

單節鋰電池保護 IC 的測試

目錄	頁次
1 概述.....	2
2 工作原理簡述.....	2
3 測試使用儀器及要求.....	3
4 測試方法.....	4
4.1 正常工作時的耗電流 (ICC) 的測試方法.....	4
4.2 省電模式下的耗電流 (IPD) 的測試方法.....	4
4.3 過充保護偵測電壓 (VOCP) 和過充釋放偵測電壓 (VOCR) 的測試方法.....	5
4.4 過放保護偵測電壓 (VODP) 和過放釋放偵測電壓 (VODR) 的測試方法.....	5
4.5 過流保護偵測電壓 (VOI1) 的測試方法.....	6
4.6 不正常充電偵測電壓 (VCH) 的測試方法.....	6
4.7 過充保護延遲時間 (TOC) 的測試方法.....	7
4.8 過放保護延遲時間 (TOD) 的測試方法.....	7
4.9 過流保護延遲時間 (TOI1) 的測試方法.....	8
4.10 短路保護延遲時間 (TOI2) 的測試方法.....	8
4.11 耐壓的測試方法.....	9
5 DW01 的電氣參數.....	9
6 測試說明及注意事項.....	10
7 參考資料.....	10

1 概述

鋰離子電池比鎳氫/鎳鎘電池擁有更多優點，故其應用越來越廣泛。相對地，鋰電池保護 IC 的市場也越來越大，而客戶在選用鋰電池保護 IC 時也都會對其進行一些測試。本文著重介紹單節鋰電池保護 IC（註：單顆 IC，而非保護板）的測試方法。比較下，測試單顆保護 IC 的優點是可以準確的測出 IC 的電氣特性，且因外部線路已固定，可以直接判斷 IC 的好壞；它的缺點則是測試速度較慢，另因 IC 在上板前的抗靜電能力較弱，故對測試人員和測試環境的 ESD 防護要求也較高。

DW01 是富晶半導體股份有限公司所研發出的單節鋰電池保護 IC 之一，它具有過充保護、過放保護和過流保護等功能。本文以此為例，介紹單節鋰電池保護 IC 的測試方法。

