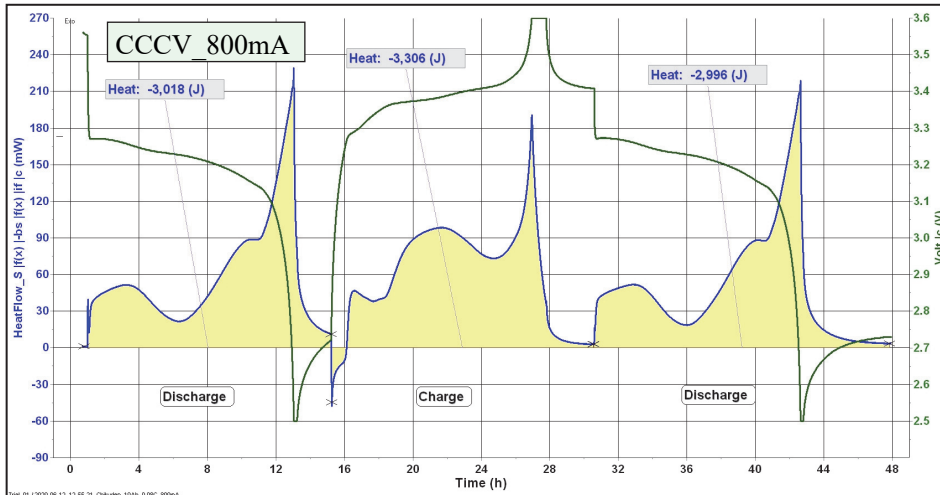


Technical Note テクニカルノート LIB-20/1 2021-02-05

Title: LIBCal_A6 熱量計による10Ah_リン酸鉄ラミネートセルの充放電サイクル

Fig_1 : LIBCal_A6_2ch_熱量計によるリン酸鉄LIBの充放電時の熱流測定



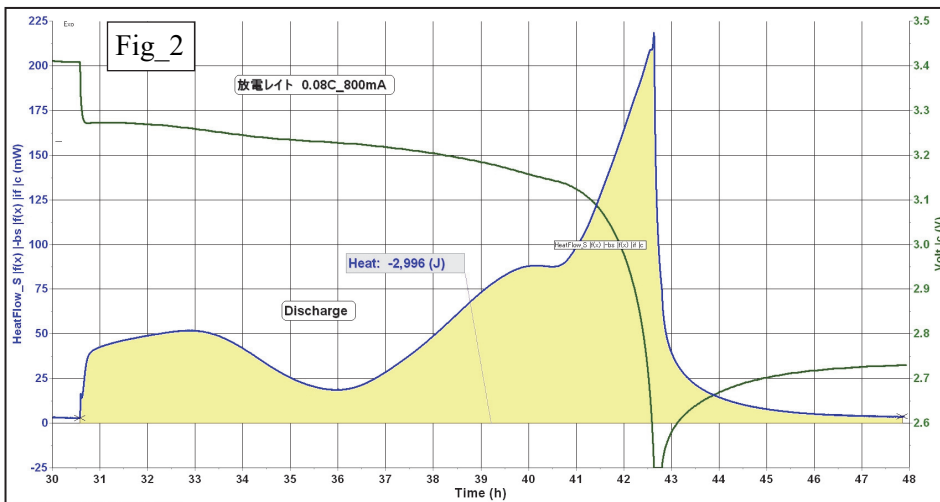
Fig_03の 定格3.2V・10Ah ラミネートセル_リン酸鉄リチウムイオン電池の充放電サイクル試験を温度条件25℃で熱量同時測定をしました。

電池サイズ：138×82×11mm、
セル重量：240g
比熱容量：220J/K (推定)
電圧範囲：DC 2.50V～3.65V
制御モード：CCCV
電流レイト：800mA_0.08C
熱量計システム：LIBCal_A6
を使用しました。

