RICOH

1 节锂离子/锂聚合物可充电电池保护 IC

R5475N/R5478N 系列

No. EA-291-121009

概要

R5475N/R5478Nxxxxx 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放电过电流。

该系列中的每款 IC 均由三个电压检测器，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。当过充电电压由低变高,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。而在“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 V_{DET2}.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也将不同。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电解除电压，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 COUT 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。COUT 引脚和 DOUT 引脚都是 CMOS 输出。芯片共有 6 个引脚，采用 SOT-23-6 封装。

特点

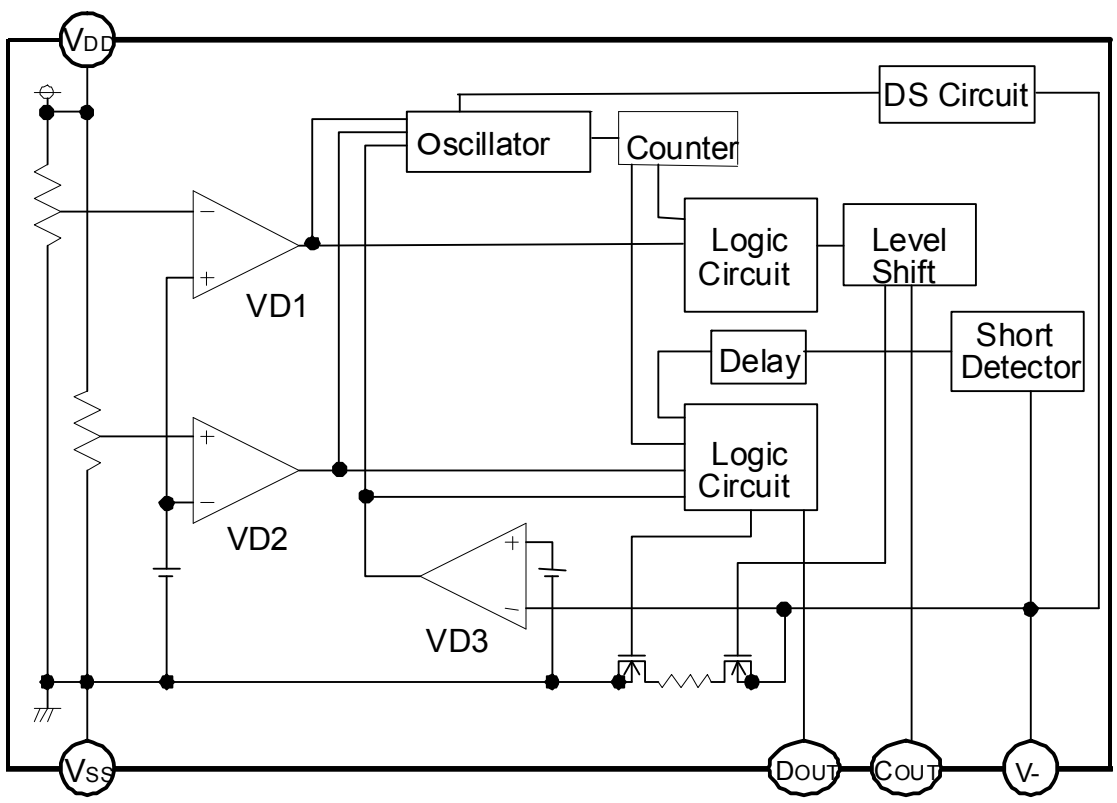
- 采用高耐压工艺制造 .....绝对最大工作电压 30V
- 低消费电流.....消费电流（通常状态） Typ. 3.0μA
  C 型: (过放电侦测后) Max. 0.1μA
  D/J/K 型: (过放电侦测后) Typ. 1.2μA/Max. 2.0μA
- 高精度电压检测.....过冲点检测电压 (Topt=25° C) ±25mV
  (Topt=-5 to 55° C) ±30mV
  过放电检测电压 ±2.5%
  过流检测电压 ±15mV
- 电压检测范围 .....过冲电检测电压
  C/D 版本: 4.2V-4.5V 步进单位 0.005V
  J 版本: 3.65V
  K 版本: 3.90V
  过放电检测电压
  C/D/J 版本: 2.1V-3.0V 步进单位 0.100V
  K 版本: 1.9V-3.0V 步进单位 0.100V
  放电过电流检测电压 0.05V-0.20V 步进单位 0.005V
  短路检测电压 0.75V
- 内置输出延时时间.....过冲延时时间 1s
  (在选项当中选择) 过放延时时间 20ms
  过流延时时间 12ms(C Type) / 6ms(E Type)
  短路延时时间 300μs(C Type) / 200μs(E Type)
- 输出延时短缩 .....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)。
- 过冲释放检测条件……锁存型 (C 型号)
  ……电压释放型 (D/J/K 型号)
- 过放电释放检测条件 .....锁存型: (C 型号)
  .....电压释放型 (D/J/K 型号)
- 超小封装.....SOT-23-5(R5475N) , SOT-23-6(R5475N/R5478N)

应用

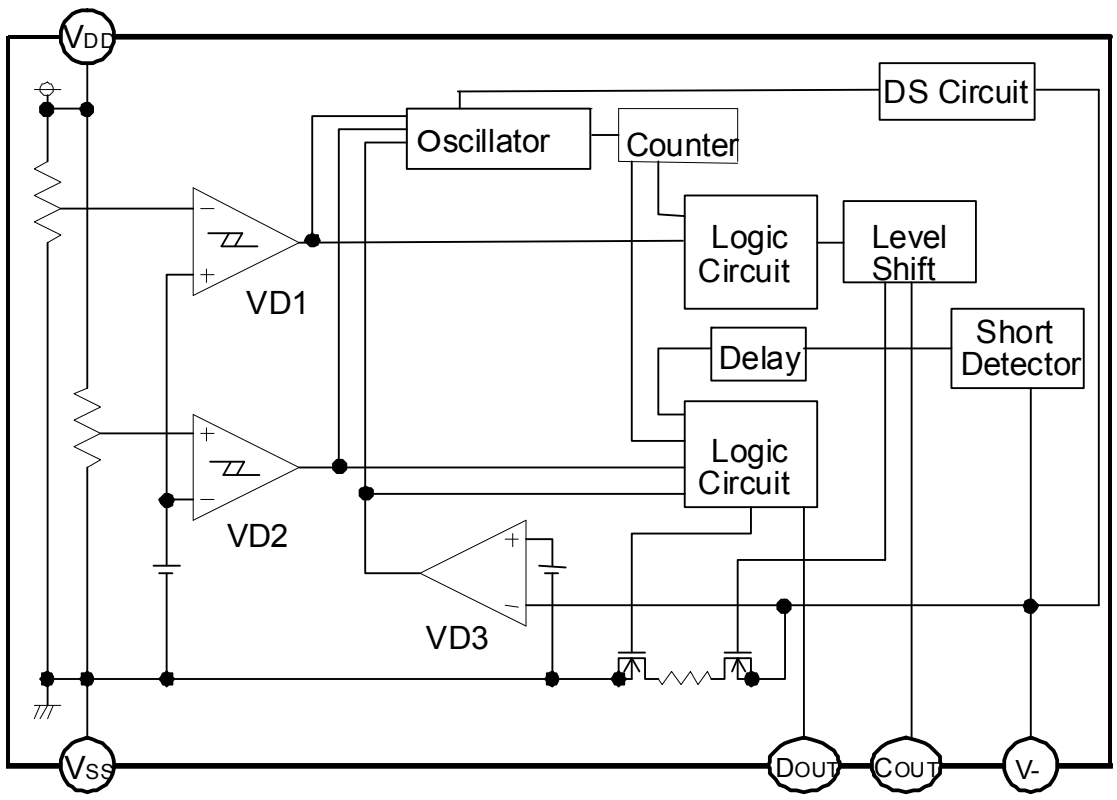
- 锂离子/锂聚合物可充电电池的过充电/过放电/过电流保护器件
- 使用锂离子/锂聚合物可充电电池供电的手机等便携式电子设备的高精度保护器件

框图

C 型号


VDD
DS Circuit
Oscillator
Counter
Logic Circuit
Level Shift
VD1
Short Detector
Delay
Logic Circuit
VD2
VD3
VSS
DOUT
COUT
V-

D/J/K 型号


VDD
DS Circuit
Oscillator
Counter
Logic Circuit
Level Shift
VD1
Short Detector
Delay
Logic Circuit
VD2
VD3
VSS
DOUT
COUT
V-

产品型号说明

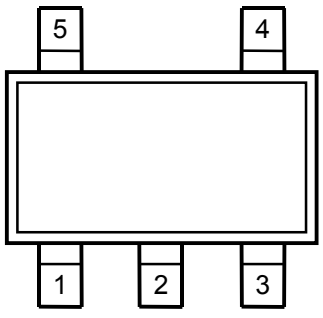
在 R5475/R5478xxxxx 系列中，三种阈值检测可以被运用，分别为过冲，过放，放电过电流检测
下面是相关的型号说明

R547xN xxx x x-xx ←型号
↑ ↑ ↑↑ ↑
a b c d e

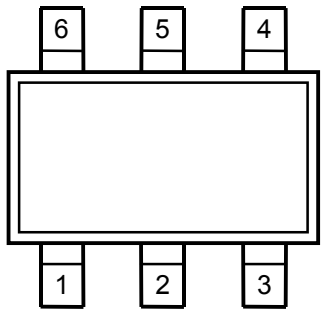
Code	Contents
a	封装型号 R5475N: SOT-23-5 , R5475N/R5478N: SOT-23-6
b	R5475/R5478 过冲，过放，放电过电流阈值的具体选择序号
c	过冲和放电过电流的延时选择序号
d	指定各版本型号的表示符号 C 型号: 过冲，过放后锁存型号 D 型号: 过冲，过放后电平恢复的型号 J 型号: 过冲过放后电平恢复的型号 过冲电压阈值 = 固定 3.65V K 型号: 过冲过放后电平恢复的傍法 过冲电压阈值 = 固定 3.90V
e	卷带类型：TR(参照卷带规格)

