260mA (1Aレンジ)
充電プロセス：CCCVモード：12h CV:2h
放電プロセス：CCモード
Reset時間：2h

測定に使用した熱流検出モジュールは上面と下面の熱流センサで角型電池をサンドイッチする構造です。このため従来の方式に比較して熱流検出信号の時定数が1/2となり、非常にシャープな波形が得られます。

Photo_02に示すように熱流センササイズが電池サイズに比較して十分に大きいため、上下面以外の側面からの放熱も効率よく検出します。サンドイッチ構造は角型電池のように電池容量(サイズ)が大きくなればなるほど有利です。



データロガーは高精度デジタルボルトメータ並みの0.1μVの読取分解能と白金抵抗体センサ対応のCADAC3(江藤電気)を使用します。

Technical Note テクニカルノート LIB-08/4 '2017-10-15

Title: 角型リチウムイオン電池(006P)の充放電プロセスの熱量測定

Fig-02: 006P_7.4V_2600mAh 0.1CC 充放電プロセスの電圧変化と熱流測定 時定数補正なし

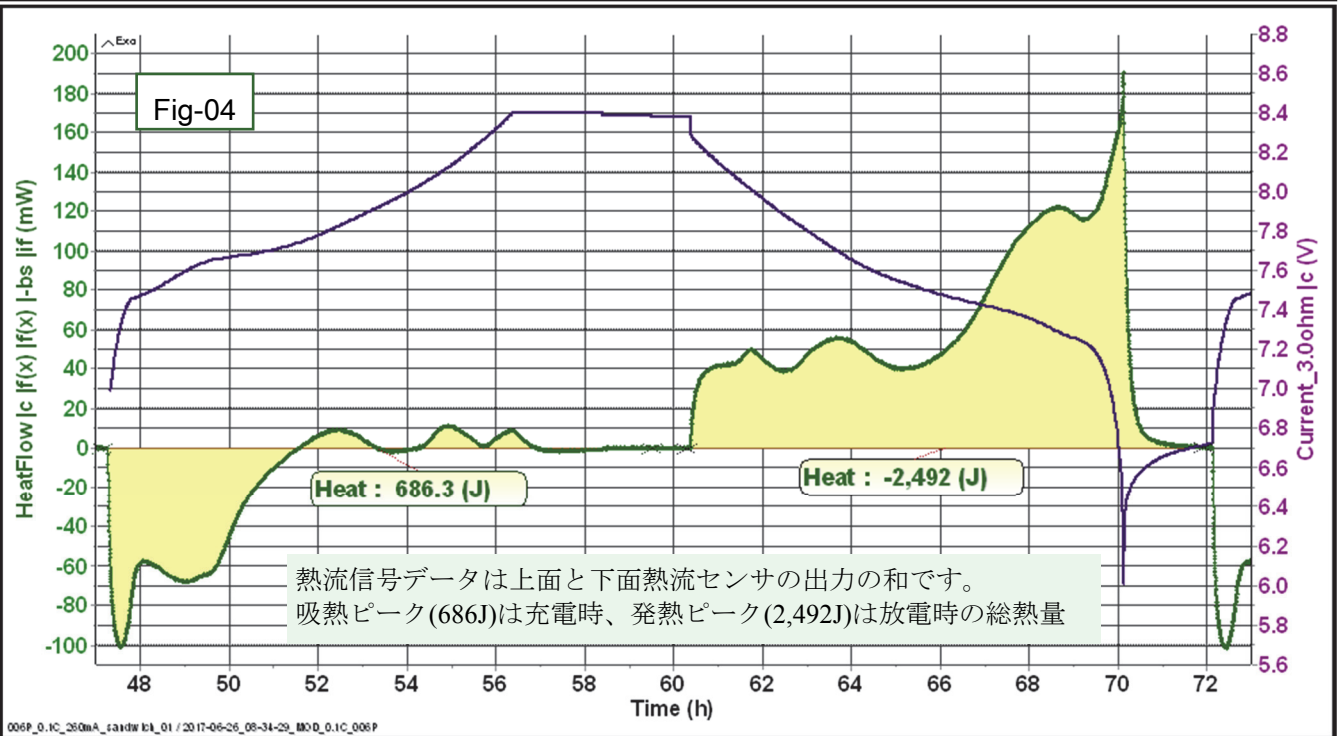


Fig-03: 006P_7.4V_2.6Ah 0.1CC 放電プロセス熱流測定 時定数補正400sec

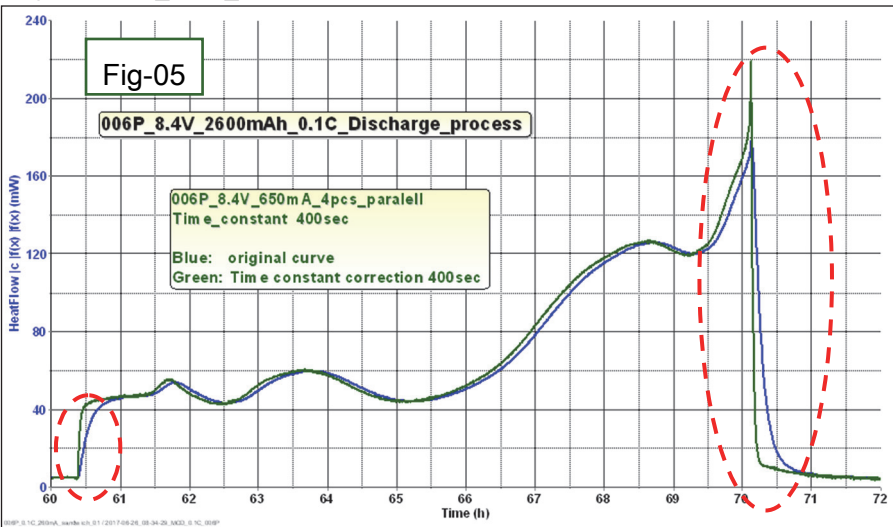
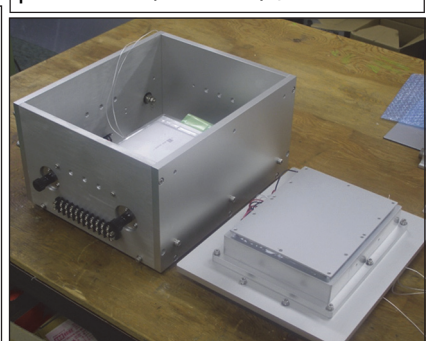


photo-04 : 筐体と上面センサ部



モジュールサイズをコンパクト化するため、非示差方式の片チャンネル方式とし、サイズを1/2にしました。

電池容量が数Ahレベルになると電流レイトが0.1Cでも発熱速度は10mW~数100mWに達します。
一方、環境温度変化による熱流信号のドリフト量は2~3mW程度です。

したがってA6サイズやA4サイズの大型電池用熱流センサモジュールは片チャンネル方式で十分です。

A6 熱流モジュールは測定セルの厚みが5mmでは時定数は155sec程度です。006P_7.4V_650mAhの場合、厚みは3倍の15mm、時定数は400secとなります。0.1C_低レイトの放電プロセスであっても放電開始直後や放電プロセス末期の放電プロセスの熱発生速度は大きくなります。放電末期の180mWピーク(青色オリジナル曲線)を時定数補正すると、ピーク高さは22%増大して220mWとなり、応答感度が優れた緑色曲線になります。



A6サイズ以外にA4サイズ、18650サイズ、2032サイズなど電池サイズに応じてさまざまなシステムの提供が可能です。