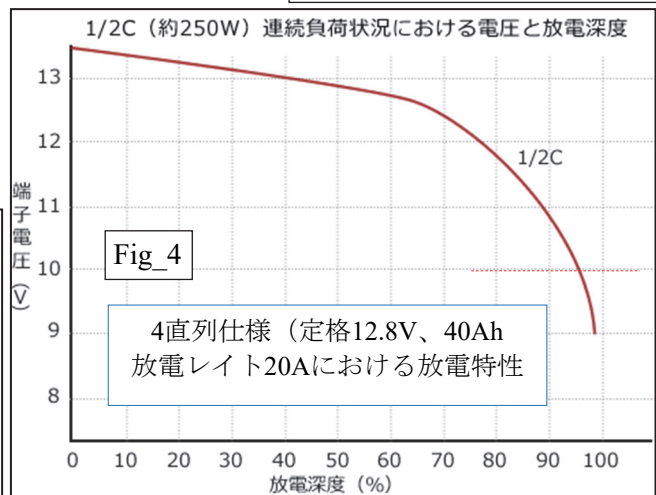
充放電サイクルでセルの総発熱量を知ることにより、電池の排熱設計や使用条件の最適化が可能です。充放電フルサイクル当りの総発熱量は6,300Jとなり、仮にセルが断熱状態の場合セルの断熱温度上昇の ΔT は $\Delta T = 6300 / 220 = 28.6^\circ\text{C}$ となります。

可能な充放電電圧範囲は2.0Vから3.6Vとされていますが、放電サイクルでは3.15V付近から発熱が大きくなり、2.5Vでは0.21Wになります。放電電圧は2.5Vまでとし、温度環境による劣化を避け放電深度は90%まで制限すれば長寿命化することが可能です。

Fig_2 : Fig_1の最後の放電過程のみを表示しています。



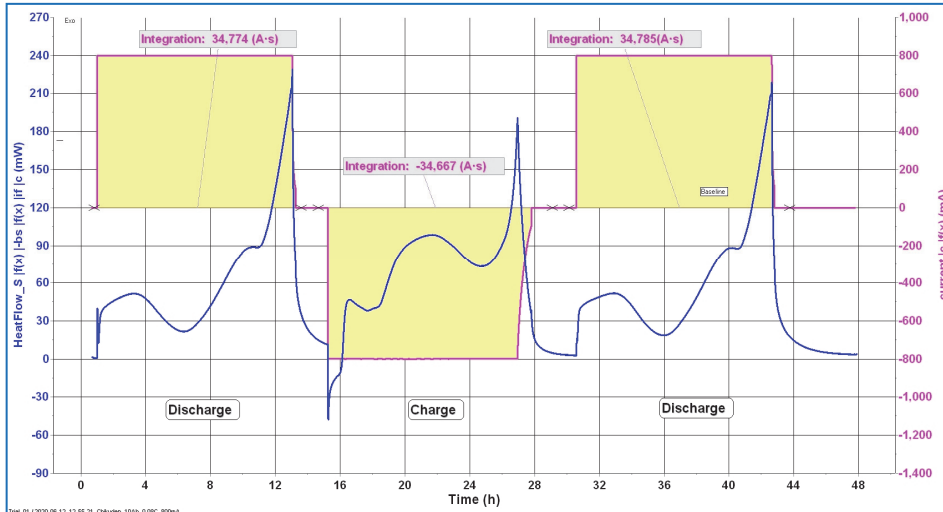
FFig_04の電圧変化データは4直列仕様 (定格12.8V、40Ah=512Wh) の新品状態のリン酸鉄リチウムセルの例です。今回は定格3.2Vの単セルなので充電停止の2.5Vは4直列セルの10Vに相当します。充放電レイトを0.5C_5Aで行うと発熱速度は6倍となり電池温度上昇速度が増加します。Fig_04は(株)オータムテクノロジーの<https://www.chikuden-sys.com/lifepo4/property.asp>から転記しました。