2 工作原理簡述

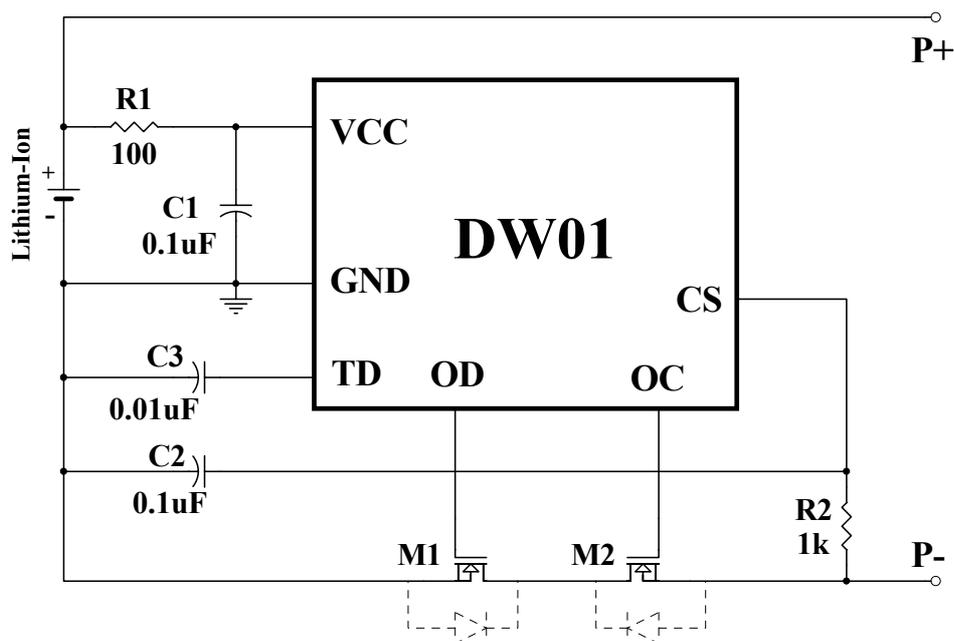


圖 1

2.1、過充保護及過充釋放功能：

在電池電壓高於過充保護電壓（VOCP），且電池電壓高於過充保護電壓（VOCR）的持續時間超過過充保護延遲時間（TOC）時，保護 IC 會進入過充保護狀態，其 OC pin 相對於 CS 的電平會由高到低，控制充電的 MOSFET（M2）管由導通到斷開；當電池電壓通過自放電低於過充釋放電壓（VOCR）時，過充保護模式釋放，M2 導通。測試時，用標準信號源類比電池，以數位多用表觀察 OC pin 的電平變化。

2.2、過放保護及過放釋放功能：

在電池電壓低於過放保護電壓（VODP），且電池電壓低於過放保護電壓（VODR）的持續時間超過過放保護延遲時間（TOD）時，保護 IC 會進入過放保護狀態，其 OD pin 相對於 VSS 的電平會由高到低，控制放電的 MOSFET（M1）管由導通到斷開，於過放保護後，IC 會進入低耗電模式，此時耗電流在 0.3 μ A 以下；另，通過充電器使電池電壓高於過放釋放電壓（VODR）後，過放保護模式釋放，M1 導通。測試時用標準信號源類比電池，以數位多用表觀察 OD pin 的電平變化。

2.3、過流保護功能及過流保護的取消：

在工作過程中，如果 CS 偵測到的電壓（相對於 VSS，這個電壓是大電流在兩個導通的 MOS 管上所產生的壓降）高於過流保護電壓，且高於過流保護電壓的持續時間超過過流保護延遲時間，保護 IC 會進入過流保護狀態，它會通過 OD pin 相對於 VSS 的電平由高到低，控制放電的 MOSFET（M1）管由導通到斷開。過流保護的取消條件是 P+和 P-的負載減小到一定程度（典型值是負載電阻大於 500k Ω ）。測試時用穩壓電源模擬電池，使電池工作處於正常狀態下，用標準信號源給 CS 一個電壓（相對於 VSS），用數字多用表觀察 OD pin 的電平變化。

2.4、不正常充電電流的偵測功能：

正常充電時，如果充電電流很大，CS 偵測到的電壓（這個大的電流在兩個導通的 MOS 管上所產生的壓降）低於不正常充電偵測電壓（VCH），它會通過 OC pin 相對於 CS 的電平由高到低，轉換控制充電的 MOSFET（M2）管由導通到斷開，切斷充電回路。

3 測試使用儀器及要求

儀器名稱	功能及要求	本文所使用儀器之型號
標準信號源	類比電池或輸出 mV 級電壓。要求輸出至少有 1mV 的精度，1mV 步進連續可調；可輸出方波並可設置方波的偏移量。	FLUKE 5500A
數字多用表	用來偵測控制 pin 的電平變化，無特殊要求。	FLUKE 45
數字多用表	用來偵測電流，需有 0.01 μ A 的精度。	BM859CF
示波器	有兩個信號輸入通道，並可以對波形進行時間的測量。	TDS 2024
直流穩壓電源	可輸出穩定的直流電壓。輸出範圍是 0~20V。	RXN-303D
IC 測試座	爲了方便更換 IC，將 IC 放在 DEMO 板上的測試座內測試，DEMO 板上無 MOSFET 管。	適合 SOT-23-6 封裝的 IC

4 測試方法

4.1 正常工作時的耗電流 (ICC) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 2。
- (2) CS 短接到 GND。
- (3) 用 FLUKE 5500A 模擬電池，從 VCC 輸入 3.9V (V1)，使 IC 處於正常工作狀態，閉合開關 K，確認 OC 輸出為高電平。
- (4) 將開關 K 斷開，測試 V1 的輸入電流，此即為正常工作時的耗電流 ICC。
- (5) 注意：測試電流時，OC 和 OD 必須懸空。

