



1. 简介

SH366000 EVM评估板是SH366000/SH367000电池管理系统的完整评估系统。包括SH366000/ SH367000应用电路，电流取样电阻，热敏电阻，PC通讯工具SmartTools及上位机软件。此EVM可用于对2-、3-、4-串的锂离子和锂聚合物电池组进行电量的监控和预测、各串电芯平衡、关键参数监视，以及防止系统发生过充、过放、短路和过流等危险状态。用户可通过上位机读取SH366000 DataFlash内容，根据应用需求修改SH366000控制参数，记录充放电数据。

2. SH366000 EVM硬件接口

SH366000 EVM板提供下列接口：

- 1). 电芯连接接口: B-(VC5), VL(VC4), VM(VC3), VH(VC2), B+(VC1)
- 2). SMBus通讯接口: SMBC, SMBD
- 3). 系统充放电接口: PACK+, PACK-
- 4). 应用系统连接接口: PRES

对于3串电池组方案，将VH(VC2)和B+(VC1)短接。

对于2串电池组方案，将VM(VC3)、VH(VC2)和B+(VC1)短接。

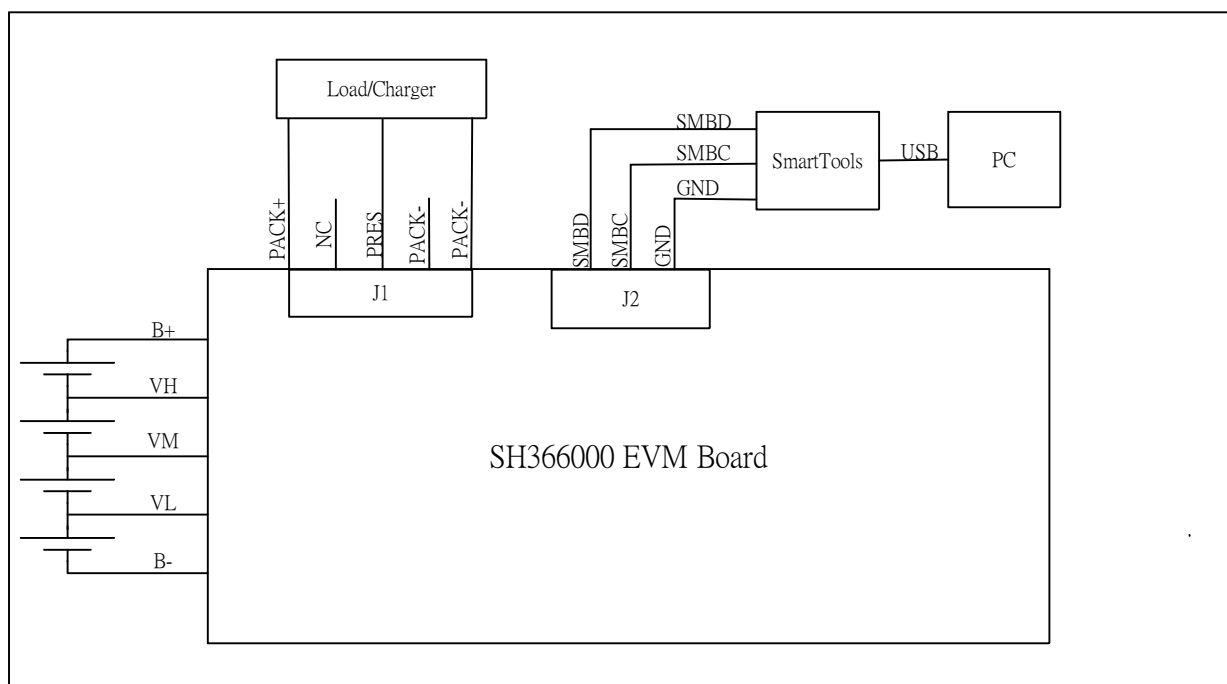


Figure 1 SH366000 EVM 连接示意图



3. 上位机软件操作

SmartTools上位机软件菜单主要有‘文件’和‘选项’两个。‘文件’可以开始记录管理界面数据和保存或读取DataFlash参数列表。‘选项’中可进行DataFlash加封 / 解封，以及更换界面语言。在记录数据时，可通过‘设置数据记录选项’更改参数采样周期。

管理界面

SH366000遵守SMBus V1.1协议，兼容SBData v1.1智能电池管理规范。管理界面可查询SH366000所支持的所有协议。具体数据请参阅‘SH366000 使用指南’。

