

RICOH

1 节锂离子/锂聚合物可充电电池保护 IC

R5402Nxxxx 系列

概要

R5402Nxxxxx 系列是高耐压、CMOS 工艺的电池保护 IC，用于 1 节锂离子/锂聚合物可充电电池的过充电/过放电/过电流保护，还内置了负载短路保护电路，以防止大的负载短路电流和充电/放电过电流。

该系列中的每款 IC 均由四个电压检测器，一个基准单元，一个延时电路，一个负载短路保护电路，一个振荡器，一个计数器和一个逻辑模块构成。

当充电电压/充电电流由低变高，超过了对应检测器的阈值时，在一个内置固定延时后，引脚 C_{OUT} 的输出就会切换到低电平。版本型号不同，解除过充检测器的条件也不同。在“锁存(Latch)”型里，检测到过充电或充电过电流之后，只有将电池与充电器断开，再接上负载，且电池电压低于过充检测器阈值时，过充检测器才可以被重置，C_{OUT} 输出才会变回高电平。如果充电器一直接在电池上，即使电池电压低于过充检测器的阈值，过充电保护也不会被解除。另一方面，在“电平解除(Release by voltage level)”型里，检测到过充后，当电池电压低到过充电保护解除电压时，C_{OUT} 输出会变回高电平。

当放电电压由高变低，小于过放电检测阈值时，在一个内置固定延时后，引脚 D_{OUT} 的输出(和过放电检测器及过电流检测器的输出相关)将切换到低电平。

版本型号不同，解除过放电保护的条件不同。在“锁存(Latch)”型里，检测到过放电之后，只有给电池接上充电器，并且电池电压高于过放电检测阈值时，过放电保护才会被解除，D_{OUT} 引脚才会变回高电平。另一方面，在“电平解除(Release by voltage level)”型里，如果电池不连接充电器，只要电池电压高于过放解除电压，过放电保护就会被解除；如果电池连接着充电器，只要电池电压高于过放电检测电压，过放电保护就会被解除。

通过内置的放电过电流检测器，可以检测到放电过电流和负载短路状态，并通过使 D_{OUT} 变低来切断放电回路。检测到放电过电流和负载短路后，通过将负载从电池上移除，放电过电流保护就会被解除，D_{OUT} 的电平会跳回高电平。

在检测到过放电后，通过暂停内部电路的工作，消费电流将变得非常小。

当引脚 C_{OUT} 的输出是高电平时，如果 V-引脚电平被设定在延时缩短模式的电压阈值(典型值为-2.0V)，则检测延迟时间能被缩短。特别是，过充电检测延时将被缩短到约为原来的 1/57。因此可以减少保护电路板的测试时间。C_{OUT} 引脚和 D_{OUT} 引脚都是 CMOS 输出。芯片共有 6 个引脚，采用 SOT-23-6 封装。

特点

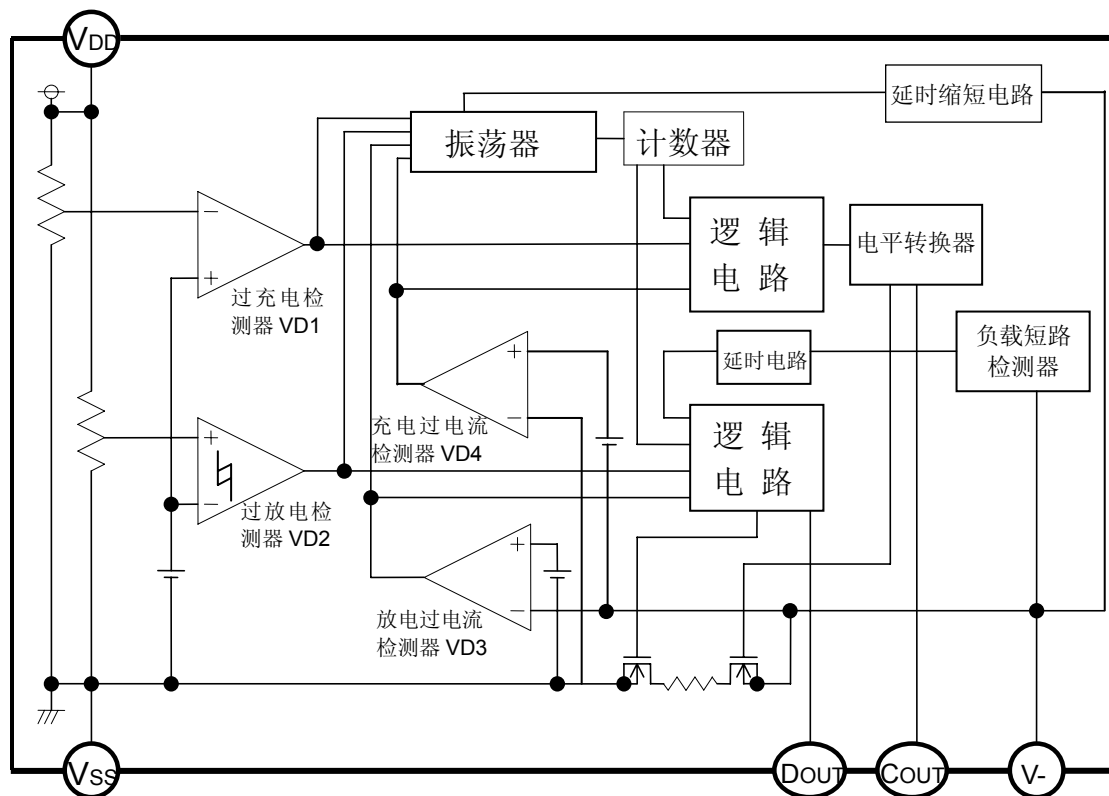
- 采用高耐压工艺制造 绝对最大额定值 35V
- 低消费电流 消费电流(通常状态) 典型 4.0μA
 - C 型: (休眠状态) 最大 0.1μA
 - B/D 型: (休眠状态) 典型 1.2μA/最大 2.0μA
- 高精度的检测电压 过充电检测电压精度 (Topt=25°C) ±25mV
 - (Topt=-5 to 55°C) ±30mV
 - 过放电检测电压精度 ±2.5%
 - 放电过电流检测电压精度 ±15mV
 - 充电过电流检测电压精度 ±30mV
- 检测电压范围 过充电检测电压 4.0V-4.5V 步进单位 0.005V
 - 过放电检测电压 2.0V-3.0V 步进单位 0.005V
 - 放电过电流检测电压 0.05V-0.20V 步进单位 0.005V
 - 充电过电流检测电压 固定值-0.1V
 - 负载短路检测电压 固定值 0.8V
- 内部设定的检测延迟时间 过充电检测延时 250ms(F 型) /1s (C, E, K 型)
(在右侧选项中选择) 过放电检测延时 20ms
 - 放电过电流检测延时 12ms(C, F, K 型) / 6ms(E 型)
 - 负载短路检测延时 300μs(C, F, K 型) / 200μs(E 型)
 - 充电过电流检测延时 8ms(E, K 型) /16ms(C, F 型)
- 检测延时缩短功能 当 Cout 为“高”时，如果 V- = -2.0V(延时缩短模式的电压阈值，典型值为-2.0V) 或更低时，则过充电检测延时，过放电检测延时，以及过放电解除延时都将被缩短 (过充电检测延时将被缩短到约为通常状态的 1/57)。
- 按解除过充电保护的方法，可将版本型号分为.....锁存型 (B/C 型)
 - 电平解除型 (D 型)
- 按解除过放电保护的方法，可将版本型号分为.....锁存型 (C 型)
 - 电平解除型(B/D 型)
- 超小封装 SOT-23-6