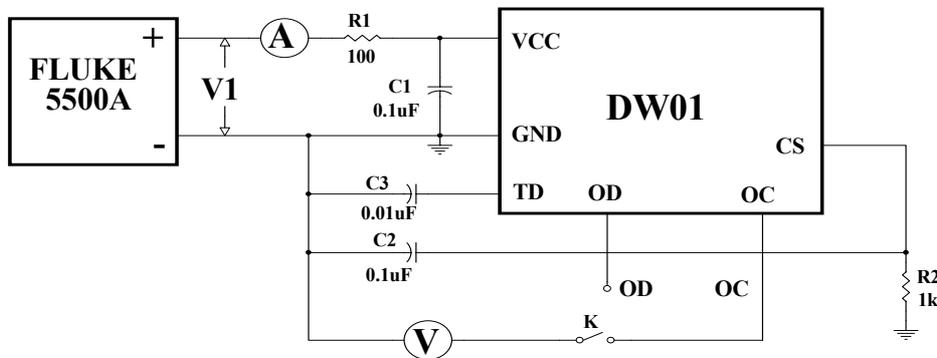


圖 2

4.2 省電模式下的耗電流 (IPD) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 3。
- (2) CS 懸空。
- (3) 用 FLUKE 5500A 模擬電池，從 VCC 輸入 2.0V (V1)，使 IC 進入 Power-Down 狀態，閉合開關 K，確認 OD 輸出為低電平。
- (4) 將開關 K 斷開，測試 V1 的輸入電流，此即為省電模式下的耗電流 IPD。
- (5) 注意：測試電流時，OD 和 OC 必須懸空。

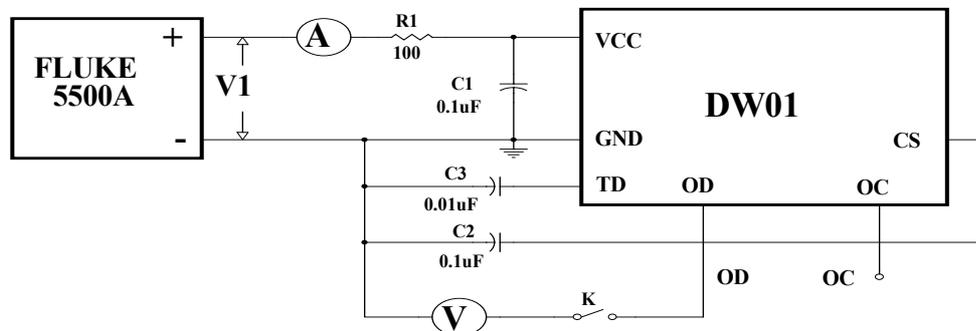


圖 3

4.3 過充保護偵測電壓 (VOCP) 和過充釋放偵測電壓 (VOCR) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 4。
- (2) CS 短接到 GND。
- (3) 用 FLUKE 5500A 模擬電池，從 VCC 輸入 4.0V (V1)，OC 輸出高電平。
- (4) 調高 V1 電壓，直到 OC 輸出低電平，記錄此時 V1 的電壓即為過充保護偵測電壓 VOCP。
- (5) 接著，調低 V1 電壓，直到 OC 輸出高電平，記錄此時 V1 的電壓，此即為過充釋放偵測電壓 VOCR。