引脚配置

SOT-23-5 (R5475N)



SOT-23-6 (R5475N/R5478N)



引脚说明

Pin No.		Symbol	Description
SOT23-5	SOT23-6		
4	1	D_{OUT}	过放电输出管脚, CMOS 输出
1	2	V-	充电器负端接口管脚
5	3	C_{OUT}	过冲检测输出, CMOS 输出
—	4	NC	-
2	5	V_{DD}	工作电压，提供芯片工作基本电压.
3	6	V_{SS}	Vss 管脚，接地管脚

绝对最大范围

V_{SS}=0V

Symbol	Item	Ratings	Unit
V_{DD}	电源电压	-0.3 to 12	V
V-	输入电压 V- 管脚	V_{DD} -30 to V_{DD} +0.3	V
VC_{OUT} VD_{OUT}	输出电压 C_{OUT} 管脚 D_{OUT} 管脚	V_{DD} -30 to V_{DD} +0.3 V_{SS} -0.3 to V_{DD} +0.3	V V
P_D	容许功耗	150	mW
Topt	工作温度范围	-40 to 85	°C
Tstg	保存温度范围	-55 to 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。

绝对最大范围

当电子和机械应力超过最大额定值可能对使用该器件的安全的设备和系统造成永久损害和可能降低寿命。所以对于超过此绝对最大范围的情形不做确保

推荐操作条件 (电器特性)

所有电子产品设计与安置都应该应用在推荐操作条件范围中。 半导体设备不应应用于超过推荐操作条件的范围之外， 即使这些超过条件的应用或仅仅是一时的电子噪声。 如果半导体设备持续的应用在超过推荐操作条件的范围之外会造成设备本身的碎坏。

电气特性

应用温度, Topt=25°C

*R5475N/R5478N1xxEC

Symbol	Item	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note2
V_{DD1}	工作电源电压	定义为 V_{DD}-V_{SS}	1.5		5.0	V	F
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 V_{DD}-V-, V_{DD}-V_{SS}=0V			1.8	V	A
V_{DET1}	过冲电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5 to 55°C)*Note1	V_{DET1}-0.025 V_{DET1}-0.030	V_{DET1} V_{DET1}	V_{DET1}+0.025 V_{DET1}+0.030	V V	B
tV_{DET1}	过冲电压检测延时时间	V_{DD}=3.6V to 4.4V	0.7	1.0	1.3	s	B
tV_{REL1}	过冲电电压解除延时时间	V_{DD}=4.5V to 3.6V, V-=0V to 0.4V	11	16	21	ms	C
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	D
tV_{DET2}	过放电电压检测延时时间	V_{DD}=3.6V to 2.2V	14	20	26	ms	D
tV_{REL2}	过放电电压解除延时时间	V_{DD}=2.2V to 3.6V	0.7	1.2	1.7	ms	D
V_{DET3}	放电过电流检测电压	检测 'V-' 管脚电压上升沿	V_{DET3}-0.015	V_{DET3}	V_{DET3}+0.015	V	E
tV_{DET3}	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 0.4V	4	6	8	ms	E
tV_{REL3}	放电过电流释放延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=3V to 0V	0.7	1.2	1.7	ms	E
Vshort	短路保护检测电压	V_{DD}=3.0V	0.50	0.75	0.95	V	E
Tshort	短路保护延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 3V	150	200	300	μs	E
Rshort	放电过电流保护解除电阻	V_{DD}=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ	F
V_{DS}	延时短缩模式电压	V_{DD}=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V	G
V_{OL1}	Cout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=4.5V		0.4	0.5	V	H
V_{OH1}	Cout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.9V	3.4	3.7		V	I
V_{OL2}	Dout 引脚对应的 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=2.0V		0.2	0.5	V	J
V_{OH2}	Dout 引脚对应的 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.9V	3.4	3.7		V	K
I_{DD}	消费电流	V_{DD}=3.9V, V- =0V		3.0	7.0	μA	L
I_S	待机电流	V_{DD}=2.0V			0.1	μA	L

*Note1: *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。

*Note2: 相关的测试电路请参见页码 17-20.

*R5475N/R5475N/R5478N1xxCD 应用温度, Topt=25°C

Symbol	Item	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note2
V_{DD1}	工作电源电压	定义为 V_{DD}-V_{SS}	1.5		5.0	V	F
Vst	0V 充电允许最小电压	定义为 V_{DD}-V-, V_{DD}-V_{SS}=0V			1.8	V	A
V_{DET1}	过冲电检测电压	检测电源电压上升沿 R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5 to 55°C)*Note	 V_{DET1}-0.025 V_{DET1}-0.030	 V_{DET1} V_{DET1}	 V_{DET1}+0.025 V_{DET1}+0.030	 V V	B
V_{REL1}	过冲释放电压	检测电压电压下降沿	V_{REL1}-0.05	V_{REL1}	V_{REL1}+0.05	V	B
tV_{DET1}	过冲电压检测延时时间	V_{DD}=3.6V to 4.4V	0.7	1.0	1.3	s	B
tV_{REL1}	过冲释放检测延时时间	V_{DD}=4.5V to 3.6V	11	16	21	ms	B
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	D
V_{REL2}	过放释放电压	检测电源电压上升沿	V_{REL2}×0.975	V_{REL2}	V_{REL2}×1.025	V	D
tV_{DET2}	过放延时时间	V_{DD}=3.6V to 2.2V	14	20	26	ms	D
tV_{REL2}	过放释放延时时间	V_{DD}=3V V-=3V to 0V	0.7	1.2	1.7	ms	E
V_{DET3}	放电过电流检测电压	检测 'V-' 管脚电压上升沿	V_{DET3}-0.015	V_{DET3}	V_{DET3}+0.015	V	E
tV_{DET3}	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 0.4V	8	12	16	ms	E
tV_{REL3}	放电过电流释放延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=3V to 0V	0.7	1.2	1.7	ms	E
Vshort	短路保护电压	V_{DD}=3.0V	0.50	0.75	0.95	V	E
Tshort	短路保护输出延时	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 3V	230	300	500	μs	E
Rshort	短路保护接触电阻	V_{DD}=3.6V, V-=1V	25	50	75	kΩ	F
V_{DS}	延时短缩模式输入电压	V_{DD}=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V	G
V_{OL1}	Cout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=4.5V		0.4	0.5	V	H
V_{OH1}	Cout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.9V	3.4	3.7		V	I
V_{OL2}	Dout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=2.0V		0.2	0.5	V	J
V_{OH2}	Dout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.9V	3.4	3.7		V	K
I_{DD}	消费电流	V_{DD}=3.9V, V- =0V		3.0	7.0	μA	L
I_S	待机电流	V_{DD}=2.0V		1.2	2.0	μA	L

*Note1: *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。

*Note2: 相关的测试电路请参见页码 17-20.

*R5475N/R5478N1xxCJ 应用温度, Topt=25°C

Symbol	Item	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note2
V_{DD1}	工作电源电压	Voltage defined asV_{DD}-V_{SS}	1.5		5.0	V	F
Vst	0V 充电允许最小电压	Voltage defined asV_{DD}-V-, V_{DD}-V_{SS}=0V			1.8	V	A
V_{DET1}	过冲电检测电压	Detect rising edge of supply voltage R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5 to 55°C)*Note	 V_{DET1}-0.025 V_{DET1}-0.030	 V_{DET1} V_{DET1}	 V_{DET1}+0.025 V_{DET1}+0.030	 V V	B
V_{REL1}	过冲释放电压	Detect falling edge of supply voltage	V_{REL1}-0.05	V_{REL1}	V_{REL1}+0.05	V	B
tV_{DET1}	过冲电压检测延时时间	V_{DD}=3.2V to 3.75V	0.7	1.0	1.3	s	B
tV_{REL1}	过冲释放检测延时时间	V_{DD}=3.9V to 3.2V	11	16	21	ms	B
V_{DET2}	过放电检测电压	Detect falling edge of supply voltage	V_{DET2}×0.975	V_{DET2}	V_{DET2}×1.025	V	D
V_{REL2}	过放释放电压	Detect rising edge of supply voltage	V_{REL2}×0.975	V_{REL2}	V_{REL2}×1.025	V	D
tV_{DET2}	过放延时时间	V_{DD}=3.2V to 2.2V	14	20	26	ms	D
tV_{REL2}	过放释放延时时间	V_{DD}=2V to 3.1V	0.7	1.2	1.7	ms	E
V_{DET3}	放电过电流检测电压	Detect rising edge of 'V-' pin voltage	V_{DET3}-0.015	V_{DET3}	V_{DET3}+0.015	V	E
tV_{DET3}	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 0.4V	8	12	16	ms	E
tV_{REL3}	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=3V to 0V	0.7	1.2	1.7	ms	E
Vshort	短路保护电压	V_{DD}=3.0V	0.50	0.75	0.95	V	E
Tshort	短路保护输出延时	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 3V	230	300	500	μs	E
Rshort	短路保护接触电阻	V_{DD}=3.2V, V-=1.0V	25	50	75	kΩ	F
V_{DS}	延时短缩模式输入电压	V_{DD}=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V	G
V_{OL1}	Cout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=4.5V		0.4	0.5	V	H
V_{OH1}	Cout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.2V	2.7	3.0		V	I
V_{OL2}	Dout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=2.0V		0.2	0.5	V	J
V_{OH2}	Dout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.2V	2.7	3.0		V	K
I_{DD}	消费电流	V_{DD}=3.2V, V- =0V		3.0	7.0	μA	L
I_S	待机电流	V_{DD}=2.0V		1.2	2.0	μA	L