用途

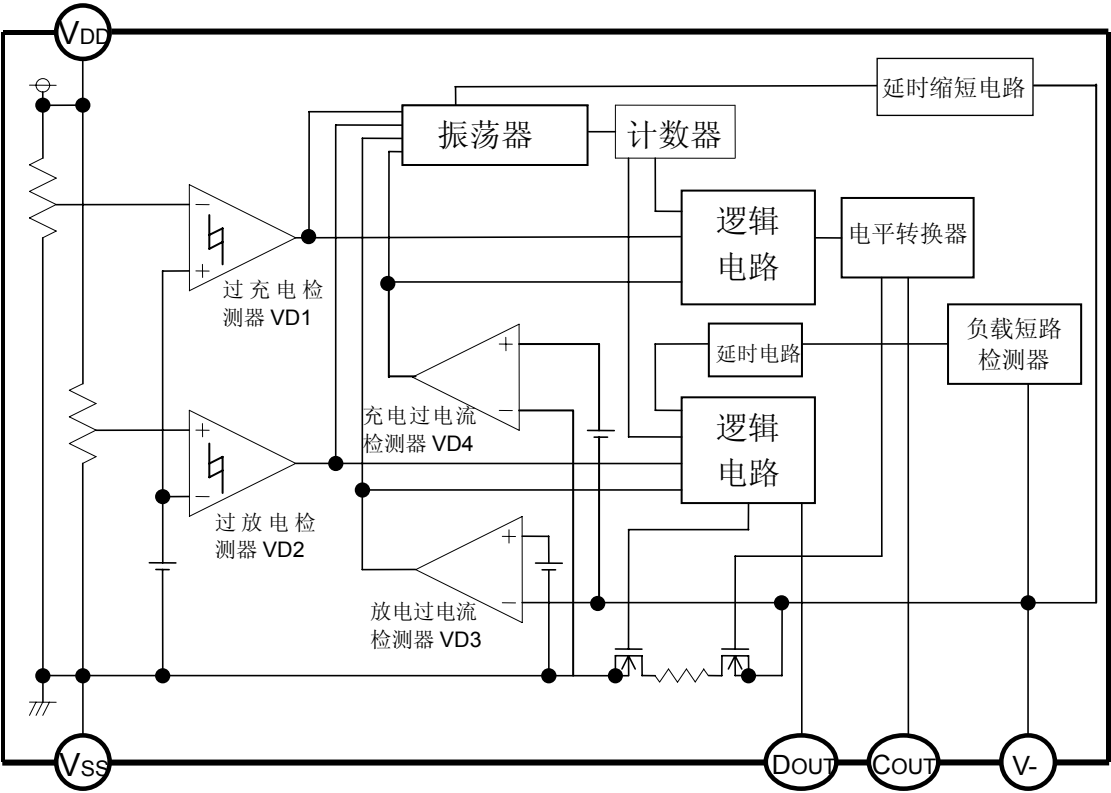
- 锂离子/锂聚合物可充电电池的过充电/过放电/过电流保护器件
- 使用锂离子/锂聚合物可充电电池供电的手机等便携式电子设备的高精度保护器件