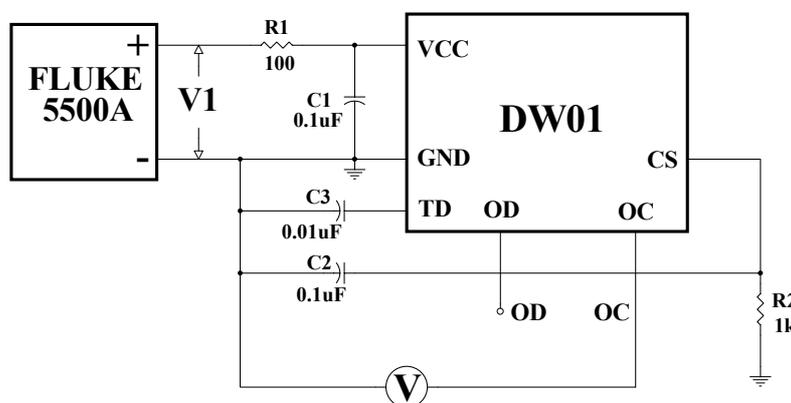


圖 4

4.4 過放保護偵測電壓 (VODP) 和過放釋放偵測電壓 (VODR) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 5。
- (2) CS 短接到 GND。
- (3) 用 FLUKE 5500A 模擬電池，從 VCC 輸入 3.0V (V1)，OD 輸出高電平。
- (4) 調低 V1 電壓直到 OD 輸出低電平，記錄此時 V1 的電壓，即為過放保護偵測電壓 VODP。
- (5) 接著，調高 V1 電壓，直到 OD 輸出高電平，記錄此時 V1 的電壓，此即為過放釋放偵測電壓 VODR。

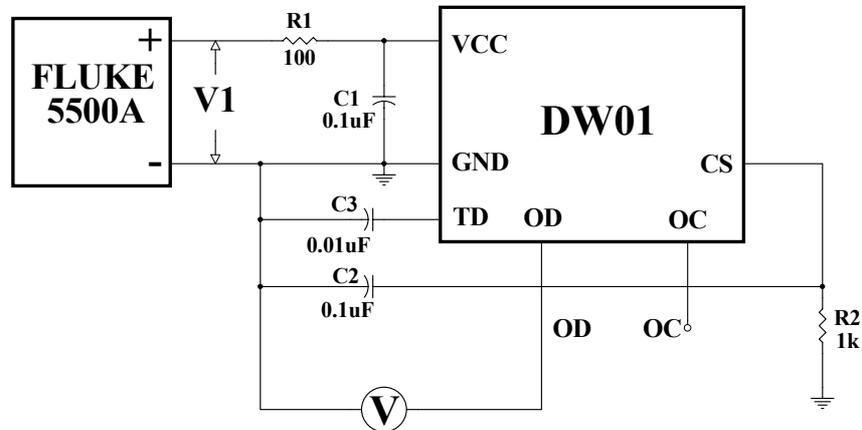


圖 5

4.5 過流保護偵測電壓 (VOI1) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 6。
- (2) 用穩壓電源模擬電池，從 VCC 輸入 3.6V，使 IC 處於正常工作狀態。
- (3) 用 FLUKE 5500A 從 CS 輸入 0V，OD 輸出高電平。
- (4) 調高 V2 電壓，直到 OD 輸出低電平。
- (5) 記錄此時 V2 的電壓，此即為過流保護偵測電壓 VOI1。

