

目前市面上筆電、平板、手機、行動電源等手持裝置，甚至電動自行車、機車與汽車使用鋰電池 (Li-ion battery) 已經非常普遍，鋰電池在高溫及低溫下過度充電，會對使用者造成危險。因此電池安全充電，已成為電池供電的可攜式設備中最重要的設計規範之一，日本電子資訊技術產業協會(Japan Electronics Information Technology Association ; JEITA)即公布標準以增進電池充電安全性。以下介紹筆記型電腦和單一電池手持裝置應用中，符合JEITA安全規範的電池充電器解決方案。

博計6010 電池充電器ATE與6020電池BMS ATE開發完成高溫/低溫的 溫度模擬裝置可對電池模組(Battery Pack)，電池管理系統BMS(battery Management System)中的溫度監控感知器-熱敏電阻，負溫度系數電阻(Negative Temperature Coefficient 簡稱NTC)，提供各種溫度模擬，對於充電器的溫度測試驗證非常精確、迅速、方便。

NTC模擬器的NTC模組可以安裝在3302F電子負載機框內，6010 ATE的99093專用測試治具內及6020電池BMS ATE的99096 BMS板測試治具內。

1. 在研發測試階段，3302機框可選購NTC模組搭配3310F系列電子負載，就可以在電子負載上操作，設定NTC的電阻值來模擬NTC的溫度變化。
2. 於6010充電器ATE上，在99093專用測試治具選購NTC模組，便可以在6010 ATE上編輯設定及執行測試。
3. 在6020電池BMS ATE上，於99096 BMS板測試治具選購NTC模組，便可以在6020 BMS ATE上編輯設定與執行測試。



- 3302F機框內可選購NTC模組



NTC模組

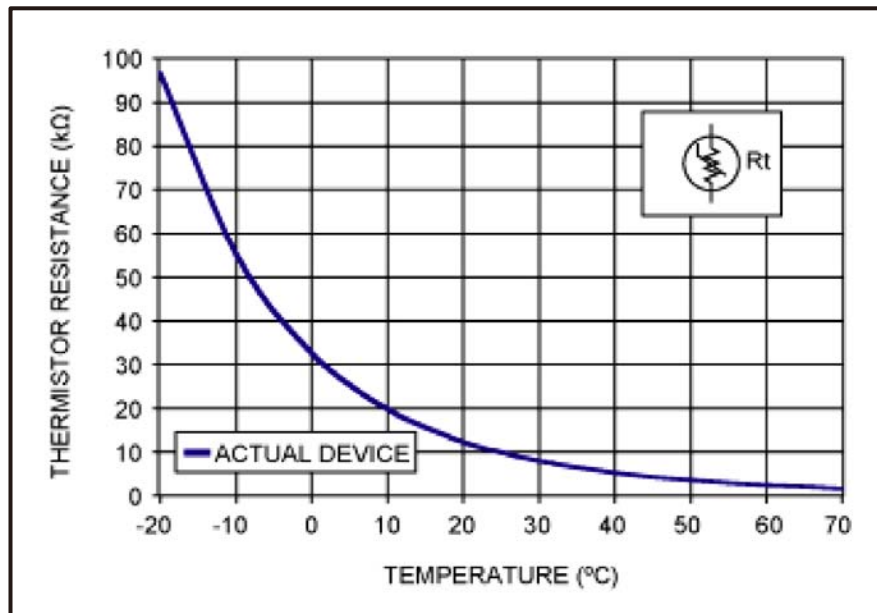


- 99093 6010 ATE專用測試治具內，可選購NTC模組



- 99096 6020 BMS ATE BMS板測試治具可選購NTC模組

負溫度系數電阻(Negative Temperature Coefficient 簡稱NTC)是個電阻器，其電阻值會隨溫度而變化，負溫度系數電阻NTC就是電阻值會隨溫度升高而降低，如下圖所示，因此NTC電阻值就可對應出溫度的變化，業界一般都使用10K歐姆（在25°C時的電阻值）的NTC來感測電池的溫度，可以將NTC電阻安裝於電池組內溫度最敏感的位置，所以能夠隨時提供電池的溫度給電池BMS，BMS便能夠有效地控制電池的充電與放電，確保電池安全無虞。