框图

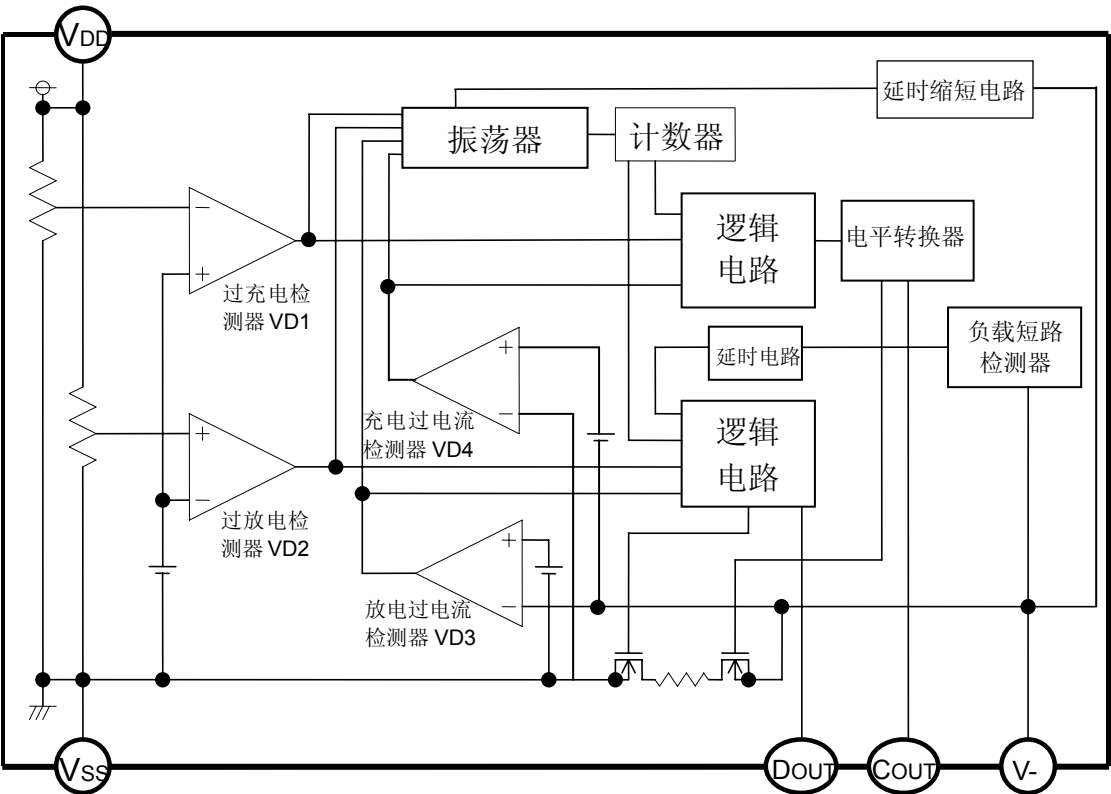
B 型



D 型



C 型



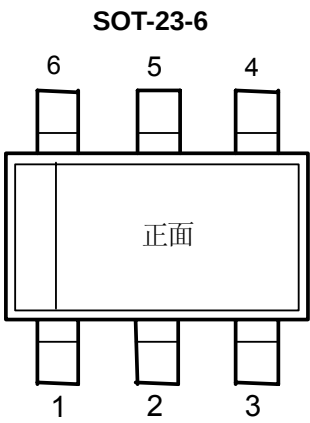
产品型号说明

在 R5402Nxxxxx 系列中，可以选择过充电，过放电，放电过电流和充电过电流检测器的电压检测阈值。
对产品型号构成规则的说明如下：

R5402N xxx x x-xx ←型号
 ↑ ↑ ↑↑ ↑
 a b c d e

编号	内容
a	封装类型 N: SOT-23-6
b	指定 R5402 系列中过充电，过放电，放电过电流和充电过电流检测阈值的序号
c	指定过充电，过放电，放电过电流和充电过电流的延迟时间
d	指定各版本型号的表示符号 B 型：用锁存型的方法解除过充电保护，用电平解除型的方法解除过放电保护 C 型：用锁存型的方法解除过充电保护，用锁存型的方法解除过放电保护 D 型：用电平解除型的方法解除过充电保护，用电平解除型的方法解除过放电保护
e	卷带类型：TR(参照卷带规格)

引脚配置



引脚定义

引脚编号	符号	描述
1	D _{OUT}	过放电检测和保护的输出(CMOS 输出)引脚
2	V ₋	充电器的负端输入引脚
3	C _{OUT}	过充电检测和保护的输出(CMOS 输出)引脚
4	NC	空接
5	V _{DD}	电源电压引脚，提供 IC 的衬底电位
6	V _{SS}	VSS 引脚，IC 的接地引脚

绝对最大额定值

V _{SS} =0V			
符号	符号说明	额定值	单位
V _{DD}	电源电压	-0.3 ~ 12	V
V ₋	输入电压 V-引脚电压 (充电器负端输入引脚)	V _{DD} -35 ~ V _{DD} +0.3	V
V _{COUT} V _{DOUT}	输出电压 C _{OUT} 引脚电压 D _{OUT} 引脚电压	V _{DD} -35 ~ V _{DD} +0.3 V _{SS} -0.3 ~ V _{DD} +0.3	V V
P _D	容许功耗	150	mW
T _{opt}	工作温度范围	-40 ~ 85	°C
T _{stg}	保存温度范围	-55 ~ 125	°C

注意：放置于超过绝对最大额定值所记载数值的条件下,不仅会对装置造成永久性损坏,而且会对装置以及使用该装置的机器的可靠性以及安全性带来不利的影响。对于超过本规格的条件，不保证装置的正常工作。

电气特性

*R5402N1xxCB

除非特别说明，Topt=25°C

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
VDD1	工作输入电压	定义为 VDD-Vss	1.5		5.0	V
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 VDD - V- ， VDD-Vss=0V			1.8	V
VDET1	过充电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5~55°C) *注	VDET1-0.025 VDET1-0.030	VDET1 VDET1	VDET1+0.025 VDET1+0.030	V V
tVDET1	过充电检测延迟时间	VDD=3.6V→4.4V	0.7	1.0	1.3	s
tVREL1	过充电解除延迟时间	VDD=4.5V→3.6V	11	16	21	ms
VDET2	过放电检测电压	检测电源电压下降沿	VDET2×0.975	VDET2	VDET2×1.025	V
VREL2	过放电解除电压	检测电源电压上升沿	VREL2×0.975	VREL2	VREL2×1.025	V
tVDET2	过放电检测延迟时间	VDD=3.6V→2.2V	14	20	26	ms
tVREL2	过放电解除延迟时间	VDD=3V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET3	放电过电流检测电压	检测 V-引脚电压上升沿	VDET3-0.015	VDET3	VDET3+0.015	V
tVDET3	放电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→0.5V	8	12	16	ms
tVREL3	放电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET4	充电过电流检测电压	检测 V-引脚电压下降沿	-0.13	-0.10	-0.07	V
tVDET4	充电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→-1V	11	16	21	ms
tVREL4	充电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V-=-1V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
Vshort	负载短路检测电压	VDD=3.0V	0.55	0.8	1.0	V
Tshort	负载短路检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→3V	230	300	500	μs
Rshort	放电过电流保护解除电阻	VDD=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ
VDS	延时缩短模式的电压	VDD=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V
VOL1	COUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=4.5V		0.4	0.5	V
VOH1	COUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
VOL2	DOUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=2.0V		0.2	0.5	V
VOH2	DOUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
IDD	消费电流	VDD=3.9V, V- =0V		4.0	8.0	μA
Is	待机电流	VDD=2.0V		1.2	2.0	μA