左侧为SH366000所支持的具体参数，右侧为Pack Status, Battery Status, AFEData, SSafe的逐位描述。

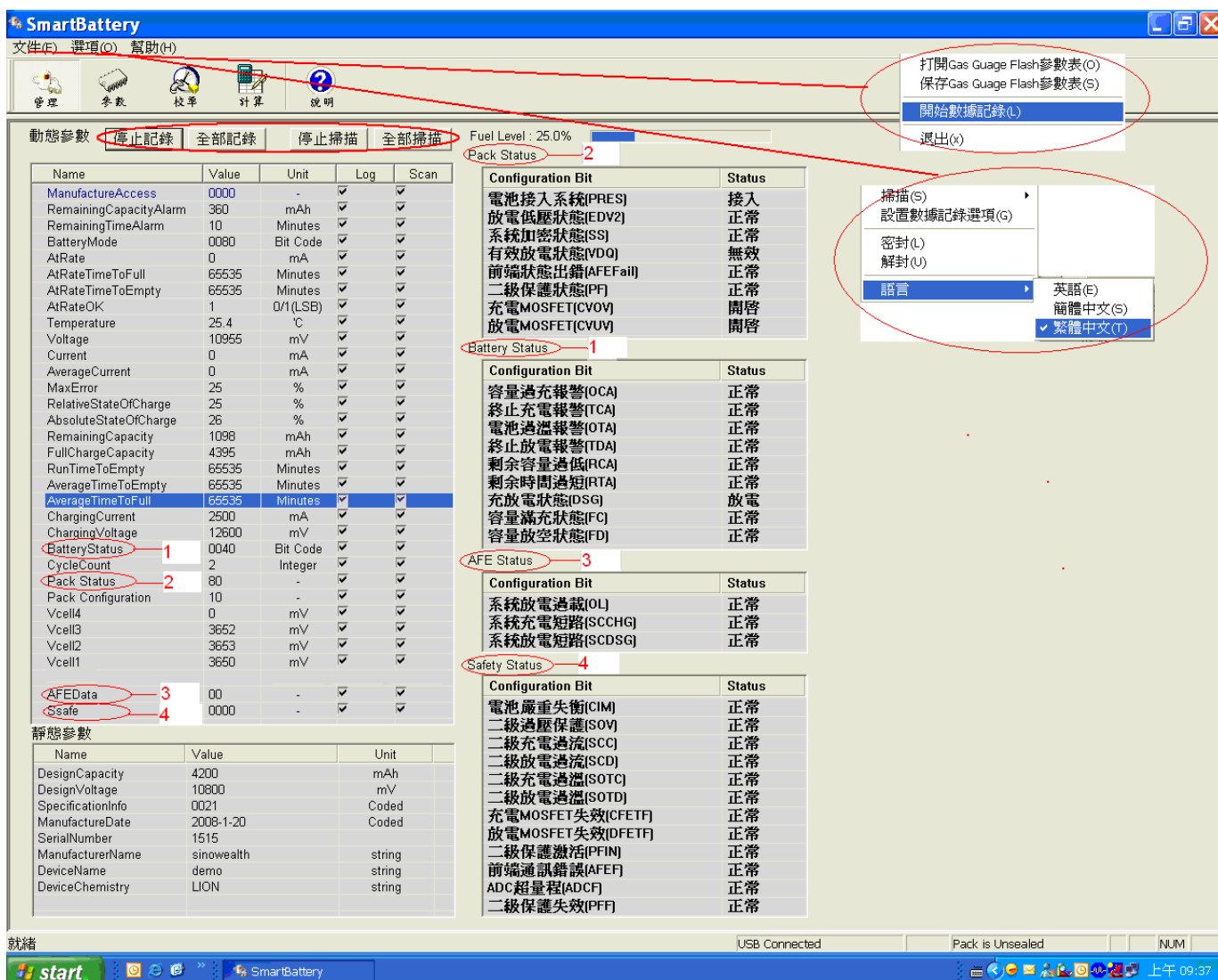


Figure 2 SBData Screen



参数

用户可根据自己应用设定电池组的参数，大致可分为系统配置，充电管理，安全管理，校准参数，前端相关，客户信息六个方面。具体数据请参阅‘SH366000 使用指南’。

参数列表可通过‘文件’菜单进行保存或读取。

System Configuration		
Name	Value	Unit
RemainingTimeAlarm		Min
RemainingCapacityAlarm		mAh
CycleCount		-
FullChargeCapacity		mAh
CycleThreshold		mAh
DesignVoltage		mV
DesignCapacity		mAh
ElectronicsLoad		mA
SelfDischargeRate		%
GasgaugeConfig		Hex
NearFull		Hex
PackConfig		Hex

Charge Management		
Name	Value	Unit
Overload		mA
MaxOverCharge		mAh
NormalChargeCurrent		mA
ChargeVoltage		mV
PrechargeVoltageThreshold		mV
PrechargeCurrent		mA
PrechargeTemperatureThre...		°C
PrechargeVoltageResetMar...		mV
FullChargeClear		%
TaperCurrent		mA
TaperVoltage		mV
CurrentTaperWindows		sec
LearnLowTemperature		°C
MaxChargeTime		sec
CurrentDetectedThreshold		mA
ChargeSuspendHighTemp		°C
ChargeSuspendLowTemp		°C
ShutDownVoltage		mV
IdleCurrent		mA
VPackThreshold		mV

Safety Management		
Name	Value	Unit
CellOverVoltageThreshold		mV
OverVoltageTimeThreshold		sec
CellOverVoltageResetThreshold		mV
PackOverVoltageResetMargin		mV
PackOverVoltageMargin		mV
CellUnderVoltageThreshold		mV
CellUnderVoltageResetThreshold		mV
ChargeOverCurrentThreshold		mA
OverCurrentTimeThreshold		sec
ChargeOverCurrentResetThresh...		mA
DischargeOverCurrentThreshold		mA
DischargeOverCurrentResetThre		mA
OverTempDischargeThreshold		°C
OverTempTimeThreshold		sec
OverTempDischargeResetThres...		°C
OverTempChargeThreshold		°C
OverTempChargeResetThreshol		°C
SafetyOverVolThreshold		mV
SafetyOverCurrentThreshold		mA
SafetyOverTempThreshold		°C
FET FailCurrent		mA
AFEFailTime		Cnts

Calibration		
Name	Value	Unit
VOC75		mV
VOC50		mV
VOC25		mV
BatteryLow		%
ADJP0		-
ADJP1		-
ADJP2		-
ADJP3		-
ADJP4		-
ADJP5		-
ADJP6		-
ADJP7		-
ADJP8		-
ADJP9		-
FEDV2		mV
FEDV1		mV
FEDV0		mV
ReferenceResistor		mOhm

AFE Related		
Name	Value	Unit
CellBalanceThreshold		mV
CellBalanceWindow		mV
CellBalanceMin		mV
CellImbalanceTime		sec
CellImbalanceMax		mV
BalanceMin		mA
PFlag		-
AFE OLV		Hex
AFE OLT		Hex
AFE SCC		Hex
AFE SCD		Hex

Custom Configuration		
Name	Value	Unit
ManufactureDate		-
SerialNumber		-
Manufacture Password1		-
Manufacture Password2		-
Manufacture Password3		-
Manufacture Password4		-
ManufactureName		ASCII
DeviceName		ASCII
ChemistryName		ASCII