### 電池充電器安全與JEITA規範

鋰電池廣泛應用於消費電子產品中，從手機到筆記型電腦。在眾多可充電電池中，其擁有最高容量和重量能量密度，且不具記憶效應，可提供系統需要的恆定電能。

新聞曾報導筆記型電腦爆炸，也聽說過因電池安全問題所出現的大規模的召回事件。

高溫、起火和爆炸都是熱崩潰(thermal runaway)的結果，即電池進入失控狀態。在熱崩潰(thermal runaway)過程中，電池內部溫度高達約175°C，出現不可逆的高度放熱反應，因此在電池充電時引起火災。圖1顯示經常用於早期鋰電池充電系統的充電電流和充電電壓過溫，這些系統很容易出現熱崩潰(thermal runaway)。在0到45°C電池溫度下，電池充電電流和充電電壓均為恆定。較高的電池溫度會加速電池老化，也會增加電池故障的風險。

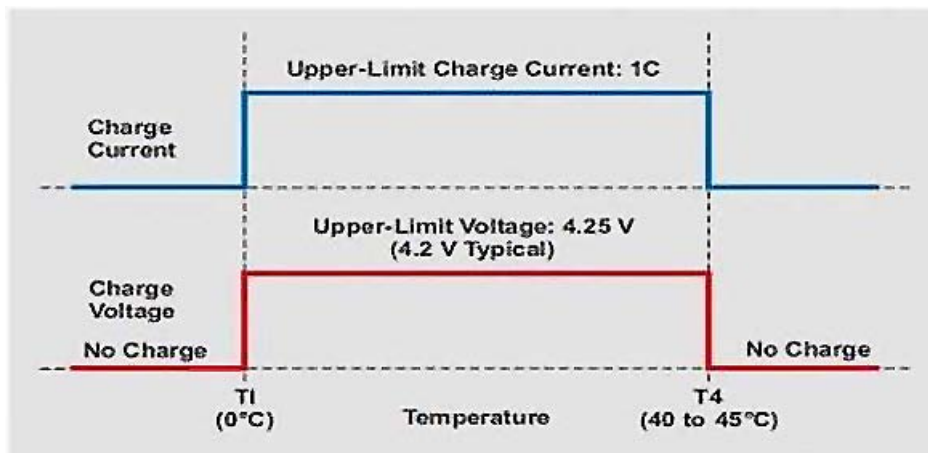


圖1 早期鋰電池充電系統的充電電流上限和充電電壓

為了提高鋰電池充電的安全性，JEITA和日本電池協會(Battery Association of Japa)在2007年4月20日頒布安全規範。此規範強調在某些低高溫範圍內，避免使用高充電電流和高充電電壓。JEITA認為，鋰電池問題均出現在高充電電壓和高電池溫度下。圖2顯示筆記型電腦中所使用的電池溫度下，充電電流和充電電壓的JEITA規範。

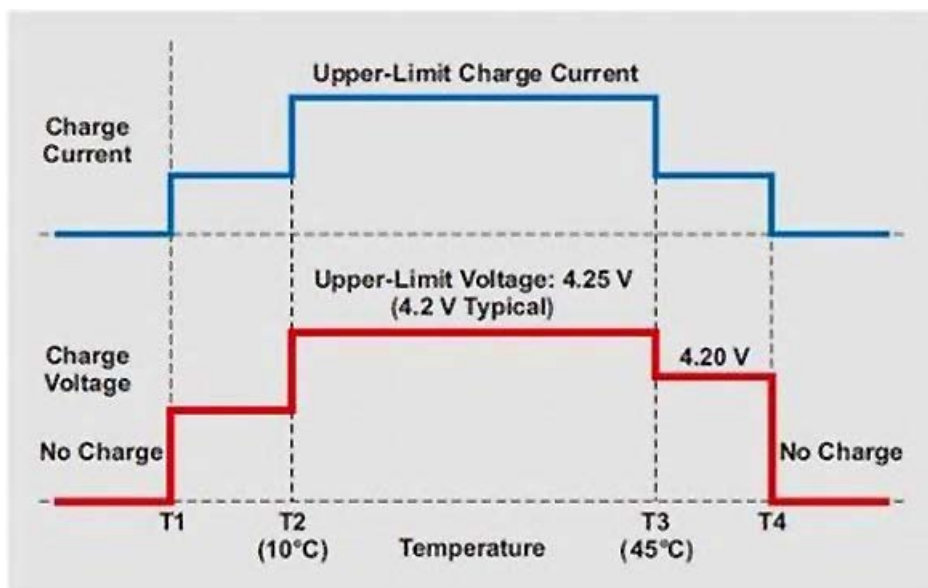


圖2 筆記型電腦中所使用的鋰離子電池充電電流和充電電壓的JEITA規範

在標準充電溫度範圍(T2到T3)內，使用者可在電池製造廠商建議的上限充電電壓和上限充電電流最佳狀態下，安全地對鋰電池充電。

### 低溫充電

如果充電期間電池的表面溫度低於 T2，鋰電池內部的化學反應會產生大量熱能，產生熱崩潰(thermal runaway)。因此，在低電池溫度下，充電電流和充電電壓均須降低。如果溫度降低至T1(例如：0°C)，則系統不應再允許充電。