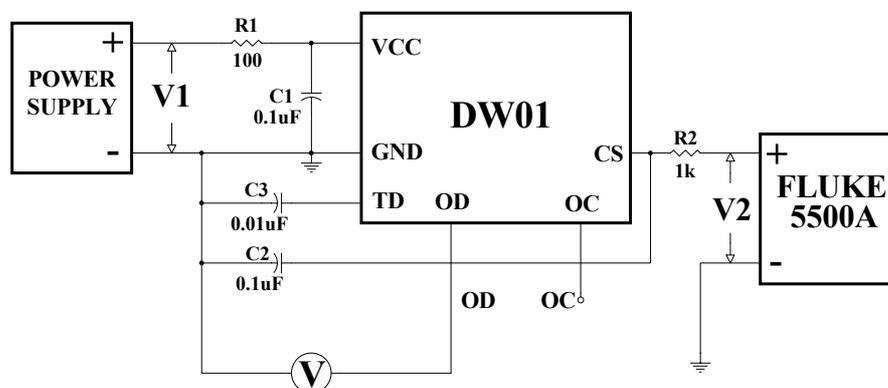


圖 6

4.6 不正常充電偵測電壓 (VCH) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 7。
- (2) 用穩壓電源模擬電池，從 VCC 輸入 3.6V，使 IC 處於正常工作狀態。
- (3) 用 FLUKE 5500A 從 CS 輸入 0V (V2)，OC 輸出高電平。
- (4) 調低 V2 電壓，直到 OC 輸出低電平。
- (5) 記錄此時 V2 的電壓，此即為不正常充電偵測電壓 VCH。

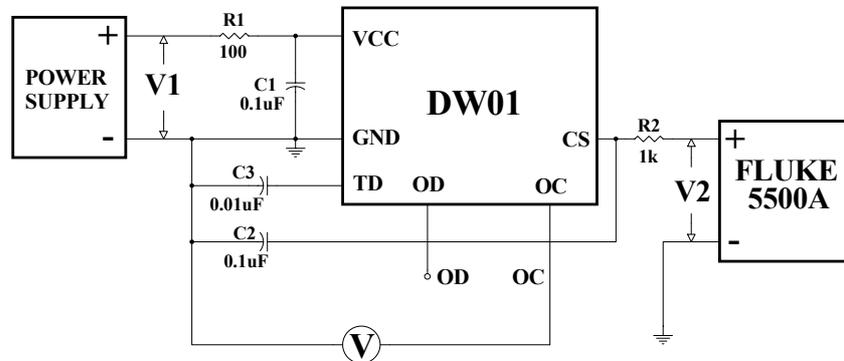


圖 7

4.7 過充保護延遲時間 (TOC) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 8。
- (2) CS 短接到 GND。
- (3) V1 由 FLUKE 5500A 及穩壓電源共同提供，穩壓電源輸出 4.2V 電壓，FLUKE 5500A 輸出一個 VPP 為 0.4V、頻率為 1Hz 的方波，OC 的電平也會變為一個有規律的波形。
- (4) 用示波器比較 V1 和 OC 的電平波形，可得到過充保護延遲時間 TOC。
- (5) 注意：V1 輸出方波的高電平應大於過充保護偵測電壓 (VOCP)，方波的低電平應小於過充釋放偵測電壓 (VOCR)。

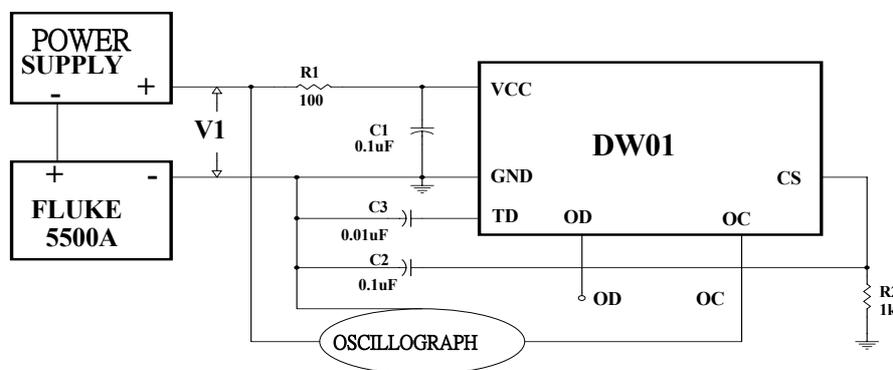


圖 8

4.8 過放保護延遲時間 (TOD) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 9。
- (2) CS 短接到 GND。
- (3) V1 由 FLUKE 5500A 提供，FLUKE 5500A 輸出一個 VPP 為 1.6V、OFFSET 為 2.8V、頻率為 10Hz 的方波，OD 的電平也會變為一個有規律的波形。
- (4) 用示波器比較 V1 和 OD 的電平波形，可得到過放保護延遲時間 TOD。
- (5) 注意：V1 輸出方波的高電平應大於過放釋放偵測電壓 (VODR)，方波的低電平應小