Figure 3 Flash Data Screen



校准

校准界面用于SH366000电压 / 温度 / 电流校准。请参照提示进行操作。

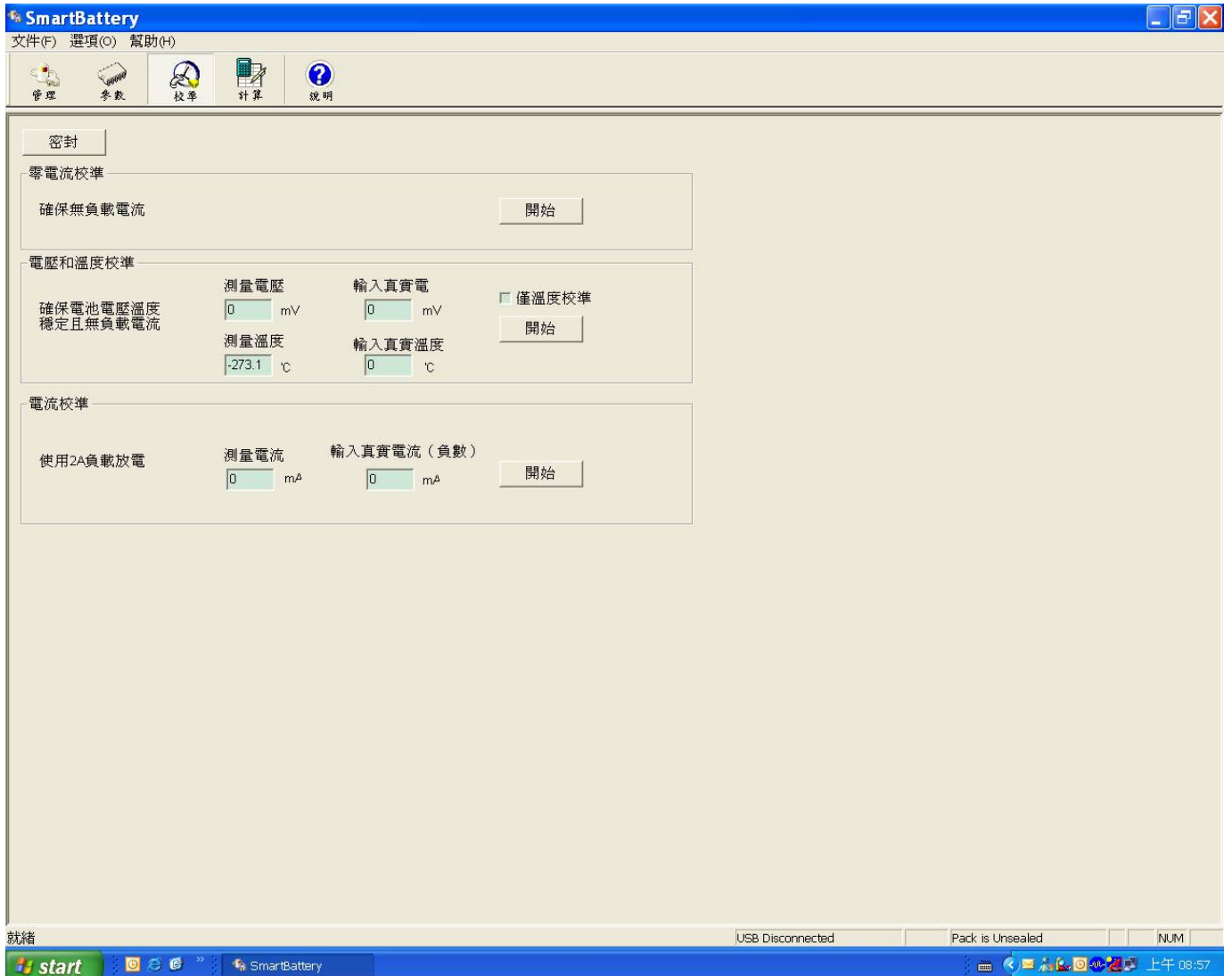


Figure 4 Calibration Screen



計算

SH366000可设置采用动态的放电终止电压，可保证较大的温度 / 负载范围内的容量准确性。此界面介绍如何计算合适的EDV参数。

- 1) 加载电芯的开路电压与容量的对应表。
- 2) 加载室温/高温/低温下分别在重载和轻载下的放电数据
- 3) 选择电芯串联节数
- 4) 选择剩余电量报警对应RSOC
- 5) 选择不予统计的最小电流RSOC(此下的电量不予统计)

The screenshot shows the 'SmartBattery' application window with a menu bar (File, Options, Help) and a toolbar (Management, Parameters, Calibration, Calculation, Help). The main interface is divided into several sections:

- 輸入數據 (Input Data):** Contains seven input fields for discharge data at different temperatures and loads, each with a '瀏覽' (Browse) button.
 - 開路電壓數據 (Open Circuit Voltage Data)
 - 室溫輕負載放電數據 (Room Temperature Light Load Discharge Data)
 - 室溫重負載放電數據 (Room Temperature Heavy Load Discharge Data)
 - 高溫輕負載放電數據 (High Temperature Light Load Discharge Data)
 - 高溫重負載放電數據 (High Temperature Heavy Load Discharge Data)
 - 低溫輕負載放電數據 (Low Temperature Light Load Discharge Data)
 - 低溫重負載放電數據 (Low Temperature Heavy Load Discharge Data)
- 輸入參數 (Input Parameters):** Includes dropdown menus for '電池串數' (Battery Cells in Series) set to 3, '最大覆蓋RSOC' (Maximum Coverage RSOC) set to 9, and '捨棄部分RSOC' (Discard Part RSOC) set to 2.
- 計算結果 (Calculation Results):** Features a '保存結果' (Save Results) button and a table of adjustment parameters (ADJP0-ADJP9) all set to 0.
- 中間校準門限電壓 (Intermediate Calibration Threshold Voltage):** Includes input fields for VOC75, VOC50, and VOC25, all set to 0.
- 曲線擬合 (Curve Fitting):** Contains a '讀取曲線' (Load Curve) button and buttons for '室溫' (Room Temp), '高溫' (High Temp), '低溫' (Low Temp), and '壽命計算' (Life Calculation).

At the bottom, there are '計算' (Calculate) and '壽命計算' (Life Calculation) buttons. The status bar at the very bottom shows '就緒' (Ready), 'USB Disconnected', 'Pack is Unsealed', 'NUM', and the system clock '上午 08:57'.

Figure 5 Calculation Screen



4. SH366000 EVM电路板

SH366000 EVM电路板是一套完整的SH366000智能电池管理系统，提供锂电池和锂离子电池的充放电管理和安全保护功能。电路包括SH366000/SH367000电池监控IC及其附属电路。