## 高溫充電

如果充電期間電池表面溫度升至T3以上(例如：45°C)，在電池電壓升高時與電解質產生化學反應。如果電池溫度進一步升高至 T4，則系統應禁止充電。如果電池溫度達到4.3V電池電壓下的175°C，則可能會出現熱崩潰(thermal runaway)，而且電池可能會爆炸。同樣地，圖3顯示單節電池手持應用中鋰電池充電的JEITA規範，其充電電流和充電電壓也為電池溫度的函數。4.25V最大充電電壓是電池充電器的最大容限。使用者可在高達60°C的溫度下，以低充電電壓充電，確保安全性。

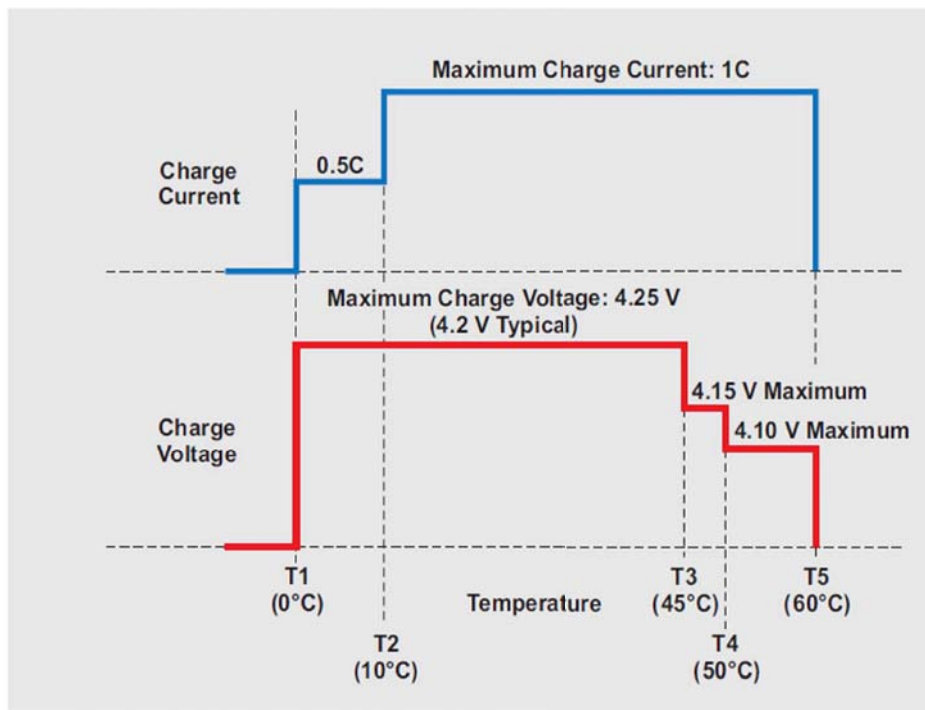


圖3 單節電池手持應用中鋰電池充電的JEITA規範

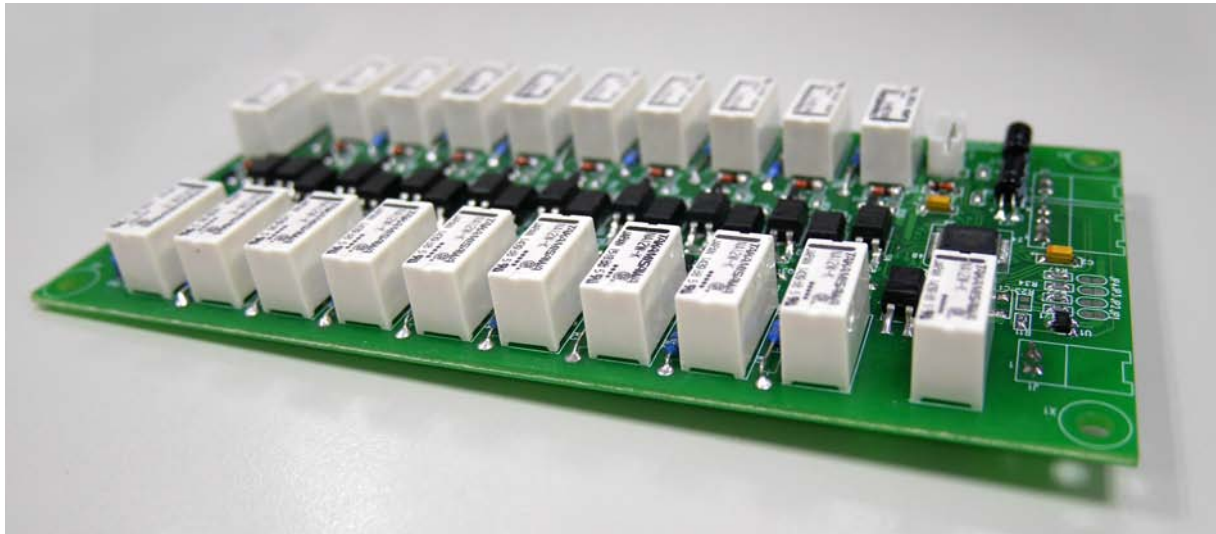
### 符合JEITA規範的電池充電器解決方案

智慧電池組包含電量計和保護電路，時常用於筆記型電腦中。電量計透過SMBus向系統提供電池電壓、充電和放電電流、電池溫度、剩餘電量及可執行時間等資訊，以優化系統效能。基於JEITA對電池充電電流和充電電壓的規範，溫度閾值可由使用者以程式設定，滿足不同應用的各種規範。

單節電池型可攜式設備的電池組通常具有電池和安全保護電路，使用充電器來監測電池溫度，並對充電電壓和電流進行調節。

單節線性電池充電器為滿足手持設備的JEITA規範設計。電池溫度位於0°C和10°C之間時，可將充電電流降低一半，電池溫度為45°C和60°C之間時，把充電電壓降至4.06V。充電器透過熱敏電阻 (thermistor ; TS)接腳，監控電池溫度，在溫度達到閾值時調節充電電流和電壓。

鋰電池安全充電至關重要，其已經成為充電器設計的關鍵規範之一。按照JEITA建議，降低低溫和高溫下的充電電流和電壓，可大幅提高電池充電安全性。



### NTC 模組

博計的 NTC 模擬器可以模擬 NTC 電阻值變化，電阻值為  $100\Omega \sim 500K\Omega$ ，相當於  $-46^{\circ}\text{C} \sim +179^{\circ}\text{C}$  溫度變化，NTC 模擬器就像標準電阻箱，使用多個精確的電阻組成，能夠依需要自動輸出所需溫度的電阻值，因此將 NTC 模擬器連接往充電器的 