於過放保護偵測電壓 (VODP)。

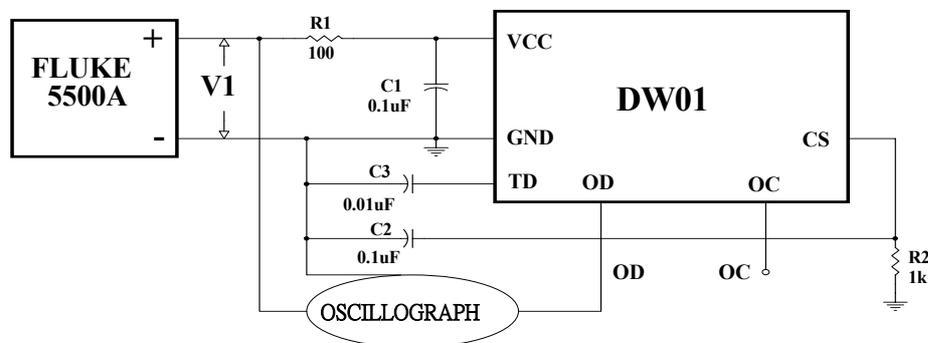


圖 9

4.9 過流保護延遲時間 (TOI1) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 10。
- (2) V1 由穩壓電源提供，電壓為 3.6V，使 IC 處於正常工作狀態。
- (3) V2 由 FLUKE 5500A 提供，FLUKE 5500A 輸出一個 VPP 為 0.4V、OFFSET 為 0.2V、頻率為 10Hz 的方波，OD 的電平也會變為一個有規律的波形。
- (4) 用示波器比較 V2 和 OD 的電平波形，可得到過流保護延遲時間 TOI1。
- (5) 注意：V2 輸出方波的高電平應大於過流保護偵測電壓 (VOI1)，方波的低電平為 0 即可。

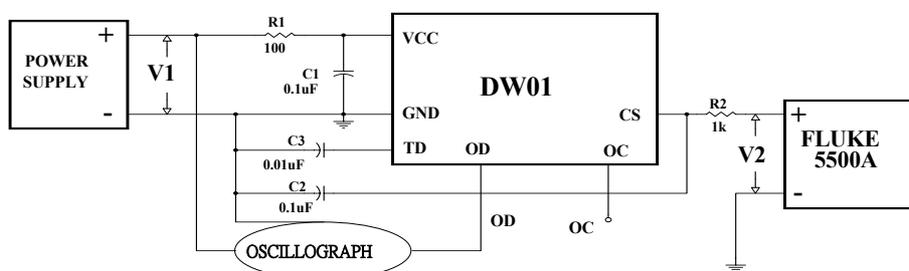


圖 10

4.10 短路保護延遲時間 (TOI2) 的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 10。
- (2) V1 由穩壓電源提供，電壓為 3.6V，使 IC 處於正常工作狀態。
- (3) V2 由 FLUKE 5500A 提供，FLUKE 5500A 輸出一個 VPP 為 2V、OFFSET 為 1V、頻率為 1kHz 的方波，OD 的電平也會變為一個有規律的波形。
- (4) 用示波器比較 V2、OD 的電平波形，可得到 TOI2。
- (5) 注意：V2 輸出方波的高電平應大於短路保護偵測電壓 (VOI2)，方波的低電平為 0 即可。

4.11 耐壓的測試方法

- (1) 測量示意圖，見圖 11。
- (2) 用穩壓電源模擬電池，從 VCC 輸入 4.4V (V1)，保證 IC 進入過充保護狀態。
- (3) FLUKE 5500A 類比充電器，調整電壓為 11V，觀察數字多用表 (FLUKE 45)，測量 OC 相對於 CS 的電壓。
- (4) 調高 V2 的電壓，直到 OC 相對於 CS 的電壓達到 0.7V，記錄此時的 V2 電壓，此即為 IC 可承受的耐壓值。