SH366000 原理图

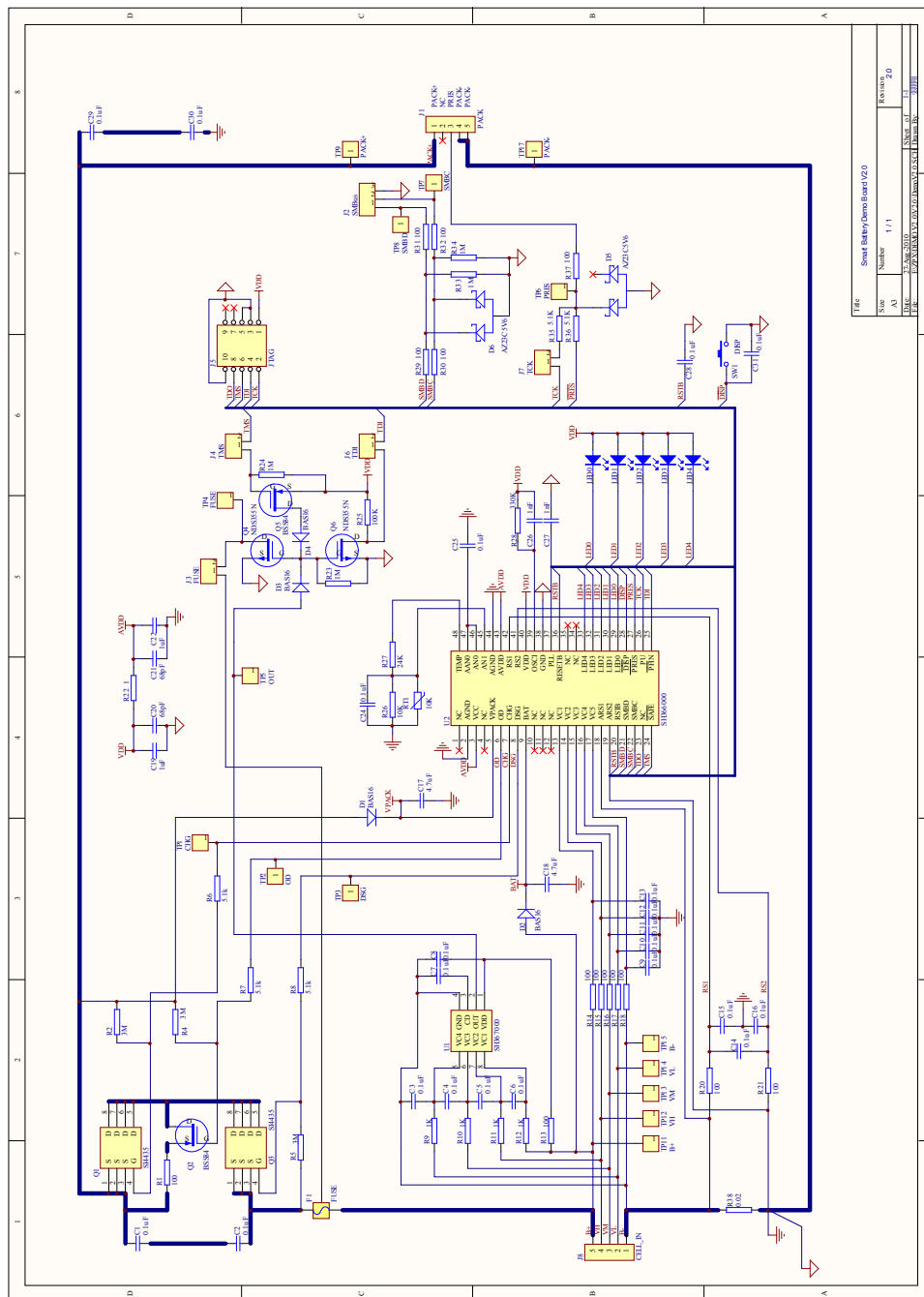


Figure 6 SH366000 EVM原理图



SH366000 EVM PCB布线图

SH366000 EVM 采用两层板进行布线，各层如下图所示：

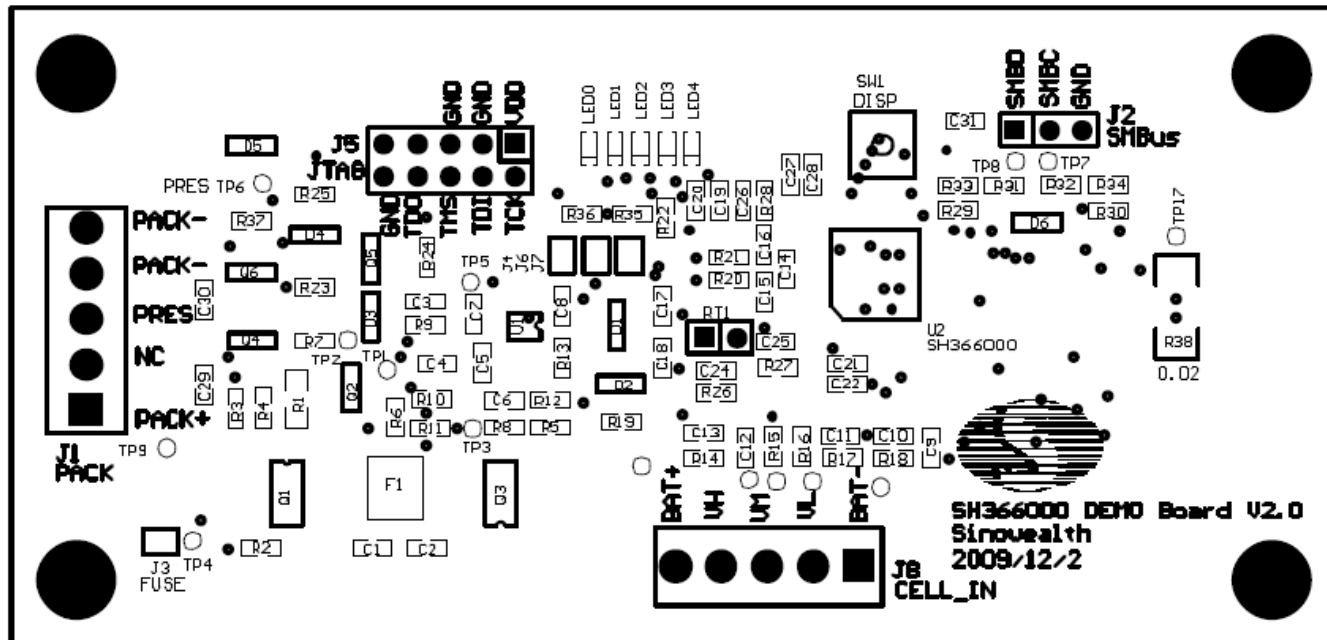


Figure 7 Top Assembly

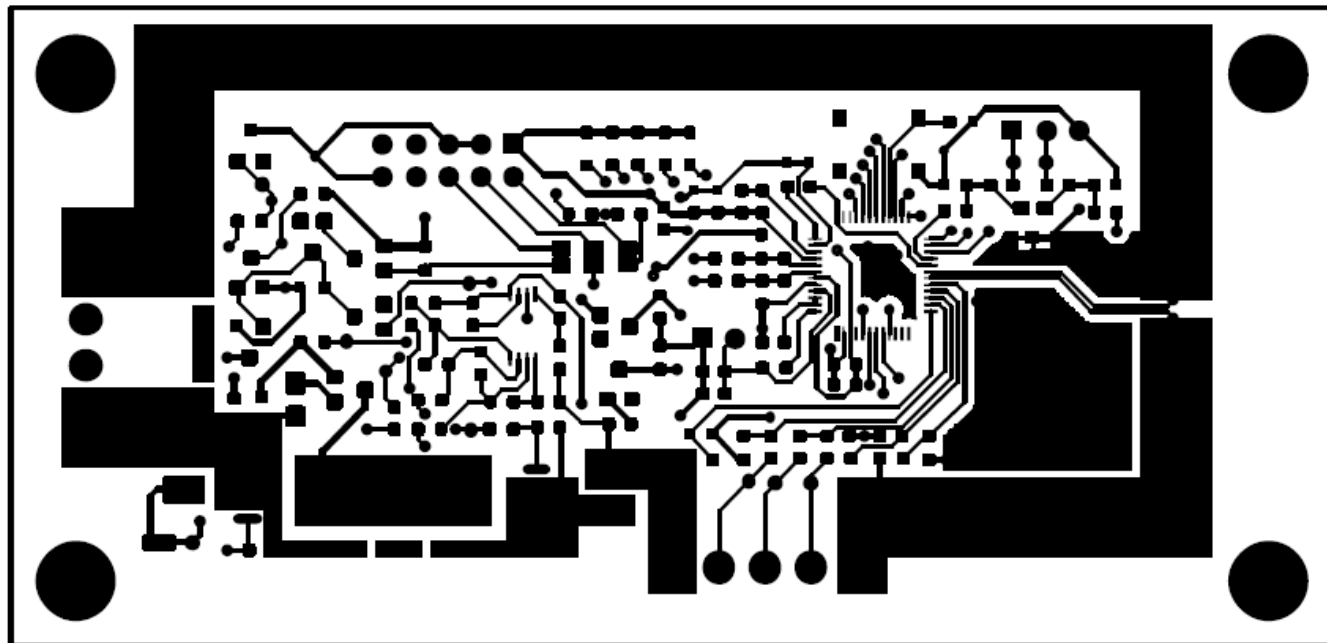


Figure 8 Top Layer

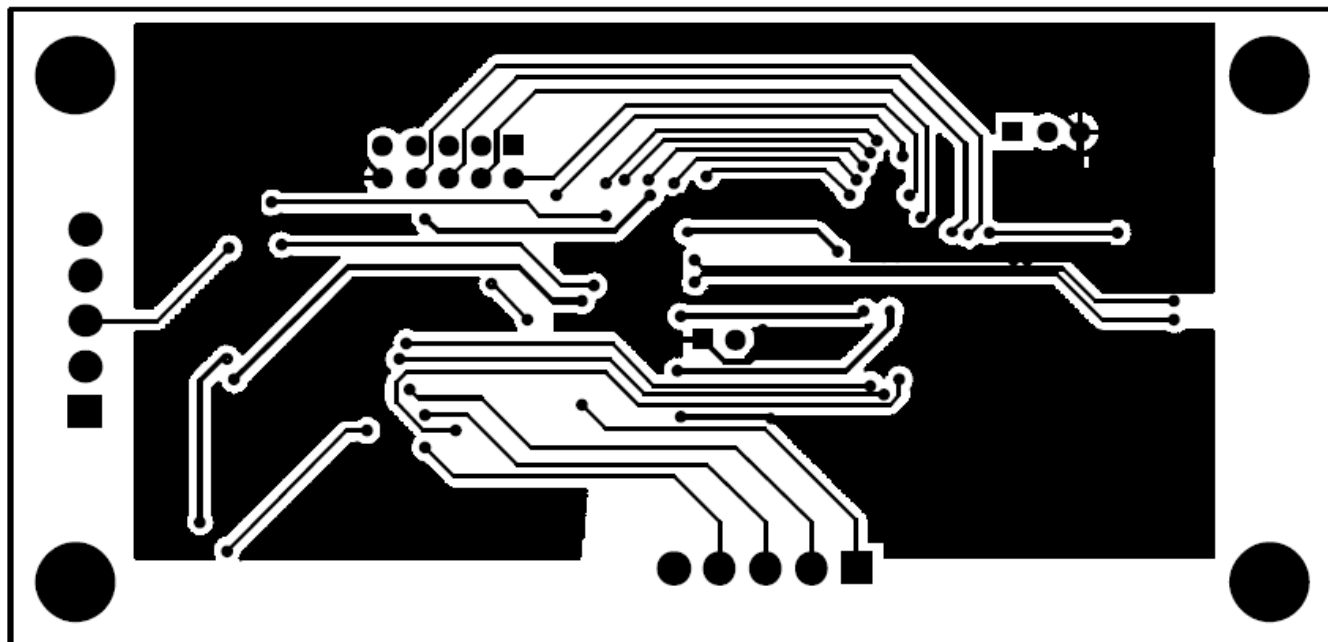


Figure 9 Bottom Layer



SH366000 EVM 使用指南

SH366000 EVM BOM列表

类型	名称	编号	封装	单数
IC	SH367000	U1	TSSOP8	1
IC	SH366000	U2	LQFP48	1
IC	SI4435	Q1,Q3	SOP8	2
IC	BAS16	D1~D4	SOT23	4
IC	AZ23C5V6	D5,D6	SOT23	2
IC	BSS84	Q2,Q5	SOT23	2
IC	NDS355N	Q4,Q6	SOT23	2
贴片电阻(2512)	0.02	R38	2512	1
贴片电阻(0603)	1	R22	0603	1