*Note1: *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。

*Note2: 相关的测试电路请参见页码 17-20

*R5475N/R5478N1xxCK 应用温度, Topt=25°C

Symbol	Item	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note2
V_{DD1}	工作电源电压	Voltage defined as V_{DD}-V_{SS}	1.5		5.0	V	F
Vst	0V 充电允许最小电压	Voltage defined as V_{DD}-V-, V_{DD}-V_{SS}=0V			1.8	V	A
V_{DET1}	过冲电检测电压	Detect rising edge of supply voltage R1=330Ω R1=330Ω (Topt=-5 to 55°C)*Note	V_{DET1}-0.025 V_{DET1}-0.030	V_{DET1} V_{DET1}	V_{DET1}+0.025 V_{DET1}+0.030	V V	B
V_{REL1}	过冲释放电压	Detect falling edge of supply voltage	V_{REL1}-0.05	V_{REL1}	V_{REL1}+0.05	V	B
tV$_{DET1}$	过冲电压检测延时时间	V_{DD}=3.2V to 3.75V	0.7	1.0	1.3	s	B
tV$_{REL1}$	过冲释放检测延时时间	V_{DD}=3.9V to 3.2V	11	16	21	ms	B
V_{DET2}	过放电检测电压	Detect falling edge of supply voltage	V_{DET2}×0.975	V_{DET2}	V_{DET2}×1.025	V	D
V_{REL2}	过放释放电压	Detect rising edge of supply voltage	V_{REL2}×0.975	V_{REL2}	V_{REL2}×1.025	V	D
tV$_{DET2}$	过放延时时间	V_{DD}=3.2V to 1.9V	14	20	26	ms	D
tV$_{REL2}$	过放释放延时时间	V_{DD}=1.9V to 3.1V	0.7	1.2	1.7	ms	E
V_{DET3}	放电过电流检测电压	Detect rising edge of 'V-' pin voltage	V_{DET3}-0.015	V_{DET3}	V_{DET3}+0.015	V	E
tV$_{DET3}$	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 0.4V	8	12	16	ms	E
tV$_{REL3}$	放电过电流检测延时时间	V_{DD}=3.0V, V-=3V to 0V	0.7	1.2	1.7	ms	E
Vshort	短路保护电压	V_{DD}=3.0V	0.50	0.75	0.95	V	E
Tshort	短路保护输出延时	V_{DD}=3.0V, V-=0V to 3V	230	300	500	μs	E
Rshort	短路保护接触电阻	V_{DD}=3.2V, V-=1.0V	25	50	75	kΩ	F
V_{DS}	延时短缩模式输入电压	V_{DD}=4.4V	-2.6	-2.0	-1.4	V	G
V_{OL1}	Cout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=4.5V		0.4	0.5	V	H
V_{OH1}	Cout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.2V	2.7	3.0		V	I
V_{OL2}	Dout 引脚对应 Nch 的导通电压	Iol=50μA, V_{DD}=1.9V		0.2	0.5	V	J
V_{OH2}	Dout 引脚对应 Pch 的导通电压	Ioh=-50μA, V_{DD}=3.2V	2.7	3.0		V	K
I_{DD}	消费电流	V_{DD}=3.2V, V- =0V		3.0	7.0	μA	L
I_S	待机电流	V_{DD}=2.0V		1.2	2.0	μA	L

*Note1: *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。

*Note2: 相关的测试电路请参见页码 17-20.

工作原理

- **VD1/过冲点检测**

给电池充电时，VD1 监测 V_{DD} 引脚的电压。当 V_{DD} 电压由低变高超过了过充电检测器阈值电压 V_{DET1} 时，VD1 检测到了过充电，C_{OUT} 引脚变低电平，外部控制充电的 N 沟道 MOSFET 被关断。

在 C 型号版本中, 检测到过充电后，为了重置 VD1，使 C_{OUT} 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 V_{DD} 电压低于过充电检测电压时，解除过充电保护。此时 C_{OUT} 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/J/K 型号版本中，检测到过充电之后，如果 V_{DD} 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 V_{DD} 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，V_{DD} 电平将下降。一旦 V_{DD} 电平比 V_{DET1} 低，C_{OUT} 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 V_{DD} 引脚电压大于等于 V_{DET1} 后，如果在过充电检测延时之内，V_{DD} 电压又回落到 V_{DET1} 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 V_{DD} 低于过充电检测电压后，如果在过充电解除延时之内，V_{DD} 电压又回复到 V_{DET1} 以上，过充电保护将不会被解除。

C_{OUT} 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 C_{OUT} 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，C_{OUT} 引脚的“高”电平电压被设定为 V_{DD} 电压值。

.

- **VD2 / 过放电检测电路**

电池放电时，VD2 监测 V_{DD} 引脚的电压。当 V_{DD} 电压由高变低小于过放电检测器阈值电压 V_{DET2} 时，VD2 检测到了过放电，D_{OUT} 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 D_{OUT} 引脚电平变回“高”，必须给电池连接充电器。当 V_{DD} 电压一直低于过放电检测电压 V_{DET2} 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 V_{DD} 电压高于 V_{DET2} 时，D_{OUT} 变回“高”，放电控制用 MOSFET 又变回导通态，放电回路导通。当 V_{DD} 电压高于 V_{DET2} 时，给电池接上充电器，能使得 D_{OUT} 电平立刻变回“高”。

在 D/J/K 型号版本中, 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 V_{DD} 电平大于等于过放电解除电压，D_{OUT} 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，C_{OUT} 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 V_{DD} 电压小于等于 V_{DET2} 后，如果在延时之内，V_{DD} 电压又回复到 V_{DET2} 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。

D_{OUT} 引脚是 CMOS 输出，其“高”电平值是 V_{DD}，“低”电平值是 V_{SS} 。.

- **VD3 /放电过电流检测电路，短路保护检测**

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 V_{DET3} 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 D_{OUT} 引脚变低电平，外部控制放电的 N 沟道 MOSFET 被关断。

A 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 V_{DET3} 之间的某个电压值快速回复到正常值，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 VSS 电平，从而使外部放电控制用 FET 自动回复到导通态。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。

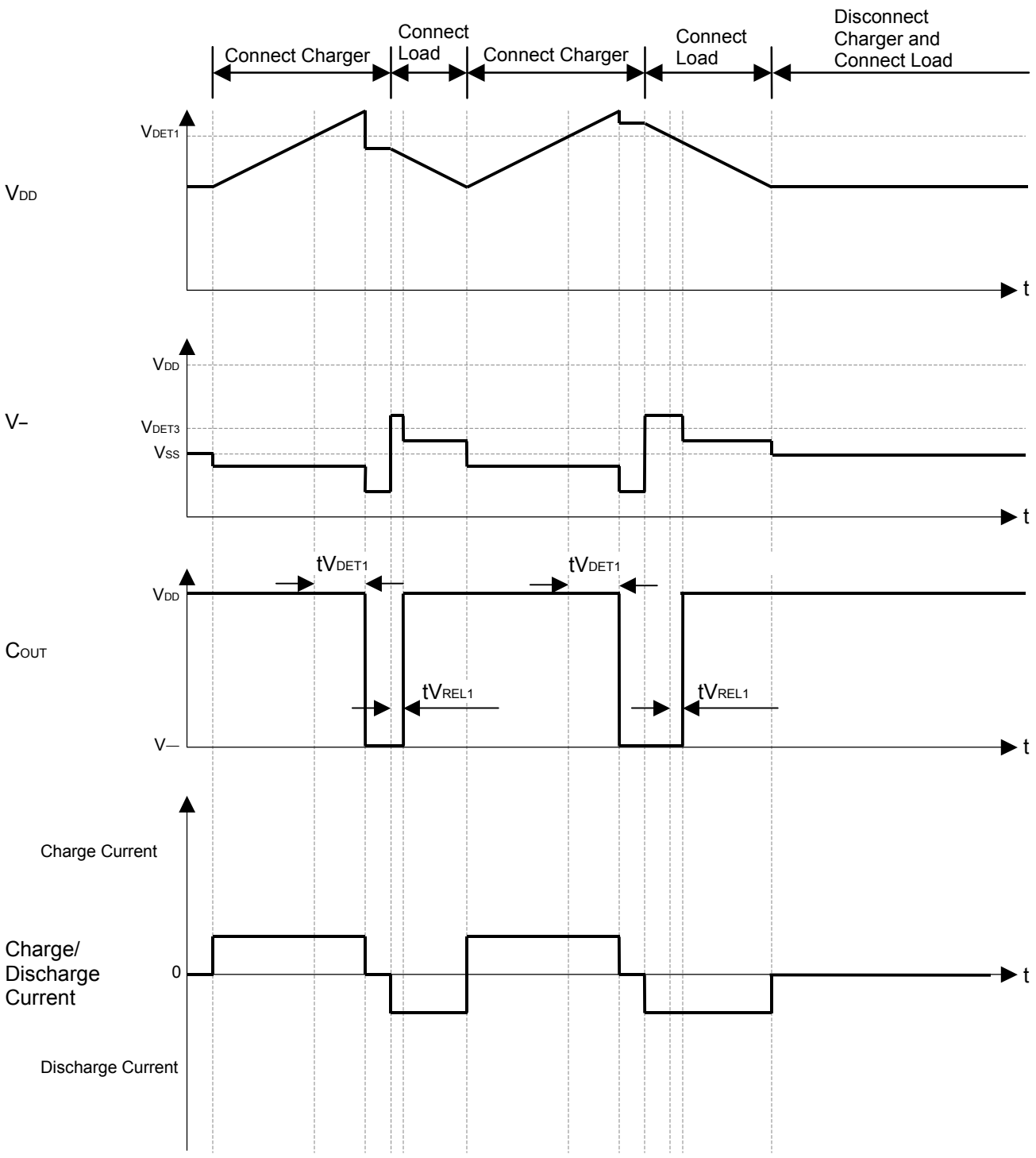
放电过电流检测延时被设定为小于过放电检测延时。因此，如果 VDD 电压低于 V_{DET2}，同时，放电过电流也被检测到了的话，R5478xxxxxx 系列会处于放电过电流检测模式。通过断开负载，VD3 将自动解除放电过电流保护。