*注：制造时采用激光编程来补偿各参数的温度特性。但是，以上温度范围里的参数值仅系设计保证值，而非高温筛选实施后的实测值。

R5402Nxxxxx

*R5402N1xxKD

除非特别说明，Topt=25℃

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
VDD1	工作输入电压	定义为 VDD-VSS	1.5		5.0	V
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 VDD - V- ， VDD-VSS=0V			1.8	V
VDET1	过充电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5~55℃) *注	VDET1-0.025 VDET1-0.030	VDET1 VDET1	VDET1+0.025 VDET1+0.030	V V
VREL1	过充电解除电压	检测电源电压下降沿	VREL1-0.05	VREL1	VREL1+0.05	V
tVDET1	过充电检测延迟时间	VDD=3.6V→4.4V	0.7	1.0	1.3	s
tVREL1	过充电解除延迟时间	VDD=4.5V→3.6V	11	16	21	ms
VDET2	过放电检测电压	检测电源电压下降沿	VDET2×0.975	VDET2	VDET2×1.025	V
VREL2	过放电解除电压	检测电源电压上升沿	VREL2×0.975	VREL2	VREL2×1.025	V
tVDET2	过放电检测延迟时间	VDD=3.6V→2.2V	14	20	26	ms
tVREL2	过放电解除延迟时间	VDD=3V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET3	放电过电流检测电压	检测 V-引脚电压上升沿	VDET3-0.015	VDET3	VDET3+0.015	V
tVDET3	放电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→0.5V	8	12	16	ms
tVREL3	放电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET4	充电过电流检测电压	检测 V-引脚电压下降沿	-0.13	-0.10	-0.07	V
tVDET4	充电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→-1V	5	8	11	ms
tVREL4	充电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V=-1V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
Vshort	负载短路检测电压	VDD=3.0V	0.55	0.8	1.0	V
Tshort	负载短路检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→3V	230	300	500	μs
Rshort	放电过电流保护解除电阻	VDD=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ
VDS	延时缩短模式的电压	VDD=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V
VOL1	COUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=4.5V		0.4	0.5	V
VOH1	COUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
VOL2	DOUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=2.0V		0.2	0.5	V
VOH2	DOUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
IDD	消费电流	VDD=3.9V, V- =0V		4.0	8.0	μA
Is	待机电流	VDD=2.0V		1.2	2.0	μA

*注：制造时采用激光编程来补偿各参数的温度特性。但是，以上温度范围里的参数值仅系设计保证值，而非高低温筛选实施后的实测值。

*R5402N1xxFC

除非特别说明，Topt=25°C

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
VDD1	工作输入电压	定义为 VDD-Vss	1.5		5.0	V
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 VDD - V- , VDD-Vss=0V			1.8	V
VDET1	过充电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5~55°C) *注	VDET1-0.025 VDET1-0.030	VDET1 VDET1	VDET1+0.025 VDET1+0.030	V V
tVDET1	过充电检测延迟时间	VDD=3.6V→4.4V	175	250	325	ms
tVREL1	过充电解除延迟时间	VDD=4.5V→3.6V	11	16	21	ms
VDET2	过放电检测电压	检测电源电压下降沿	VDET2×0.975	VDET2	VDET2×1.025	V
tVDET2	过放电检测延迟时间	VDD=3.6V→2.2V	14	20	26	ms
tVREL2	过放电解除延迟时间	VDD=3V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET3	放电过电流检测电压	检测 V-引脚电压上升沿	VDET3-0.015	VDET3	VDET3+0.015	V
tVDET3	放电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→0.5V	8	12	16	ms
tVREL3	放电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET4	充电过电流检测电压	检测 V-引脚电压下降沿	-0.13	-0.10	-0.07	V
tVDET4	充电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→-1V	11	16	21	ms
tVREL4	充电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V=-1V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
Vshort	负载短路检测电压	VDD=3.0V	0.55	0.8	1.0	V
Tshort	负载短路检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→3V	230	300	500	μs
Rshort	放电过电流保护解除电阻	VDD=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ
VDS	延时缩短模式的电压	VDD=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V
VOL1	Cout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=4.5V		0.4	0.5	V
VOH1	Cout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
VOL2	Dout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=2.0V		0.2	0.5	V
VOH2	Dout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
IDD	消费电流	VDD=3.9V, V- =0V		4.0	8.0	μA
Is	待机电流	VDD=2.0V			0.1	μA