NTC 接口，便能夠模擬低溫 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) 或高溫下，電器是否能夠依設計停止充電，除此之外還可模擬當溫度回復到可用溫度時，如  $0^{\circ}\text{C}$  回復到  $5^{\circ}\text{C}$  或回復到能夠正常充電的能力，下表是一般充電器對溫度變化時所需的測試項目

測試項目建議書				
測試項目	測試設定	判斷依據	參考值範圍	
空載狀態	穩定5V,1A輸入,無電池置入或無負載	1. 藍色LED恆亮,紅黃綠三LED滅 2. 測試待機電壓建立		
輸出電壓/電流測試	穩定5V,1A輸入,電池置入或負載產生			
工作狀態	電池充滿	TS pin與GND pin接10k電阻	綠LED亮	$>8.2\text{V}$ , $<8.5\text{V}$
	正常充電	TS pin與GND pin接10k電阻, BAT pin與GND接入7V恆壓電子負載	綠LED滅, 黃LED亮, 負載電流300mA	270~330mA
	低溫報警	接上BAT, 更換TS pin的10k電阻為33k(約零度)	僅紅LED亮, 負載電流為0	$\leq 10\mu\text{A}$
	高溫報警	接上BAT, 更換TS pin的10k電阻為4.7k(約45度)	僅紅LED亮, 負載電流為0	$\leq 10\mu\text{A}$
平均效率測試	TS pin與GND pin接10k電阻, BAT pin與GND接入7V恆壓電子負載(at CC mode)	綠LED滅, 黃LED亮, 負載電流300mA	$>60\%$	
紋波測試	TS pin與GND pin接10k電阻, BAT pin與GND接入7V恆壓電子負載(at CC mode), 由BAT pin端測量		$\leq 160\text{mA}$	
漏電流	穩定5V輸入,TS pin與GND pin接10k電阻, BAT pin接8.5V電源輸入	綠LED亮, 8.5V電源電流小於 $10\mu\text{A}$ (電流方向是8.5V電源流進電路板)	$\leq 10\mu\text{A}$	
升壓電路測試	穩定5V,1A輸入, 12V端接恆流300mA負載測電壓	12V帶載電壓	11-13V	