- **延时短缩功能**

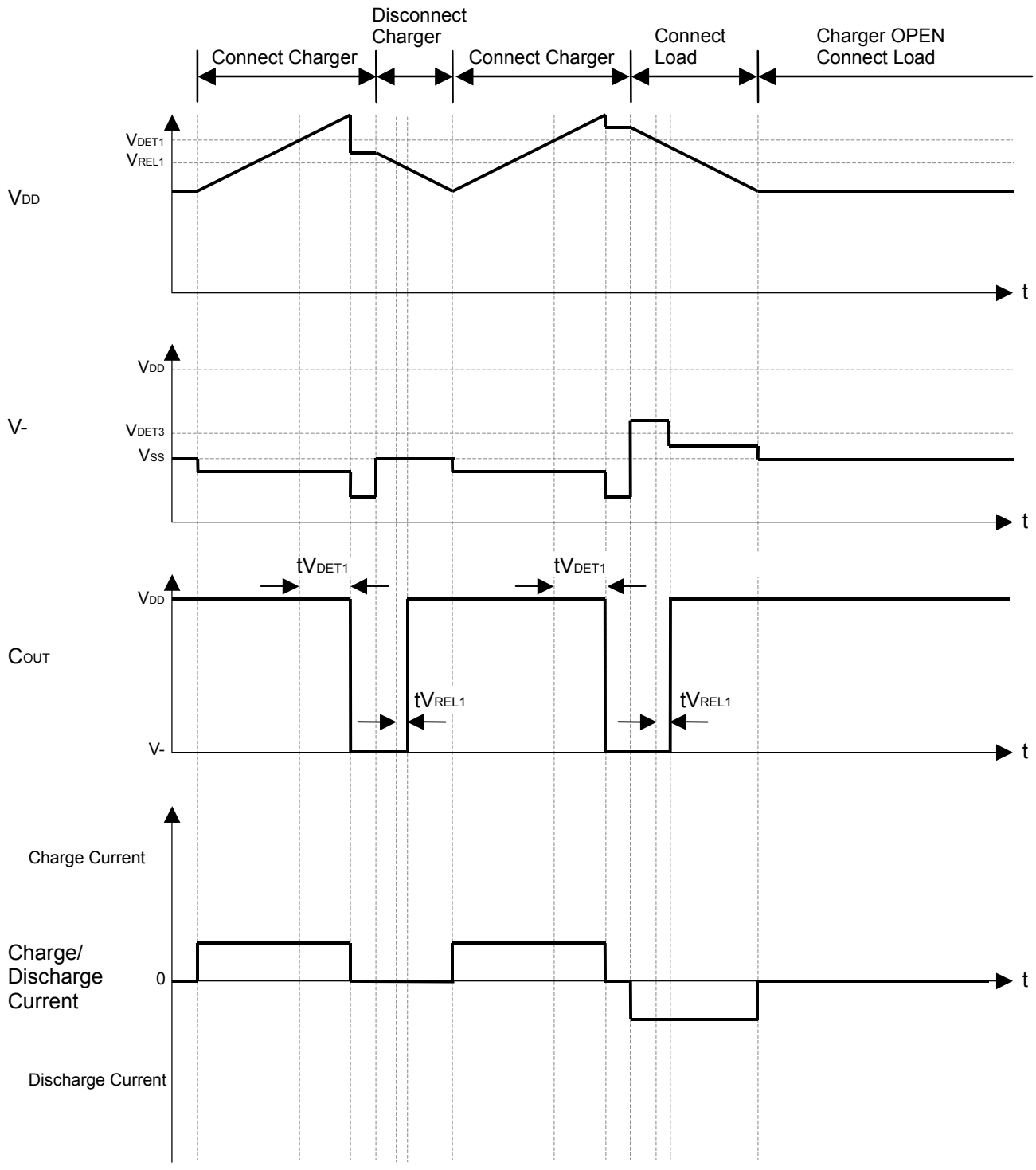
通过使 V-引脚的电压值小于或等于延时缩短模式的电压阈值，过充电检测延时，过放电检测延时，以及过放电解除延时的设定值可以被缩短。