*注：制造时采用激光编程来补偿各参数的温度特性。但是，以上温度范围里的参数值仅系设计保证值，而非高温筛选实施后的实测值。

R5402Nxxxxx

*R5402N1xxCC

除非特别说明，T_{opt}=25°C

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
V _{DD1}	工作输入电压	定义为 V _{DD} -V _{SS}	1.5		5.0	V
V _{st}	0V 充电允许最小电压	定义为 V _{DD} - V ₋ , V _{DD} -V _{SS} =0V			1.8	V
V _{DET1}	过充电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (T _{opt} =-5~55°C) *注	V _{DET1} -0.025 V _{DET1} -0.030	V _{DET1} V _{DET1}	V _{DET1} +0.025 V _{DET1} +0.030	V V
tV _{DET1}	过充电检测延迟时间	V _{DD} =3.6V→4.4V	0.7	1.0	1.3	s
tV _{REL1}	过充电解除延迟时间	V _{DD} =4.5V→3.6V	11	16	21	ms
V _{DET2}	过放电检测电压	检测电源电压下降沿	V _{DET2} ×0.975	V _{DET2}	V _{DET2} ×1.025	V
tV _{DET2}	过放电检测延迟时间	V _{DD} =3.6V→2.2V	14	20	26	ms
tV _{REL2}	过放电解除延迟时间	V _{DD} =3V, V ₋ =3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
V _{DET3}	放电过电流检测电压	检测 V ₋ 引脚电压上升沿	V _{DET3} -0.015	V _{DET3}	V _{DET3} +0.015	V
tV _{DET3}	放电过电流检测延迟时间	V _{DD} =3.0V, V ₋ =0V→0.5V	8	12	16	ms
tV _{REL3}	放电过电流解除延迟时间	V _{DD} =3.0V, V ₋ =3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
V _{DET4}	充电过电流检测电压	检测 V ₋ 引脚电压下降沿	-0.13	-0.10	-0.07	V
tV _{DET4}	充电过电流检测延迟时间	V _{DD} =3.0V, V ₋ =0V→-1V	11	16	21	ms
tV _{REL4}	充电过电流解除延迟时间	V _{DD} =3.0V, V ₋ =-1V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
V _{short}	负载短路检测电压	V _{DD} =3.0V	0.55	0.8	1.0	V
T _{short}	负载短路检测延迟时间	V _{DD} =3.0V, V ₋ =0V→3V	230	300	500	μs
R _{short}	放电过电流保护解除电阻	V _{DD} =3.6V, V ₋ =1V	25	50	75	kΩ
V _{DS}	延时缩短模式的电压	V _{DD} =4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V
V _{OL1}	COUT 引脚对应 Nch 的导通电压	I _{ol} =50μA, V _{DD} =4.5V		0.4	0.5	V
V _{OH1}	COUT 引脚对应 Pch 的导通电压	I _{oh} =-50μA, V _{DD} =3.9V	3.4	3.7		V
V _{OL2}	DOUT 引脚对应 Nch 的导通电压	I _{ol} =50μA, V _{DD} =2.0V		0.2	0.5	V
V _{OH2}	DOUT 引脚对应 Pch 的导通电压	I _{oh} =-50μA, V _{DD} =3.9V	3.4	3.7		V
I _{DD}	消费电流	V _{DD} =3.9V, V ₋ =0V		4.0	8.0	μA
I _s	待机电流	V _{DD} =2.0V			0.1	μA

*注：制造时采用激光编程来补偿各参数的温度特性。但是，以上温度范围里的参数值仅系设计保证值，而非高低温筛选实施后的实测值。

*R5402N1xxEC

除非特别说明，Topt=25°C

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
VDD1	工作输入电压	定义为 VDD-Vss	1.5		5.0	V
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 VDD - V- , VDD-Vss=0V			1.8	V
VDET1	过充电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5~55°C) *注	VDET1-0.025 VDET1-0.030	VDET1 VDET1	VDET1+0.025 VDET1+0.030	V V
tVDET1	过充电检测延迟时间	VDD=3.6V→4.4V	0.7	1.0	1.3	s
tVREL1	过充电解除延迟时间	VDD=4.5V→3.6V	11	16	21	ms
VDET2	过放电检测电压	检测电源电压下降沿	VDET2×0.975	VDET2	VDET2×1.025	V
tVDET2	过放电检测延迟时间	VDD=3.6V→2.2V	14	20	26	ms
tVREL2	过放电解除延迟时间	VDD=3V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET3	放电过电流检测电压	检测 V-引脚电压上升沿	VDET3-0.015	VDET3	VDET3+0.015	V
tVDET3	放电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→0.5V	4	6	8	ms
tVREL3	放电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V-=3V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
VDET4	充电过电流检测电压	检测 V-引脚电压下降沿	-0.13	-0.10	-0.07	V
tVDET4	充电过电流检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→-1V	5	8	11	ms
tVREL4	充电过电流解除延迟时间	VDD=3.0V, V=-1V→0V	0.7	1.2	1.7	ms
Vshort	负载短路检测电压	VDD=3.0V	0.55	0.8	1.0	V
Tshort	负载短路检测延迟时间	VDD=3.0V, V-=0V→3V	150	200	300	μs
Rshort	放电过电流保护解除电阻	VDD=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ
VDS	延时缩短模式的电压	VDD=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V
VOL1	COUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=4.5V		0.4	0.5	V
VOH1	COUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
VOL2	DOUT 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, VDD=2.0V		0.2	0.5	V
VOH2	DOUT 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, VDD=3.9V	3.4	3.7		V
IDD	消费电流	VDD=3.9V, V- =0V		4.0	8.0	μA
Is	待机电流	VDD=2.0V			0.1	μA

*注：制造时采用激光编程来补偿各参数的温度特性。但是，以上温度范围里的参数值仅系设计保证值，而非高低温筛选实施后的实测值。

工作原理

• 过充电检测电路 (VD1)

给电池充电时，VD1 监测 VDD 引脚的电压。当 VDD 电压由低变高超过了过充电检测器阈值电压 VDET1 时，VD1 检测到了过充电，COUT 引脚变低电平，外部控制充电的 N 沟道 MOSFET 被关断。

在 B/C 型版本中，检测到过充电后，为了重置 VD1，使 COUT 引脚电平变回“高”，可使用以下方法：将电池与充电器断开，再接上负载，当 VDD 电压低于过充电检测电压时，解除过充电保护。此时 COUT 引脚电压变回高，外部的 N 沟道 MOSFET 被打开，充电回路导通。换句话说，一旦检测到过充电，只要充电器还连接在电池上，即使电源电压足够低，也不可能恢复充电。因此，此过充电检测器没有迟滞功能。芯片利用内置的放电过电流检测器来判断负载是否被接上。通过连接负载，V-引脚电压变得大于等于放电过电流检测器阈值电压，从而解除过充电保护。