贴片电阻(0603)	100	R13~R18,R20~R21, R29~R32,R37	0603	13
贴片电阻(0805)	100	R1	0805	1
贴片电阻(0603)	1k	R9~R12	0603	4
贴片电阻(0603)	5.1k	R6,R7,R8,R35,R36	0603	5
贴片电阻(0603)	10K	R26	0603	1
贴片电阻(0603)	24K	R27	0603	1
贴片电阻(0603)	100K	R25	0603	1
贴片电阻(0603)	330K	R28	0603	1
贴片电阻(0603)	1M	R23,R24,R33,R34	0603	4
贴片电阻(0603)	3M	R2,R4,R5	0603	3
贴片电阻(0603)	68pF	C20,C21	0603	2
贴片电容(0603)	1nF	C26,C27	0603	2
贴片电容(0603)	0.1uF	C1~C16, C24,C25,C28~C31	0603	22
贴片电容(0603)	1uF	C19,C22	0603	2
贴片电容(0603)	4.7uF	C17,C18	0603	2
发光二极管(贴片)	绿色	LED0~LED4	贴片	5
开关	贴片小按键	SW1	贴片	1
接插件	单排插针	J2	直插	3
接插件	双排插针	J5	直插	5x2
热敏电阻(贴片)	Semitec 103AT-4	RT1	直插	1
保险丝	NEC-D6X	F1	贴片	1
接插件	5PIN连接器(KJ128)	J1,J8	直插	2