下圖說明6010的測試功能設定畫面及結果畫面

0  
0

Enable Channel :  CH1  CH2  CH3  CH4

Step : 2

Step Name : Charge Full

No	Label	DeviceName	ClassName	Command	Para1	Para2	Para3	Para4	Delay	Ret1	R
✓ 1		Prodigit 3302F	Part_Load_Limit	SetVdcLimit	8.2	10Kohm 設定值			5	VoutMi	Vc
✓ 2		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetNTCResistance	10				50	Resistar	
✓ 3		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetSenseSwitch	OFF				50		
✓ 4		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetLoadSwitch	OFF				50		
✓ 5		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetNTCSwitch	ON				1000		
✓ 6		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetLoadSwitch	ON				500		
✓ 7		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetSenseSwitch	ON				50		
✓ 8		Prodigit 3302F	Part_Load_Setup	SetCCHigh	0.001				50	CCLoac	
✓ 9		Prodigit 3302F	Part_Load_Setup	SetLoadOnOff	ON				1000		
✓ 10		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureVdc					5	Vout	
✓ 11		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureIdc					5	Iout	
✓ 12		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasurePout					5	Pout	
✓ 13		Prodigit System	IF		VoutMi	Vout	VoutMa		5	Result	

正常溫度 (25°C) 充電測試

0  
0

Enable Channel :  CH1  CH2  CH3  CH4

Step : 6

Step Name : Low Temperature Alarm

No	Label	DeviceName	ClassName	Command	Para1	Para2	Para3	Para4	Delay	Ret1	R
✓ 1		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetNTCResistance	33	33Kohm 設定值			50	Resistar	
✓ 2		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetChannel	2				50		
✓ 3		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetVoltage	8.5				50	Voltage	
✓ 4		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetCurrent	1				50	Current	
✓ 5		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetRelayOn					50		
✓ 6		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetLoadSwitch	OFF				50		
✓ 7		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDIMSwitch	ON				500		
✓ 8		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDigitalOutputCor	0	1			500		
✓ 9		Prodigit 99093	Part_TFA_Read	ReadDigitalInputSta	0				50	DIn	
✓ 10		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureVdc					50	Vout	
✓ 11		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureIdc					50	Iout	
✓ 12		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasurePout					50	Pout	
✓ 13		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDigitalOutputCor	0	0			50		
✓ 14		Prodigit System	IF		DIn	<>	254		5	Result	

低溫報警 (約0°C) 測試



0  
0

Enable Channel :  CH1  CH2  CH3  CH4

Step : 7



Step Name : High Temperature Alarm

No	Label	DeviceName	ClassName	Command	Para1	Para2	Para3	Para4	Delay	Ret1	Ret2
✓1		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetNTCResistance	4.7				50	Resistanc	
✓2		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetChannel	2				50		
✓3		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetVoltage	8.5				50	Voltage	
✓4		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetCurrent	1				50	Current	
✓5		DC OVP Sourc	Part_OVP_Setup	SetRelayOn					50		
✓6		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetLoadSwitch	OFF				50		
✓7		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDIMSwitch	ON				500		
✓8		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDigitalOutputCor	0	1			500		
✓9		Prodigit 99093	Part_TFA_Read	ReadDigitalInputSta	0				50	DIn	
✓10		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureVdc					50	Vout	
✓11		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasureIdc					50	Iout	
✓12		Prodigit 3302F	Part_Load_Measure	MeasurePout					50	Pout	
✓13		Prodigit 99093	Part_TFA_Setup	SetDigitalOutputCor	0	0			50		
✓14		Prodigit System	IF		DIn	<>	254		5	Result	

4.7Kohm 設定値

### 高溫報警測試

### 測試結果報告

STEP.1 : No Load

Vout = 0.011

STEP.2 : Charge Full

VoutMin	VoutMax	Vout
8.5	8.2	8.417

STEP.3 : Normal Charge

IoutMin	IoutMax	Iout
0.33	0.27	0.298

STEP.4 : Average Eff

IoutMin	IoutMax	Iout	Eff Min	Eff Max	Eff%
0.33	0.27	0.298	70.0	65.0	68.078 (CV 7V)

IoutMin	IoutMax	Iout	Eff Min	Eff Max	Eff%
0.33	0.27	0.298	40.0	35.0	38.689 (CC 0.3A)

55.0 50.0 53.383 (Average Eff%)

STEP.5 : Leakage Current

Result PASS

STEP.6 : Low Temperature Alarm

Result PASS

STEP.7 : High Temperature Alarm

Result PASS

STEP.8 : Power Off

6010 ATE 測試結果 : 測試步驟 6 為低溫報警測試

測試步驟 7 為高溫報警測試