在 D 型版本中，检测到过充电之后，如果 VDD 引脚电压低于过充电解除电压，即使充电器一直连接在电池上，过充电保护仍可以被解除。如果 VDD 引脚电压低于过充电检测电压高于过充电解除电压，只要断开充电器，接上负载，过充电保护也可以被解除。

在检测到过充电后，将负载连接到电池上，负载电流可以从外部充电控制用 FET 的寄生二极管上流过。由于电池持续放电，VDD 电平将下降。一旦 VDD 电平比 VDET1 低，COUT 电平将会变“高”。

过充电检测和过充电解除的延时是内部设定的。当 VDD 引脚电压大于等于 VDET1 后，如果在过充电检测延时之内，VDD 电压又回落到 VDET1 以下，VD1 将不会输出信号来关闭充电控制用 FET。另一方面，在检测到过充电后，即使移除充电器，接上负载，当 VDD 低于过充电检测电压后，如果在过充电解除延时之内，VDD 电压又回复到 VDET1 以上，过充电保护将不会被解除。

COUT 引脚对应的缓冲驱动器电路包含一个电平转换器(level shifter)，用来将 COUT 引脚的“低”电平电压设定为 V-引脚的电压值。而利用 CMOS 缓冲器，COUT 引脚的“高”电平电压被设定为 VDD 电压值。

• 过放电检测电路 (VD2)

电池放电时，VD2 监测 VDD 引脚的电压。当 VDD 电压由高变低小于过放电检测器阈值电压 VDET2 时，VD2 检测到了过放电，DOUT 引脚变低电平，外部控制放电的 N 沟道 MOSFET 被关断。

在 C 型版本中，检测到过放电后，为了重置 VD2，使 DOUT 引脚电平变回“高”，必须给电池连接充电器。当 VDD 电压一直低于过放电检测电压 VDET2 时，充电电流可以从外部放电控制用 MOSFET 的寄生二极管上流过。然后，当 VDD 电压高于 VDET2 时，DOUT 变回“高”，放电控制用 MOSFET 又变回导通态，放电回路导通。当 VDD 电压高于 VDET2 时，给电池接上充电器，能使得 DOUT 电平立刻变回“高”。

在 B/D 型版本中，一种解除过放电保护的方法同 C 型一样，是通过连接充电器来实现的。然而，不接充电器时，只要 VDD 电平大于等于过放电解除电压，DOUT 引脚立刻变回“高”。

当电池电压变为 0V 时，如果充电器电压大于等于 0V 电池充电允许最小电压(Vst)时，Cout 引脚为“高”，系统可以进行充电。

过放电检测延时是内部设定的。当 VDD 电压小于等于 VDET2 后，如果在延时之内，VDD 电压又回复到 VDET2 以上，VD2 将不会输出信号来关闭放电控制用 FET。同样过放电解除延时也是内部设定好的。

VD2 检测到过放电之后，通过暂停不必要电路的工作来减少消费电流，IC 进入“休眠”，其自身的消费电流变得非常小。

DOUT 引脚是 CMOS 输出，其“高”电平值是 VDD，“低”电平值是 VSS。

• 放电过电流检测电路，负载短路检测电路 (VD3、Short Detector)

当两个控制用 FET 都导通时，过电流检测器和负载短路检测器都可以工作。

当 V-引脚电压大于过电流检测电压 VDET3 小于负载短路检测电压 Vshort 时，放电过电流检测器 VD3 工作。当 V-引脚电压大于负载短路检测电压 Vshort 时，负载短路检测器工作。以上机制最终使 DOUT 引脚变低电平，外部控制放电的 N 沟道 MOSFET 被关断。

放电过电流检测延时是内部设定的。在这个检测延时之内，如果 V-引脚电平从 Vshort 和 VDET3 之间的某个

电压值快速恢复到正常值，放电控制用 FET 将一直保持导通态。同样放电过电流解除延时也是内部设定好的。

当负载短路保护电路起作用时，D_{OUT} 将变“低”，其延时也是内部设定好的。

在 V-引脚和 V_{SS} 引脚之间，有一个内置的下拉电阻，被称为放电过电流保护解除电阻。在检测到放电过电流或负载短路后，通过移除引起放电过电流或电路短路的因素，V-引脚电压会被内置下拉电阻拉低至 V_{SS} 电平，从而使外部放电控制用 FET 自动恢复到导通态。通常状态时，该放电过电流复位电阻电路是被关断的。只有当检测到放电过电流或负载短路时，该电阻电路才导通。

放电过电流检测延时被设定为小于过放电检测延时。因此，如果 VDD 电压低于 V_{DET2}，同时，放电过电流也被检测到了的话，R5402xxxxxx 系列会处于放电过电流检测模式。通过断开负载，VD3 将自动解除放电过电流保护。

• 充电过电流检测电路 (VD4)

当电池同时可以充电或放电时，VD4 监测 V-引脚的电压。例如，如果使用不合适的充电器对电池充电时，将有一个过大的充电电流流过，这将使得 V-引脚的电压变得小于等于充电过电流检测电压。C_{OUT} 输出将变“低”，外部 N 沟道 MOSFET 将被关断，以此来防止过大的充电电流通过。