5. SH366000 电路板上电顺序

SH366000/SH367000提供针对电压、温度、电流的一级、二级保护，为保证系统的正常运行，系统需要按照如下的特定顺序上电：

- 1). 对VC5~VC1按照由低到高的顺序上电，即 VC5→ VC4→ VC3→ VC2→ VC1
- 2). 对PACK端接一高于5V电压激活SH366000/SH367000应用系统
- 3). 通过Smart Tools连接SH366000 EVM到PC
- 4). 通过上位机在Gasgauge中禁用二级保护
- 5). 依电芯及应用系统差异修改各参数，特别是校准相关参数
- 6). 修改电芯串数
- 7). 修改客户信息等其它参数
- 8). 进行电流、电压、温度校准
- 9). 发送RESET指令(对ManufactureAccess发送0x0041)，重新激活系统
- 10). 开启二级保护
- 11). 将PRES连接到PACK-
- 12). 形成完整充放电管理系统

6. SH366000 校准流程

SH366000校准包括Board Offset校准、电压校准、温度校准、电流校准四个部分。在执行校准时，请确保按照下述条件进行校准。

6.1 Board Offset校准

Board Offset是一个系统性的偏差。由于各个器件失调及温度系数的不一致，各个电路板之间的Board Offset并不一致。为保证系统测量精度，每块电路板需单独做Board Offset校准。

为保证精确测量Board Offset，建议在PCB连接电芯前进行校准。在PACK+和PACK-之间加电压，可保证无工作电流流经采样电阻，所测量的Board Offset最为精准。

6.2 电压校准

电压校准可增加电压及温度测量精度。进行电压校准时，在VC1-VC5各点之间加任一已知的电压。将电压值填入Smart Tools校准窗口，并点击‘开始’，SH366000将自动完成校准。

6.3 温度校准

温度校准用于校准真实温度与SH366000校准温度之间的差值。将SH366000放入温度稳定的环境下一段时间后，将真实温度填入Smart Tools校准窗口，点击‘开始’，SH366000自动完成温度校准。

6.4 电流校准

电流校准时选用一个正常应用时的放电电流。将真实放电电流填入Smart Tools校准窗口，点击‘开始’，SH366000自动完成电流校准。



7. SH366000 量产流程

SH366000量产流程包括量产准备阶段和正式量产阶段两部分。

量产准备阶段

量产准备阶段，需完成如下步骤：

- 1). 设计并测试PCB
- 2). 关闭二级保护控制位
- 3). 根据需要应用需求填写DataFlash内容，如电池串数、容量、安全保护阈值等
- 4). 对多个PCB板进行电压 / 电流 / 温度 / Board Offset校准
- 5). 发送RESET指令(对ManufactureAccess发送0x0041)，重新激活系统
- 6). 对电池组做不同应用条件下的充放电。在高温 / 低温条件下分别采用高 / 中 / 低三种负载放电
- 7). 将上述六个文件填入应用软件Smart Tools中，按照应用条件选择参数后计算后得到CEDV相关参数ADJP0-ADJP9，及中间校准电压VOC75 / VOC50 / VOC25。将结果做平均后填入DataFlash。具体步骤参考‘SH366000校准流程’。
- 8). 保存上述DataFlash列表，量产时作为模板使用。

正式量产阶段

SH366000量产主要包括如下步骤：

- 1). PCB焊接
- 2). 测试关键器件及电路，如MOSFET是否完好，FUSE电路工作是否正常
- 3). 将量产准备阶段所保存的DataFlash列表写入SH366000
- 4). 更新序列号 / 生产日期 / 产品名等参数
- 5). 完成电压 / 电流 / 温度 / Board Offset校准
- 6). 发送RESET指令(对ManufactureAccess发送0x0041)，重新激活系统
- 7). 开启二级保护控制位
- 8). 完成保护板的过充电，过放电，过电流，短路保护等安全条件测试，以及二级保护功能测试
- 9). 保护板与电芯连接
- 10). 做充放电功能测试，并查看DataFlash与写入值是否一致
- 11). 做完整的放电-充电-放电循环，得到电池真实容量
- 12). DataFlash参数加密
- 13). 完成外壳封装
- 14). 短路安全测试，及其它安全测试
- 15). 对SH366000写shut down 指令，进入低功耗模式



8. SH366000 PCB Layout

好的布线方式可以改进智能电池管理系统的性能。在SH366000 PCB布线过程中，如下几个问题需要注意：

- 1) 电源滤波
- 2) ESD冲击
- 3) 小信号滤波
- 4) 大小电流回路分离

电源滤波

SH366000内建LDO由PACK/BAT供电，在VCC输出3V。AVDD/VDD为内部库仑积分电路电源。

在VDD和GND之间(以及AVDD和AGND)需要加1uF去耦电容，电容应尽量靠近SH366000。回路较大时可能会导致电容去耦效果不明显，且可能形成天线受到外界噪声干扰。为防止ESD引起的干扰，电容两端到SH366000的连线应该尽量等长，且路径要尽量一致。

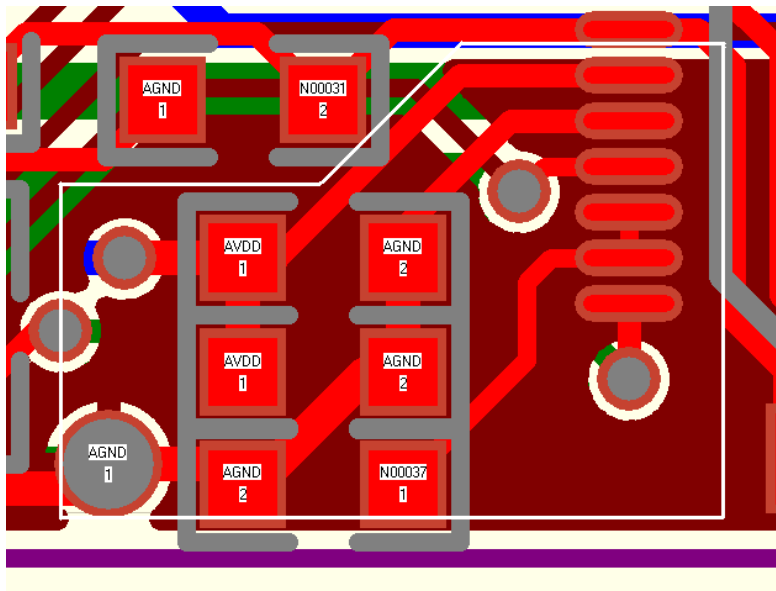


Figure 10 VDD/AVDD电源滤波

VCC/BAT/PACK端也应该放置去耦电容。BAT/PACK推荐电容值为4.7uF，VCC推荐电容值为1uF。同理，这些电容应尽量靠近SH366000，布线尽量短，且路径一致。