时序图

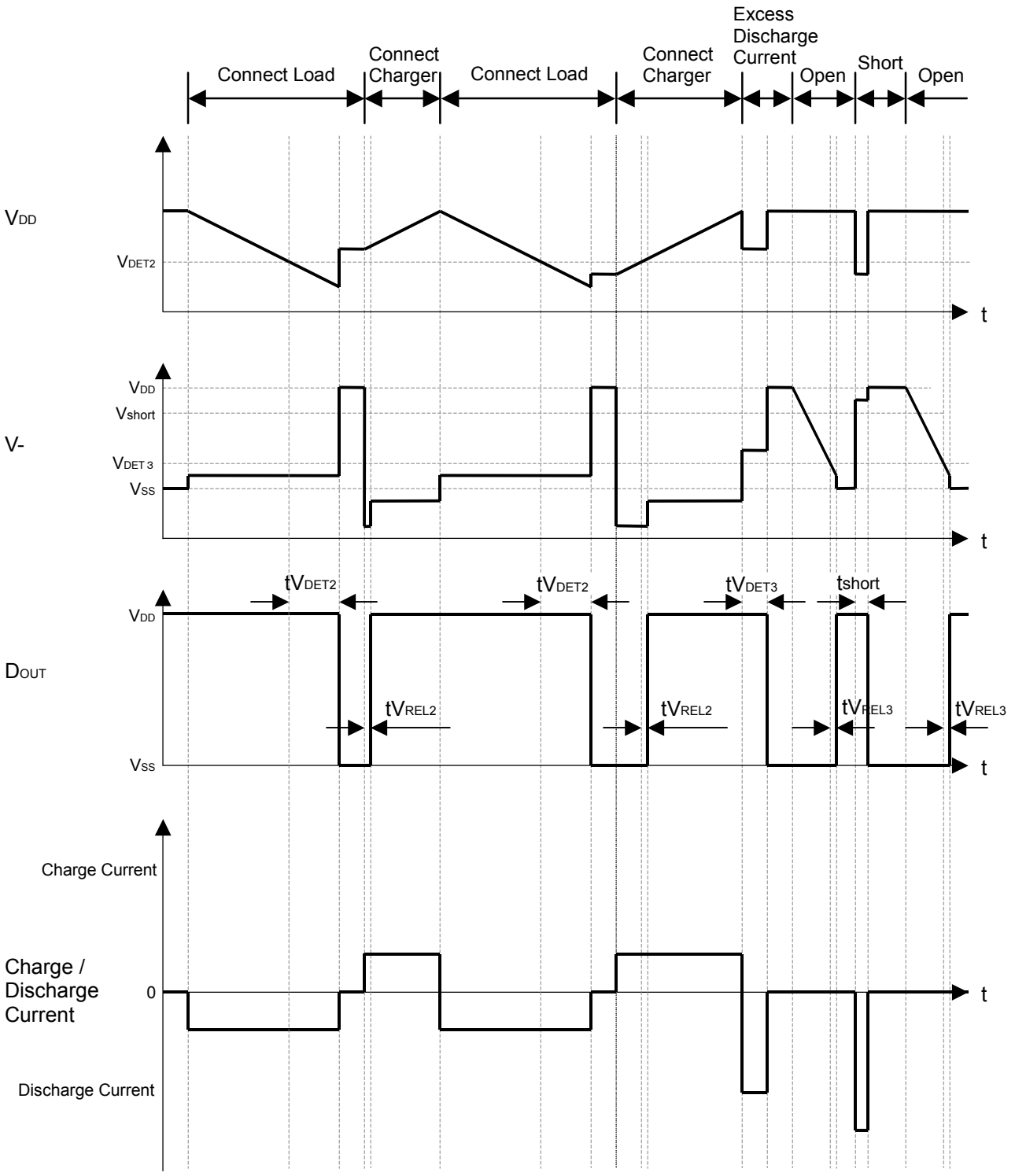
1. 过冲 (锁存型) 电压, 充电电流操作



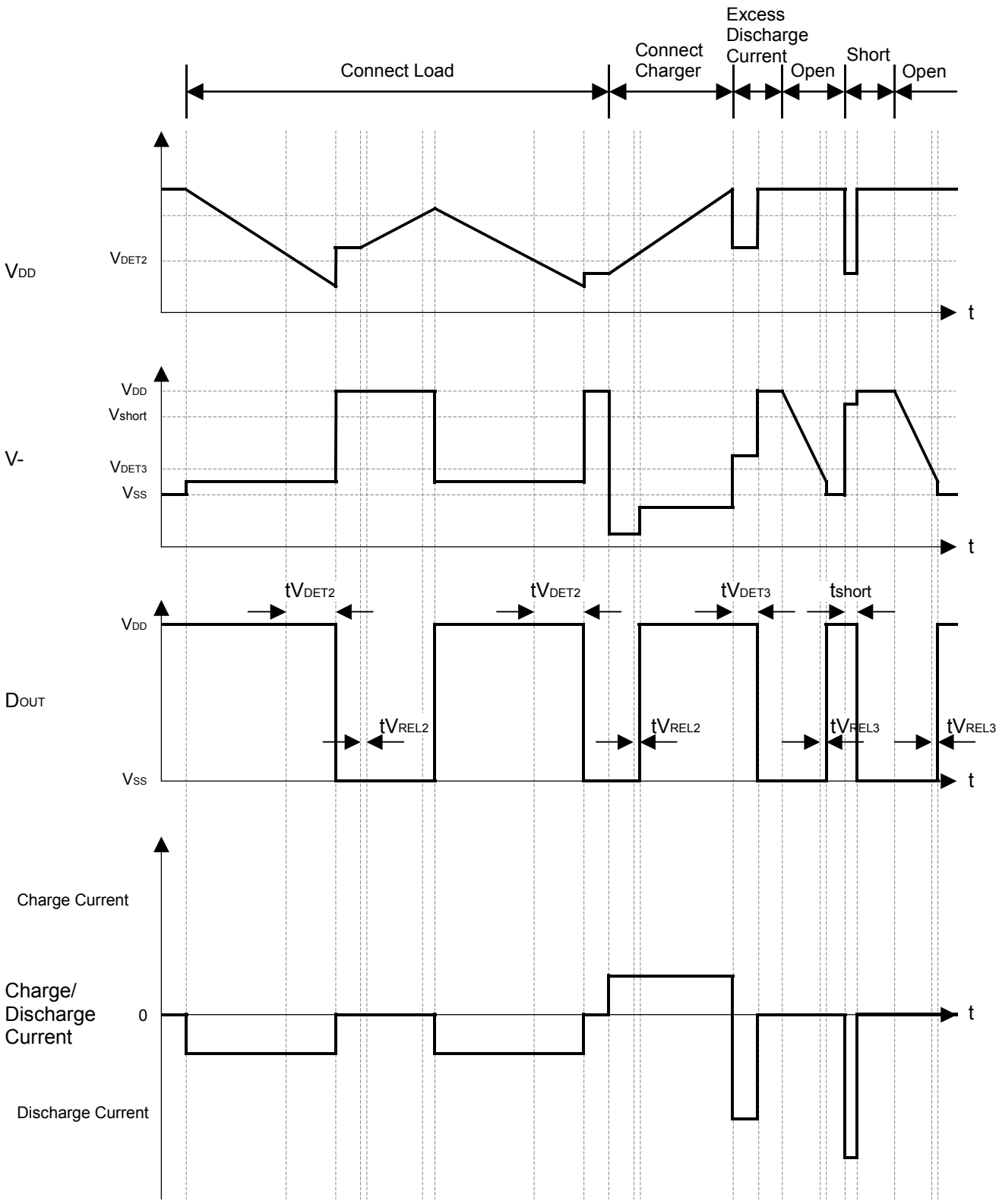
2. 过冲（电平释放型) 电压, 充电电流操作



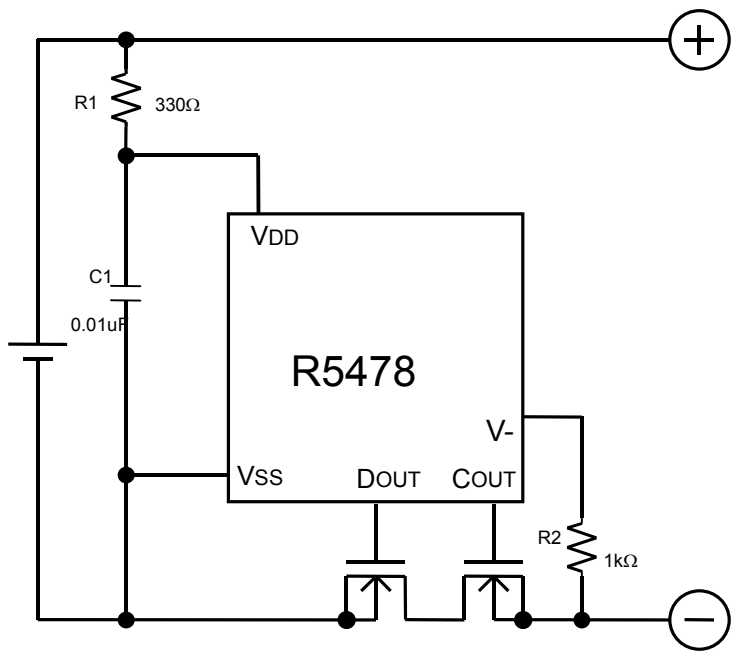
3. 过放 (锁存型), 放电电流操作, 短路操作



4. 过放(电压释放型), 放电电流操作，短路操作



典型应用



应用提示

R1和C1被用来稳定R5478xxxxxx的电源电压。推荐R1值要小于1kΩ。因为有导通电流经R1流入R5478xxxxxx，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0.001μF小于0.01μF。具体的电容值选定需要详尽的测试。

R1和R2还能起到限流作用，用于保护R5478xxxxxx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，R5478xxxxxx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。.

测试电路

1, 0V充电最小电压 (0V 可充电功能版本)(测试电路 A)

0V最小可充电电压 (Vst)定义为当电芯2电压V2从初始状态即V1 = 0V ,V2 = -0.3V 开始逐渐变低，直至Cout变为“高”（VDD-0.1V以上）时，VDD管脚同V- 管脚间的电压

2, 过充电阈值电压 (测试电路 B)

过充电阈值电压(VDET1) 定义为当电压V1从初始条件（VDD同Pack+间电阻R1=330ohm，V1=3.5V）开始逐渐增大，直至Cout从“高”变“低”时VDD管脚同VSS管脚间的电压值。

3, 过冲恢复电压 (测试电路 B) *EC版本除外

过冲恢复电压 (VREL1)定义为当电压V1从初始条件（VDD同Pack+间电阻R1=330ohm，V1=3.5V）开始逐渐减小，直至Cout从“低”变“高”时VDD管脚同VSS管脚间的电压值。

4, 过冲延时 (测试电路 B)

过冲延时(tVDET1)是指在V2=0V时，电压V1在10us以内突然间从(VDET1) -0.2V 调至(VDET1) + 0.2V，Cout输出从“高”变为“低”的时间。

5, 过冲释放延时时间 (测试电路 B) *EC 版本除外

过冲释放延时时间(tVREL1)是指在V2=0V时，电压V1在10us以内突然间从(VDET1) + 0.2V 调至(VDET1) - 0.2V，Cout输出从“低”变为“高”的时间。.

6, 过冲释放延时时间(测试电路 C) *EC版本用

过冲释放延时时间(tVREL1)是指，电压V1在10us以内突然间从(VDET1) + 0.2V 调至(VDET1) - 0.2V，电压V2在10us以内突然间从0V 调至放电过电流(VDET3) + 0.1V，Cout输出从“低”变为“高”的时间。

7, 过放电阈值电压 (测试电路 D)

过放电阈值电压(VDET2) 定义为当V1从初始状态V1 = 3.5V , V2 = 0V逐渐下降直至Dout管脚从“高”变为“低”时，VDD同VSS间的电压。

8, 过放恢复电压 (测试电路 E) *EC版本除外

过放恢复电压 (VREL2) 定义为当电压V1从初始条件V2=V1逐渐增大，直至Dout管脚从“低”变为“高”,此时VDD管脚和VSS管脚之间的电压 值。

9, 过放延时时间 (测试电路 D)

过放延时时间 (tVDET2)是指在初始条件V2=0V，电压V1在10us内从过放电压(VDET2) + 0.2V突然变为(VDET2) - 0.2V时，Dout管脚从“高”变为“低”的时间。

10, 过放恢复延时 (测试电路 E) *EC版本除外

过放恢复延时时间 (tVREL2)是指在初始条件V2=V1，电压V1在10us内从过放电压(VDET2) - 0.2V突然变为(VDET2) + 0.2V时，Dout管脚从“低”变为“高”的时间。

11, 过放恢复延时 (测试电路 D) *EC版本

过放恢复延时时间 (tVREL2)是指在V2 = 0V的初始条件下，电压V1在10us内从过放电压(VDET2) - 0.2V突变到(VREL2) + 0.2V，Dout管脚从“低”变为“高”的时间。

12, 放电过电流阈值电压(测试电路 E)

放电过电流 (VDET3) 定义为在V1 = 3.0V , V2 = 0V的初始条件下，电压V2逐渐增大，使得Dout管脚由“高”变“低”时V-管脚同VSS管脚间的电压值。

13, 放电过电流延时, 放电过电流恢复延时 (测试电路 E)

放电过电流延时时间是指在V1=3.0V的前提条件下，电压V2在10us内突然间从0V增加到0.4V时，Dout管脚从“高”变为“低”的时间。
放电过电流恢复时间是指在V1=3.0V的初始条件下，电压V2在10us内突然间3.0V变为0V时，Dout管脚从“低”变“高”的时间。

14, 短路保护电压 (测试电路 E)

短路保护电压 (Vshort) 定义为在V1 = 3.0V , V2 = 0V的初始条件下，电压V2在10us内快速增大，使得Dout管脚在短路保护延时范围内从“高”变为“低”时V-管脚同VSS管脚之间的电压值。

15, 短路保护延时时间 (测试电路 E)

短路延时时间 (tshort) 是指在V1=3.0V的前提条件下，电压V2在10us内突然间从0V变为3.0V时，Dout管脚从“高”变“低”的时间。

16, 过流保护重置电阻 (测试电路 F)