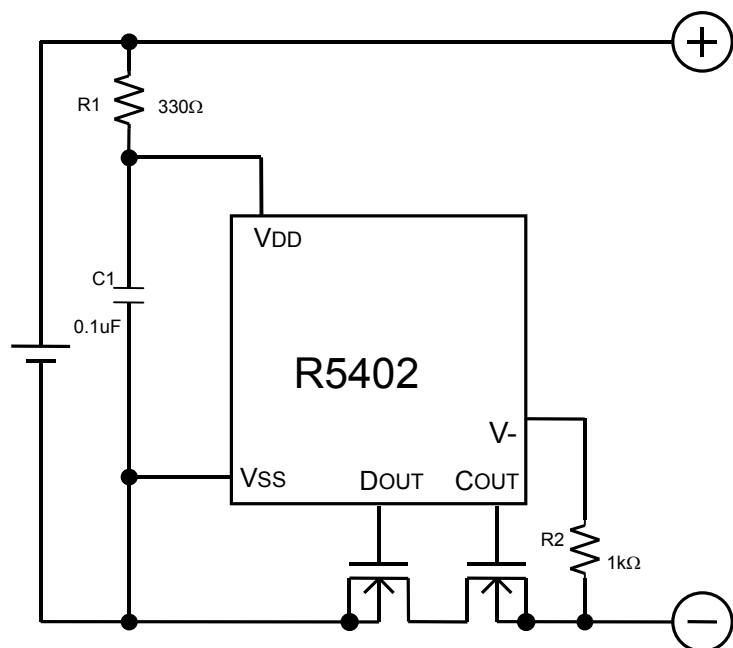
充电过电流检测延时是内部设定的。即使 V-引脚电平小于等于充电过电流检测电压，如果在延时之内，该电压又回升到 VD4 阈值的话，可以认为没检测到充电过电流。同样充电过电流解除延时也是内部设定好的。

通过断开充电器，接上负载，可以解除充电过电流保护。

• 延时缩短功能

通过使 V-引脚的电压值小于或等于延时缩短模式的电压阈值，过充电检测延时，过放电检测延时，以及过放电解除延时的设定值可以被缩短。

应用实例



应用提示

R1 和 C1 被用来稳定 R5402xxxxxx 的电源电压。推荐 R1 值要小于 1kΩ。

因为有导通电流经 R1 流入 R5402xxxxxx，所以 R1 越大，检测电压越大，这可能会引起某些检测误差。为了能稳定电路工作，C1 值应该大于等于 0.01μF。

R1 和 R2 还能起到限流作用，用于保护 R5402xxxxxx 和电池，以避免反向充电或者充电器充电电压过大引起的损害。但是如果 R1 和 R2 的值太小，R5402xxxxxx 的功耗将会超过额定功耗值。因此，“R1+R2”的总阻值应该大于等于 1kΩ。

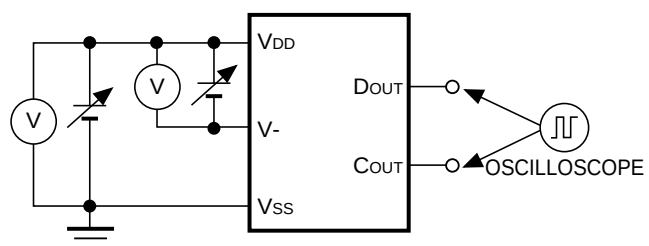
另一方面，如果 R2 的值设定得太大，通过连接充电器来解除过放电保护的方法就有可能失效。推荐 R2 值要小于等于 10 kΩ。

上述连接例及参数并不能作为保证电路工作的依据，请在实际的应用电路上进行充分的实测后再选定外部器件的参数。

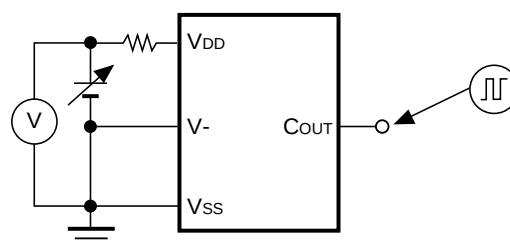
请不要在保护 IC 和外部器件上施加超过最大额定值的过大电压和过大电流。

虽然本公司一向致力于提高品质与可靠性，但是半导体产品有可能按一定概率发生故障。为防止因故障而产生人身事故、火灾事故、社会损害等，请充分留意冗余设计、火势蔓延对策设计、防止误动作设计等安全设计。对于因错误使用或不当使用引起的损害等，本公司恕不负责，敬请谅解。