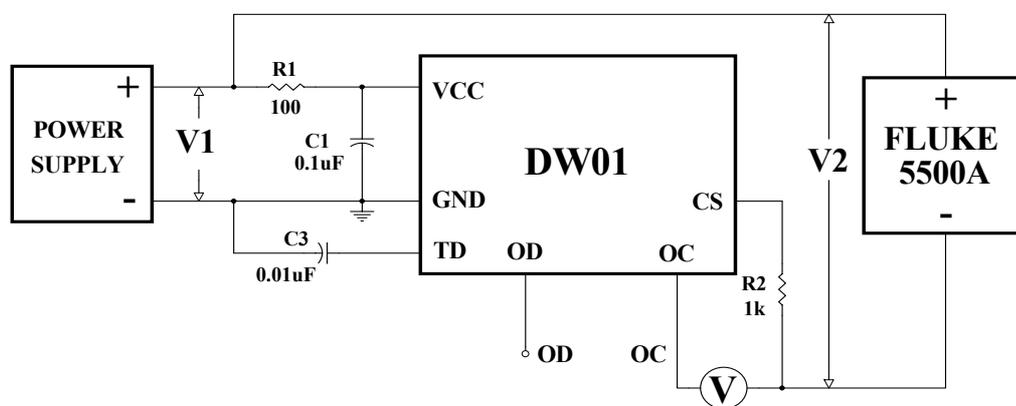


圖 11

5 DW01 的電氣參數

不作說明時 Ta=25°C

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
工作電流	VCC=3.9V	ICC		3.0	6.0	uA
待機電流	VCC=2.0V	IPD		0.3	0.6	uA
過充保護電壓	DW_LP1	VOCP	4.3	4.35	4.4	V
過充保護釋放電壓		VOCR	4.05	4.15	4.25	mV
過放保護電壓		VODP	2.30	2.40	2.50	V
過放保護釋放電壓		VODR	2.90	3.00	3.10	V
過流保護電壓		VOI1	120	150	180	mV

短路保護電壓	VCC=3.6V	VOI2	1.25	1.35	1.45	V
過充延遲時間	C _{TD} =0.01uF	TOC		200	400	ms
過放延遲時間	VCC=3.6V to 2.0V	TOD		10	20	ms
過流延遲時間	VCC=3.6V	TOI1		10	20	ms
短路保護延遲時間	VCC=3.6V	TOI2		5	50	us
超載檢測門限電壓		V _{LD}	0.12	0.15	0.18	V
充電器檢測門限電壓		V _{CH}	-0.8	-0.6	-0.4	V
OD腳輸出“H”電壓		V _{DH}	VCC-0.1	VCC-0.02		V
OD腳輸出“L”電壓		V _{DL}		0.01	0.1	V
OC腳輸出“H”電壓		V _{CH}	VCC-0.1	VCC-0.02		V
OC腳輸出“L”電壓		V _{CL}		0.01	0.1	V
耐壓值	IC的其他腳位相對GND的安全電壓				15	V

6 測試說明及注意事項

6.1、在上述第四項各參數測試方法的介紹中，範例所設定的 V1 和 V2 電壓僅供參考。測試其他型號的 IC 時，須根據其規格做適當調整。尤其是過充保護延遲時間等 4 個延遲時間參數的測量，須根據所測 IC 的規格來設定輸入波形的峰--峰值和頻率，否則，可能無法測量。

6.2、由於 IC 在上板前的抗靜電能力較弱，所以對測試人員和測試環境的 ESD 防護要求較高。

7 參考資料

7.1、DW01 使用說明書。

7.2、FS302 系列參數量測方式[V1.0]。