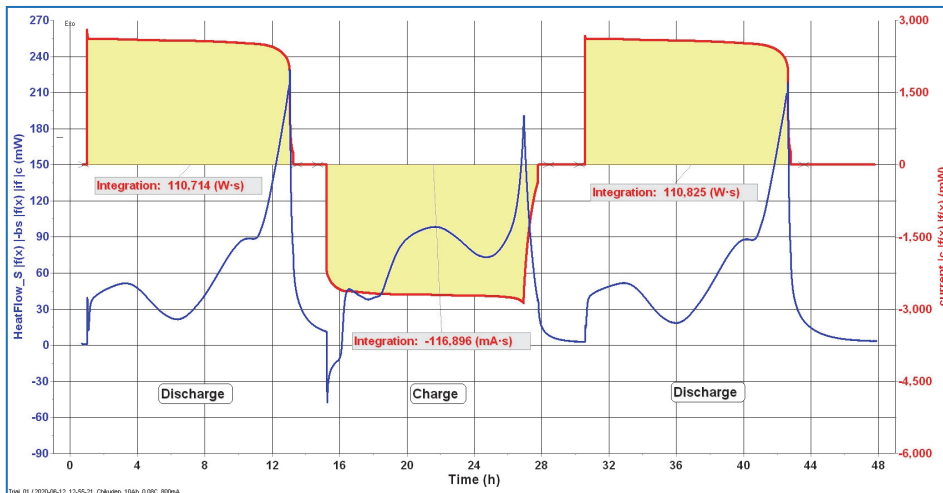
Technical Note テクニカルノート LIB-20/2 2021-02-05

Title: LIBCal_A6_2ch熱量計による10Ah_ラミセル充放電サイクルの熱量測定

Fig_4 : 電流レイト800mA_0.08C_CCCVによる電流容量の測定



Fig_5 : 電流レイト800mA_2.5V~3.6V間の電力容量の測定



Fig_3とFig_4は熱量測定と同時測定の電流容量と電力容量の測定データです。このサイクル試験では容量が9.63Ahであり、電圧範囲を2.0V~3.6Vにすれば定格10Ahにはなるでしょう。電力損失量の6,071Jからエネルギー効率が94.81%と読み取れます。これら電気的な情報は充放電システムから得られますが、熱量計は電池内部で起きている吸発熱の熱流信号からエントロピー変化が求められます。通常は電力損失量がセルからの総発熱量に相当すると云われています。充放電サイクルの電気信号から概算発熱量が推定できます。しかしTable_01の①と②は同じ値になっていません。一方電流容量に注目すると充電と放電の各電流容量は放電容量が118A.s大きい値になっています。118A.sがどのSOC%_電圧でおきたのかは不明ですが、仮に2.5Vだとすれば、 $11.8 \times 2.5V = 295J$ のエネルギーが蓄積されたと見做すことができます。

Table_01	熱量計による発熱量	投入・回収電力容量	投入・回収電流容量	エネルギー効率
充電サイクル	-3,306J	116,896 J_32.47Wh	34,667A.s_9.63Ah	
放電サイクル	-2,996J	110,825 J_30.78Wh	34,785A.s_9.66Ah	
合計 及び 差	① -6,302J	② -6,071 J	③ -118A.s	④ 94.81%

③の蓄積されたエネルギーを考慮すれば ① (-6,301J) = ② (-6,071J) - ③ × 2.5V となります。この蓄積されるエネルギーを副反応熱と定義します。

副反応熱が放電時の2.5V付近で起きていると仮定した場合、その発熱量は③ × 2.5V = 295Jとなり②の電力損失量 + ③の副反応熱の合計は-6.366 Jとなります。

単セル・ラミネートセルは市場から入手することが困難です。今回はリン酸鉄リチウムイオンセルを蓄電システム.comの(株)オータムテクノロジーから購入し、充放電サイクルの発熱特性を測定することができました。