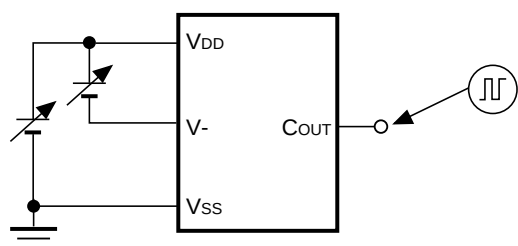
测定电路



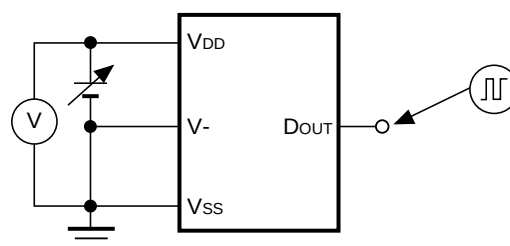
A



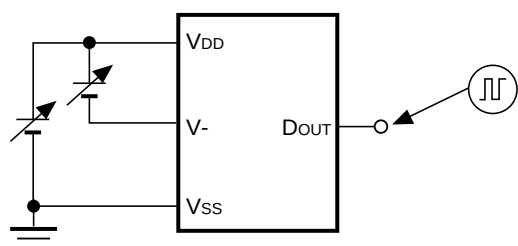
B



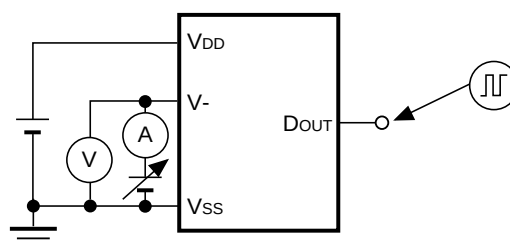
C



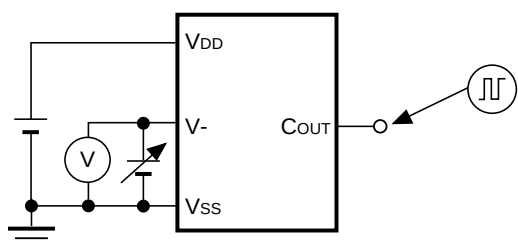
D



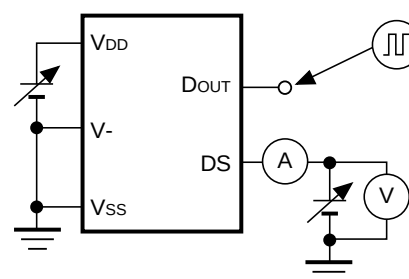
E



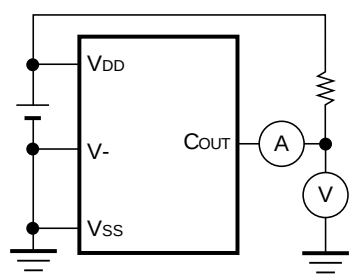
F



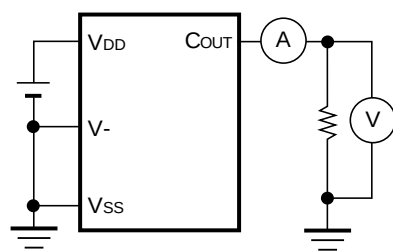
G



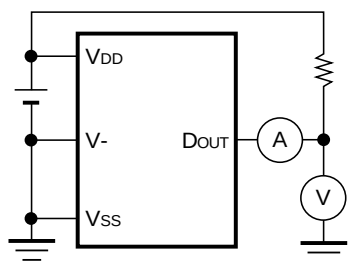
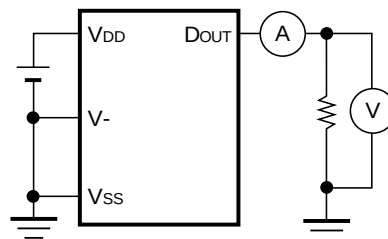
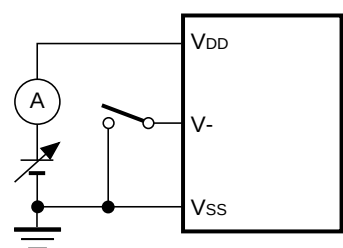
H



I



J

**K****L****M**

电气特性表中的典型特性，都是从以上的测定电路中测得的。

测定电路 A: 典型特性 1) 2)

测定电路 B: 典型特性 3) 4)

测定电路 C: 典型特性 5)

测定电路 D: 典型特性 6) 7)

测定电路 E: 典型特性 8)

测定电路 F: 典型特性 9) 10) 11) 12) 13) 14)

测定电路 G: 典型特性 15) 16) 17)

测定电路 H: 典型特性 18) 19) 20)

测定电路 I: 典型特性 21)

测定电路 J: 典型特性 22)

测定电路 K: 典型特性 23)

测定电路 L: 典型特性 24)

测定电路 M: 典型特性 25) 26)

R5402N 系列

产品型号	Vdet1 (V)	Vrel1 (V)	Vdet2 (V)	Vrel2 (V)	Vdet3 (V)	Vdet4 (V)	tVdet1 (s)	tVdet2 (ms)	tVdet3 (ms)	tVdet4 (ms)	tShort (μ s)
R5402N110FC	4.280	-	2.300	-	0.125	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N112FC	4.280	-	2.300	-	0.200	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N120FC	4.325	-	2.300	-	0.150	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N149FC	4.280	-	2.900	-	0.125	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N151FC	4.350	-	2.100	-	0.150	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N161FC	4.465	-	2.100	-	0.150	-0.100	0.250	20	12	16	300
R5402N108CC	4.280	-	2.300	-	0.075	-0.100	1	20	12	16	300
R5402N128EC	4.280	-	2.800	-	0.050	-0.100	1	20	6	8	200
R5402N176EC	4.280	-	2.300	-	0.130	-0.100	1	20	6	8	200
R5402N106CB	4.275	-	2.300	3.000	0.100	-0.100	1	20	12	16	300
R5402N110CB	4.280	-	2.300	3.000	0.125	-0.100	1	20	12	16	300
R5402N120CB	4.325	-	2.300	3.000	0.150	-0.100	1	20	12	16	300
R5402N101KD	4.250	4.050	2.500	3.000	0.200	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N102KD	4.350	4.150	2.500	3.000	0.200	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N106KD	4.275	4.075	2.300	3.000	0.100	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N110KD	4.280	4.080	2.300	3.000	0.125	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N120KD	4.325	4.125	2.300	3.000	0.150	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N149KD	4.280	4.080	2.900	3.100	0.125	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N155KD	4.250	4.050	2.400	2.900	0.100	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N163KD	4.280	4.100	3.000	3.200	0.100	-0.100	1	20	12	8	300
R5402N187KD	4.250	4.050	3.000	3.200	0.100	-0.100	1	20	12	8	300

(as of 2008/09/25)

R5402 N 106 C B

封装类型

N: SOT23-6

功能版本

B: 过充电 = 锁存型

C: 过充电 = 锁存型

D: 过充电 = 电平解除型

过放电 = 电平解除型

过放电 = 锁存型

过放电 = 电平解除型

电压版本

延时版本

产品型号	过充电	过放电	tVdet1 (s)	tVdet2 (ms)	tVdet3 (ms)	tVdet4 (ms)	tShort (μ s)
R5402N1 xx CB	锁存型	电平解除型	1	20	12	16	300
R5402N1 xx CC	锁存型	锁存型	1	20	12	16	300
R5402N1 xx EC	锁存型	锁存型	1	20	6	8	200
R5402N1 xx FC	锁存型	锁存型	0.250	20	12	16	300
R5402N1 xx KD	电平解除型	电平解除型	1	20	12	8	300