当ESD较强导致LDO关闭时，SH366000需要PACK重新连接充电器才会启动。BAT/PACK/VCC放置滤波电容可以有效的给ESD提供回路，减小对SH366000的影响。三个滤波电容的GND应放置在SH366000的GND和PACK-之间，可最大程度的减小ESD对SH366000的冲击。

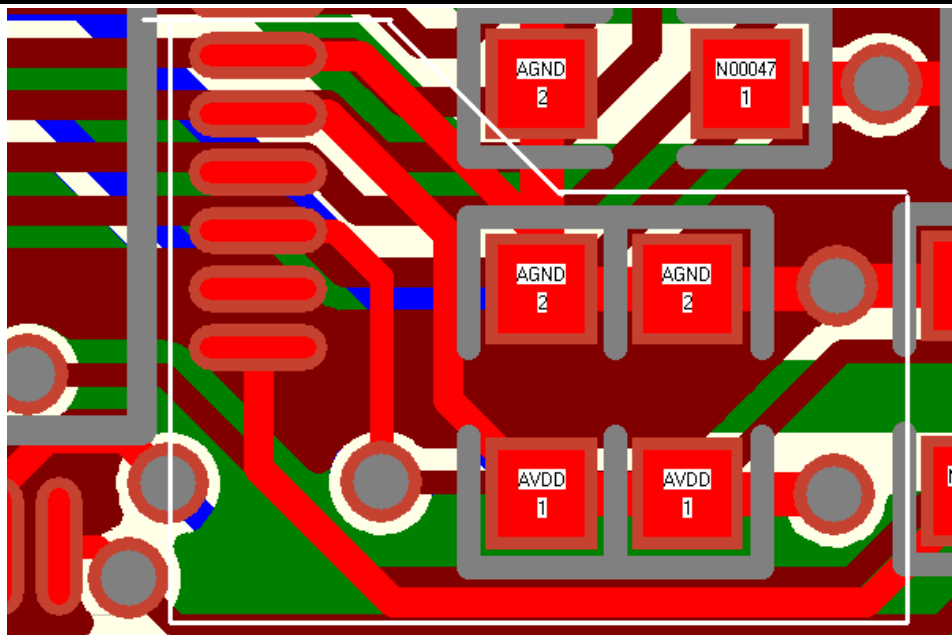


Figure 11 VCC电源滤波

通讯线保护

SH366000使用5.6V齐纳二极管防止外界ESD冲击。齐纳二极管应尽量靠近电池组连接头，接地端应直接返回到PACK-，以尽量减少对低压部分的干扰。

FET和电池组连接头保护

PACK+与PACK-之间，以及PACK+与BAT+之间应放置串联的0.1uF电容对，以防止ESD冲击。电容对的连接线应尽可能的短和宽，以降低通路中的电感效应。

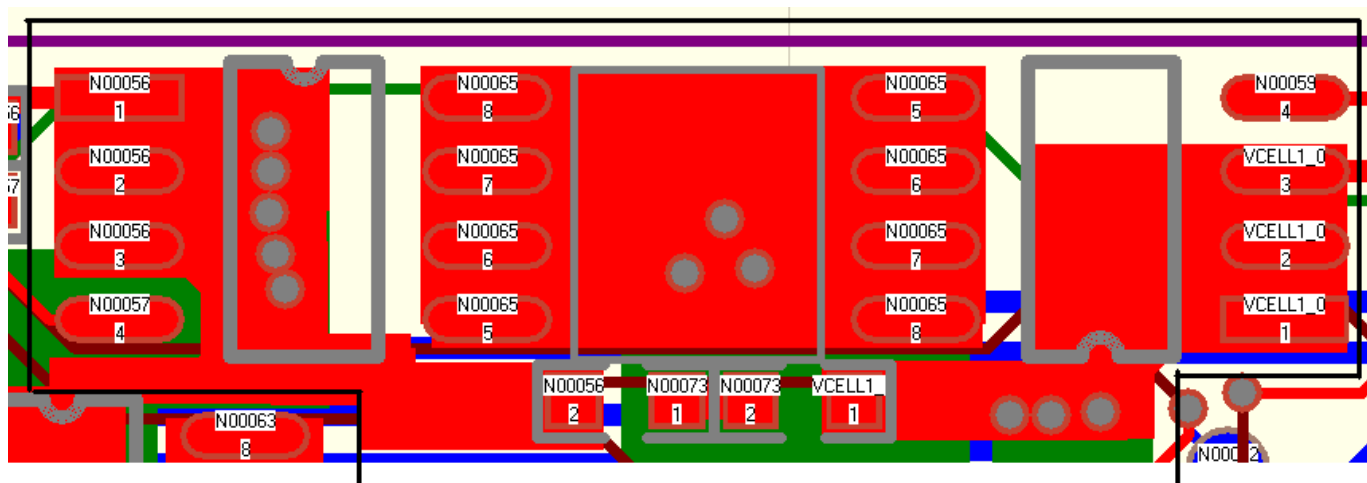


Figure 12 FET 保护



接地系统

为防止ESD对SH366000等敏感组件的干扰，应将ESD回路的GND和其它低电流回路的GND相分离，仅在取样电阻处单点相连接。推荐为低电流回路的GND使用单独的地平面。

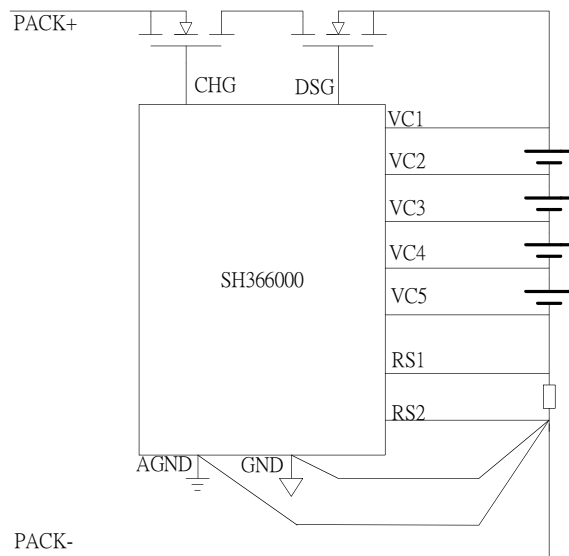


Figure 13 接地系统

取样误差

除去VCC/VDD/AVDD处去耦电容外，在取样电阻到SH366000之间采用差分对称布线的低通滤波网络可以有效提高库仑积分精度。滤波电阻和电容推荐使用100欧姆电阻和0.1uF电容。