过流保护重置电阻(Rshort) 是指在V1 =3.6V, V2 = 1.0V 时，V-管脚同VSS管脚之间的电阻值。

17, 进入延时短缩模式电压 (测试电路 G)

延时短缩电压 (VDS) 是指当电压V2从0V开始逐渐减小使得tVDET1变成原来的1/57时，V-管脚同VSS管脚之间的电压值。

18, Cout管脚的Nch ON电压(测试电路 H)

Cout管脚的Nch ON电压(VoL1)是指在V1 = 4.5V, V2 = 0V, I3 = 50uA时Cout管脚处的电压值。

19, Cout管脚的Pch ON电压(测试电路 I)

Cout管脚的Pch ON电压(VoH1)是指对于EC，CD版本，在V1 = 3.9V；对于CK版本，在V1 = 3.8V；在CJ版本，在V1=3.5V，V2 = 0V, I3 = -50uA时Cout管脚处的电压。

20, Dout管脚的Pch ON电压(测试电路 J)

Dout管脚的Pch ON电压(VoH1)是指对于EC，CD版本，在V1 = 3.9V；对于CK版本，在V1 = 3.8V；在CJ版本，在V1=3.5V，V2 = 0V, I3 = -50uA时Cout管脚处的电压。

21, Dout管脚的Nch ON电压(测试电路 K)

Dout管脚的Nch ON电压(VoL1)是指在V1 = 2.0V, V2 = 0V, I3 = 50uA时Cout管脚处的电压值。

22, 消费电流 (测试电路 L)

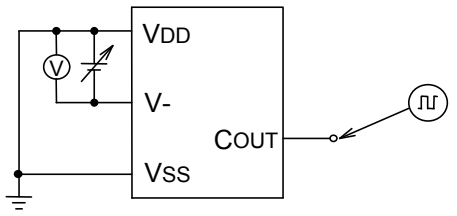
消费电流 (IDD)是指对于EC，CD版本，在V1=3.9V；对于CK版本，在V1=3.8V； 在CJ版本，V1=3.5V，V2=0V时，流经VDD管脚的电流值。

23, 待机电流 (测试电路 L)

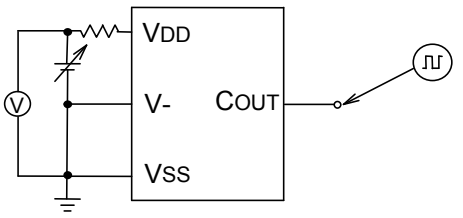
待机电流 (Istandby) 是指在V1=V2=2.0V（过放状态中）的时候流经VDD管脚的电流值。

V1：VDD同VSS管脚之间的电压值.
V2：V-同VSS管脚之间的电压值.
I3：流经Dout管脚的电流.
I4：流经Cout管脚的电流.

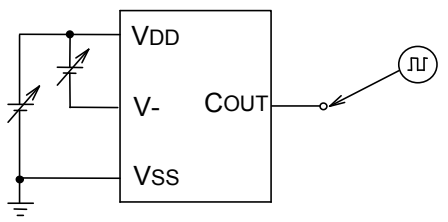
A



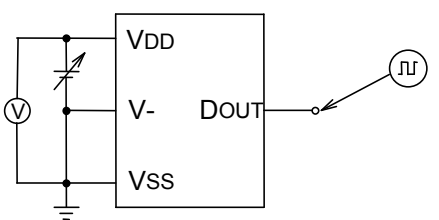
B



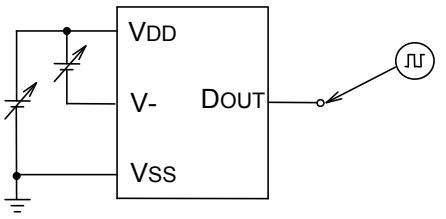
C



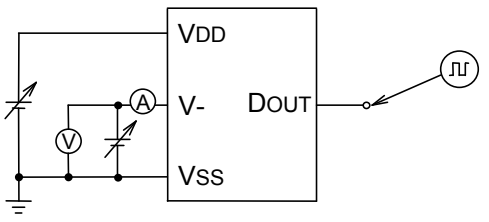
D



E

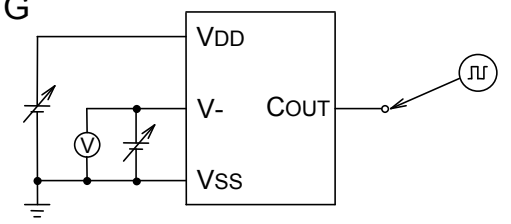


F

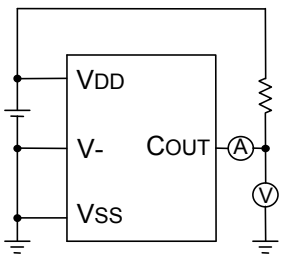


OSCILLOSCOPE

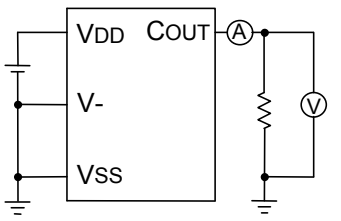
G



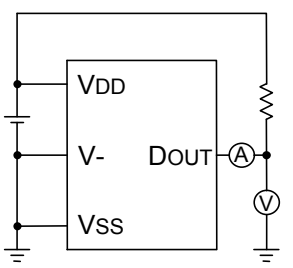
H



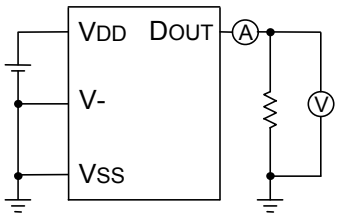
I



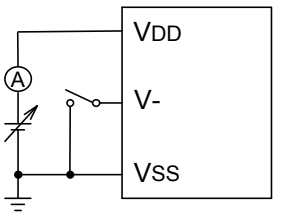
J



K



L



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)

测定电路 B:　典型特性 2)

测定电路 C:　典型特性 3) 4)

测定电路 D:　典型特性 5) 6) 7)

测定电路 E:　典型特性 8) 9) 10) 11) 12)

测定电路 F:　典型特性 13)

测定电路 G:　典型特性 14)

测定电路 H:　典型特性 15)

测定电路 I:　典型特性 16)

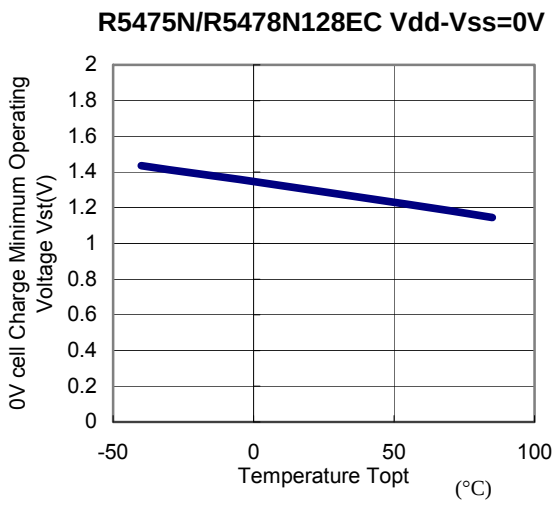
测定电路 J:　典型特性 17)

测定电路 K:　典型特性 18)

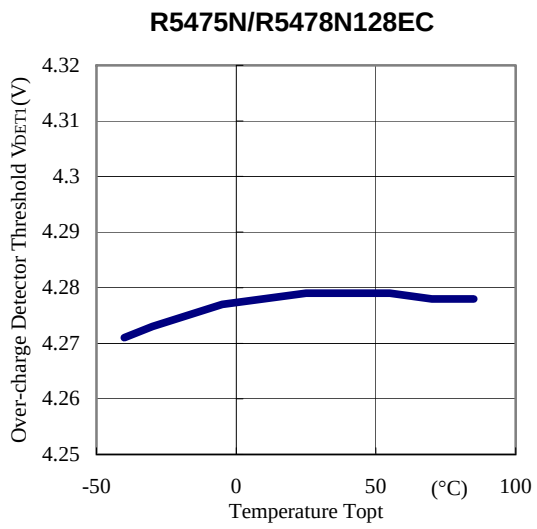
测定电路 L:　典型特性 19) 20)