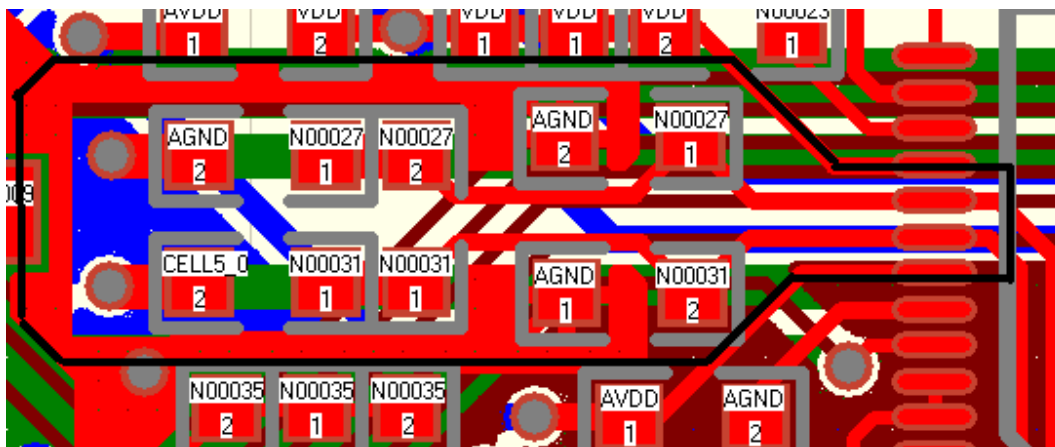


Figure 14 取样电阻滤波



ESD系统

为保护SMBus通讯线不受外界ESD干扰，在电池组连接头焊接处放置放电间隙。间隙推荐宽度为0.2mm。

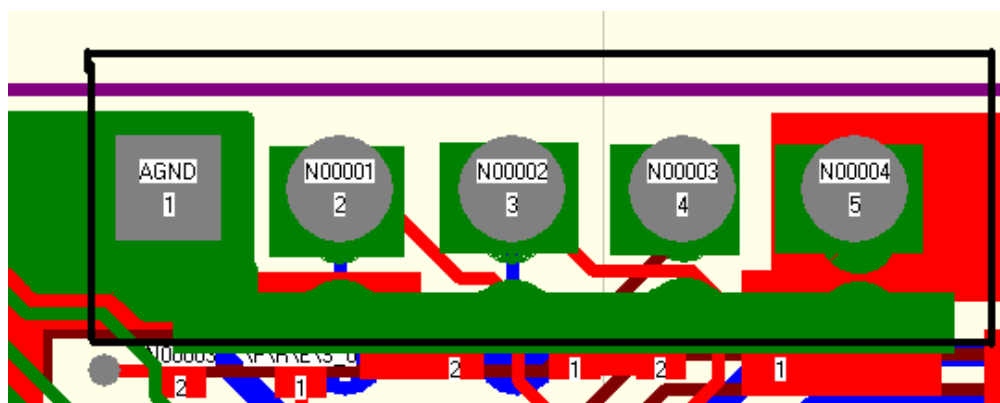


Figure 15 防ESD冲击

电磁干扰

SH366000 应用电路在出现浪涌电流或ESD冲击时，大电流回路的感性阻抗较大，可能会将外界干扰引入到SH366000小电流回路中，对SH366000寄存器产生干扰或损坏。

解决此问题的最佳方式是将大电流回路器件等与SH366000等小电流器件分别放置在电路板的两侧。PCB布线时应尽量将大电流回路与SH366000信号线相分离。

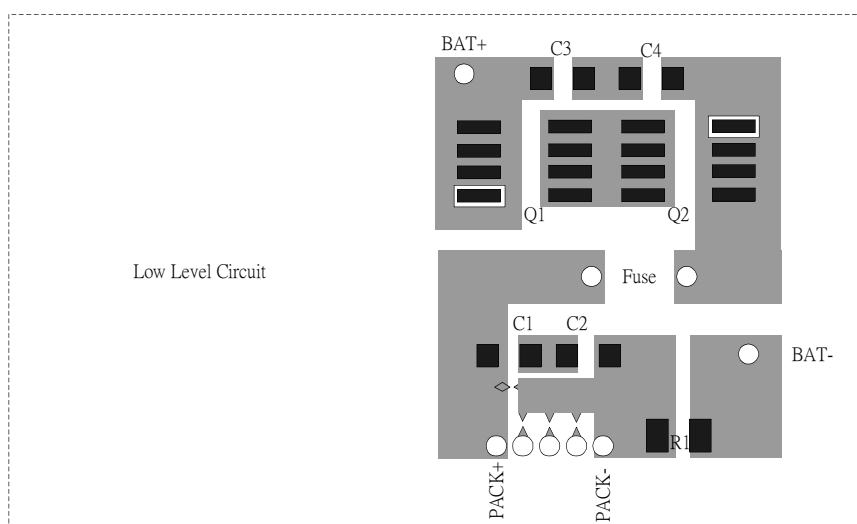


Figure 16 防ESD冲击



射频干扰

通常而言，射频干扰对IC性能没有影响。但IC内部部分硅结构可能会响应射频信号，从而会在某些关键节点处产生错误的电压或电流，从而影响到SH366000性能。最明显的是FUSE控制电路，SAFE管脚通过PMOS、二极管、N-MOS以及PFIN返回SH366000。这个环路可能会响应射频信号，产生足够高的电压，开启控制FUSE熔断的NMOS，熔断FUSE。此处可以用GND将这个回路隔离，并尽量缩短线的长度。

9. SH366000 其它注意事项

- 1). 上电时按照VC5→VC4→VC3→VC2→VC1 由低到高顺序上电。
- 2). 按照三串方案应用时，将VC1和VC2短接；按照二串方案应用时，将VC1、VC2和VC3短接
- 3). 刚连接电芯时，如果方案为二串方案，修改参数完毕前，请不要释放PACK+端的外部电源
- 4). 在对SH366000 DataFlash操作时，请确保BAT/PACK电压高于5.5V，否则设置可能无效
- 5). PCB布线中，请给Pin 23- 26 留出测试点，以备程序升级使用
- 6). DataFlash中缺省参数为4串参数，若应用方案为三串/二串，则需修改DataFlash中的部分参数
- 7). 因串数不同而需要修改DataFlash参数时，请最后修改PackConfig
- 8). 在修改DataFlash参数时，请确保电池处于正常状态，不在充放电过程中修改与充放电、保护、特别是校准相关DataFlash参数
- 9). 程序缺省关闭二级保护，请在DataFlash参数修改完毕、校准完成后再开启二级保护。