典型特征值

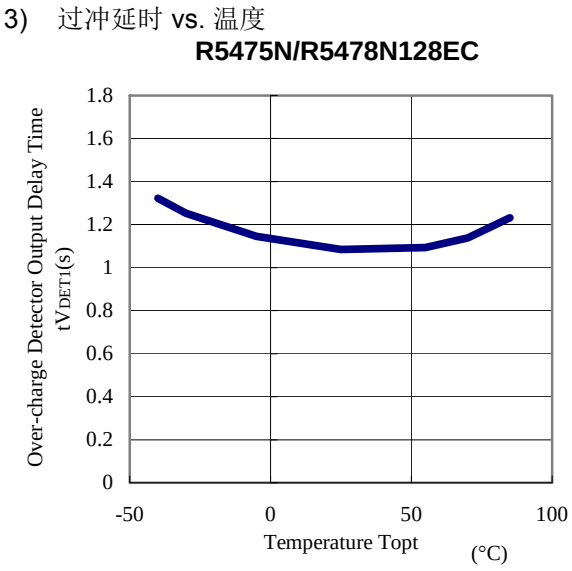
1) 0V 可充电最小电压 vs. 温度



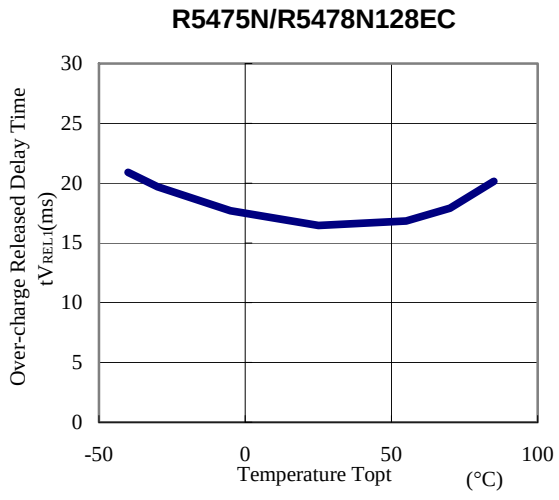
2) 过冲阈值 vs. 温度



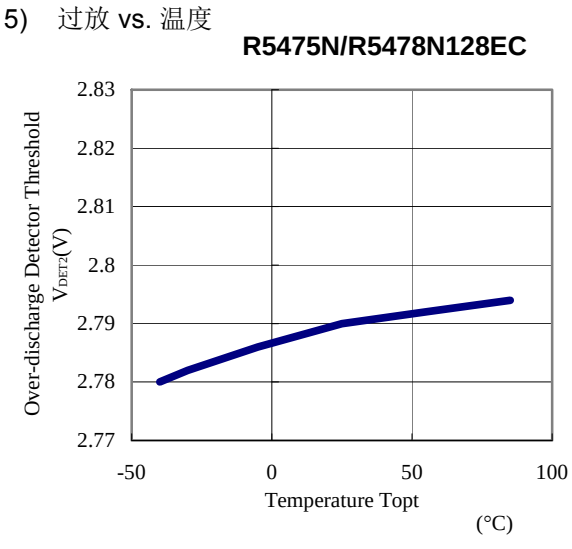
3) 过冲延时 vs. 温度



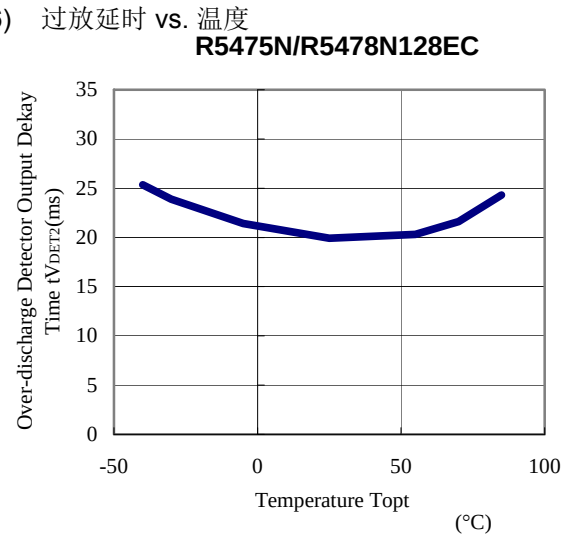
4) 过冲释放延时 vs. 温度



5) 过放 vs. 温度

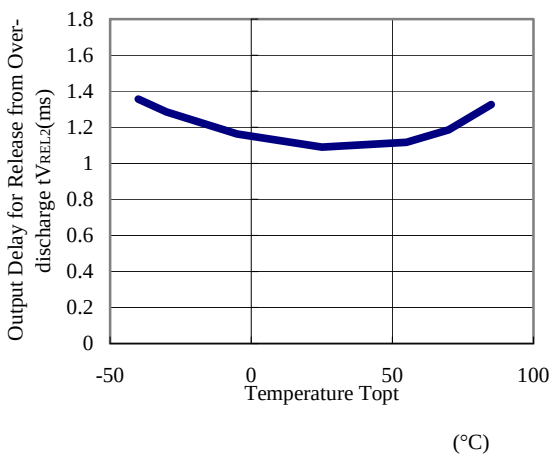


6) 过放延时 vs. 温度



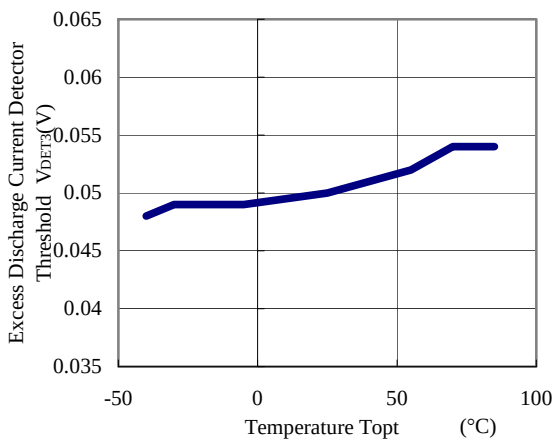
7) 过放释放延时 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



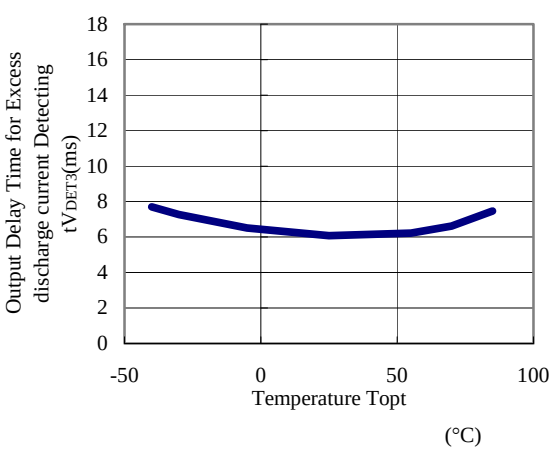
8) 放电过电流阈值 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



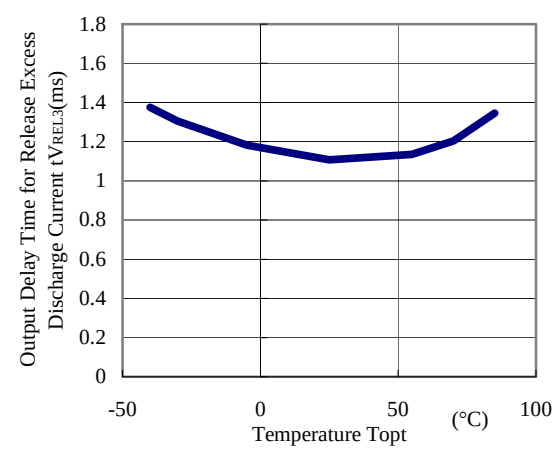
9) 放电过电流延时 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



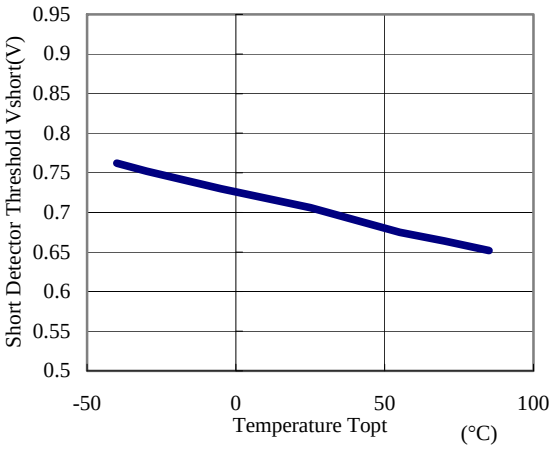
10) 放电过电流释放延时 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



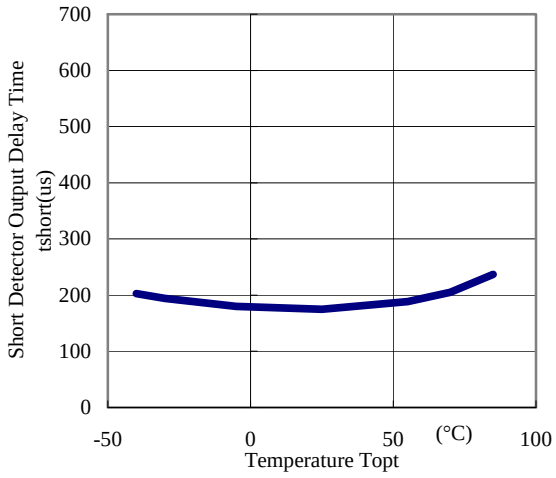
11) 短路保护阈值 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



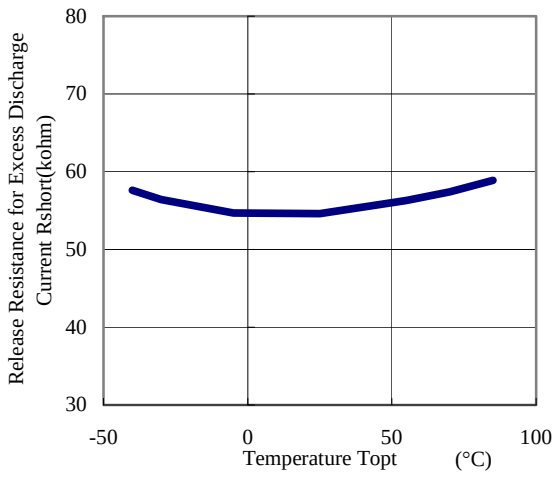
12) 短路保护延时 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



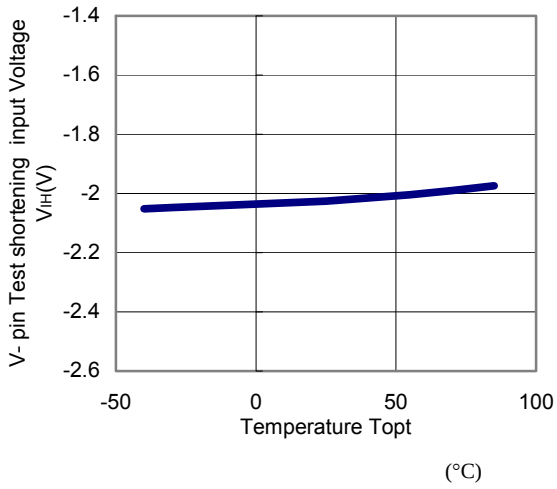
13) 放电过电流重置电阻 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



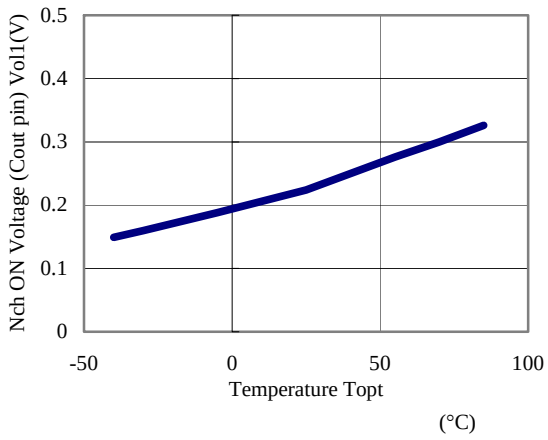
14) V- 管脚延时短缩电压 vs. 温度

R5475N/R5478N128EC



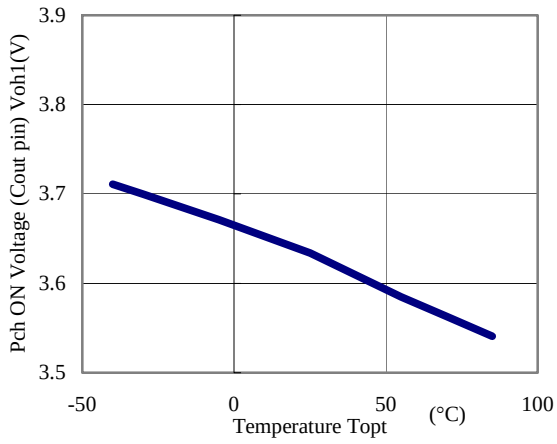
15) Nch On 电压 (COUT 管脚) vs. 温度
IOL=50uA,Vdd=4.5V

R5475N/R5478N128EC



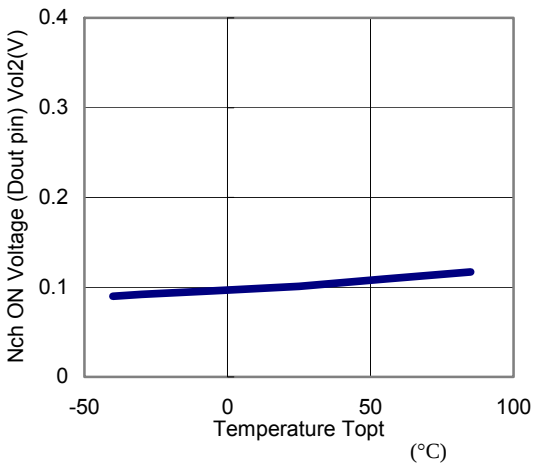
16) Pch On 电压 (COUT 管脚) vs. 温度
Ioh=-50uA, Vdd=3.9V

R5475N/R5478N128EC



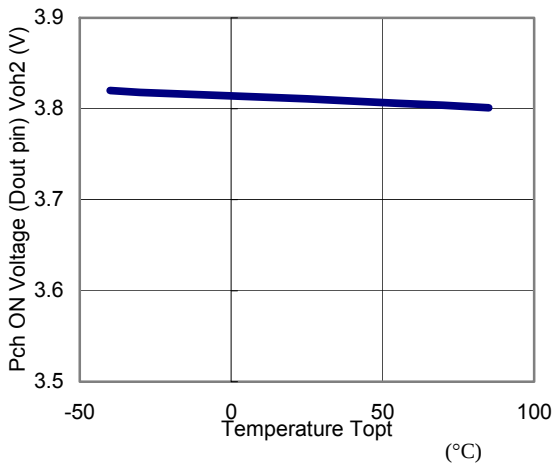
17) Nch On 电压 (DOUT 管脚) vs. 温度
Iol=50uA, VDD=2V

R5475N/R5478N128EC



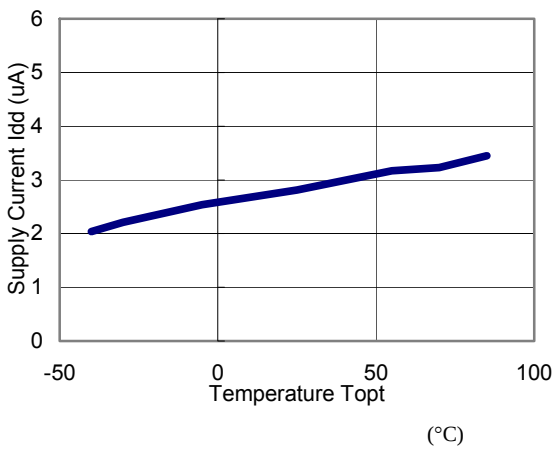
18) Pch ON 电压 of DOUT vs. 温度
Ioh=-50uA, Vdd=3.9V

R5475N/R5478N128EC



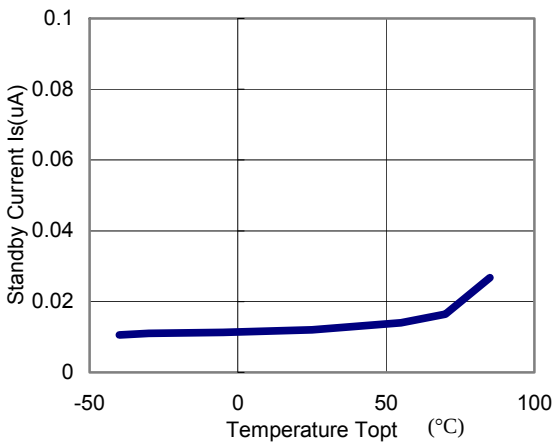
19) 消费电流 vs. 温度
Vdd=3.9V, V-=0V

R5475N/R5478N128EC



20) 待机电流 vs. 温度
Vdd=3.9V, V-=0V

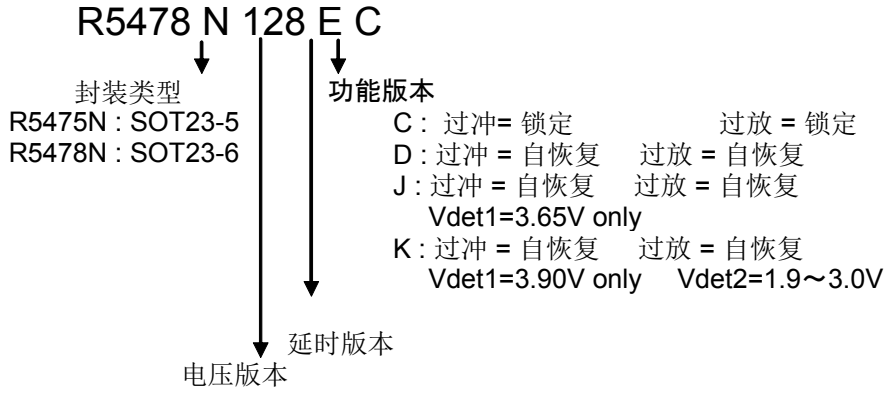
R5475N/R5478N128EC



R5475N/R5478N Series

Code	Vdet1 (V)	Vrel1 (V)	Vdet2 (V)	Vrel2 (V)	Vdet3 (V)	tVdet1 (s)	tVdet2 (ms)	tVdet3 (ms)	tShort (μ s)	0V Charge	Package
R5478N128EC	4.280	-	2.800	-	0.050	1	20	6	200	OK	SOT-23-6
R5478N176EC	4.280	-	2.300	-	0.130	1	20	6	200	OK	SOT-23-6
R5478N101CD	4.250	4.050	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N102CD	4.350	4.150	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N106CD	4.275	4.075	2.300	3.000	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N110CD	4.280	4.080	2.300	3.000	0.125	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N120CD	4.325	4.125	2.300	3.000	0.150	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N149CD	4.280	4.080	2.900	3.100	0.125	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N163CD	4.280	4.100	3.000	3.200	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N173CD	4.200	4.100	2.800	2.900	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N187CD	4.250	4.050	3.000	3.200	0.150	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N204CD	4.200	3.900	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N205CD	4.200	3.900	3.000	3.200	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N215CD	4.200	4.100	2.500	3.000	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N216CD	4.170	4.170	2.500	3.000	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N217CD	4.325	4.125	2.300	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N218CD	4.250	4.050	2.800	3.000	0.150	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N184CJ	3.650	3.650	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N185CJ	3.650	3.450	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N242CD	4.180	4.080	2.500	3.000	0.200	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N248CD	4.280	4.080	2.300	2.800	0.150	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5478N203CK	3.900	3.800	2.000	2.500	0.100	1	20	12	300	OK	SOT-23-6
R5475N110CD	4.280	4.080	2.300	3.000	0.125	1	20	12	300	OK	SOT-23-5

(as of 2012/07/04)



Code	Return from Over-Charge	Return from Over-Discharge	tVdet1 (s)	tVdet2 (ms)	tVdet3 (ms)	tShort (μ s)
R5478N xxx EC	Latch	Latch	1	20	6	200
R5475N xxx CD	Auto-Release	Auto-Release	1	20	12	300
R5478N xxx CD	Auto-Release	Auto-Release	1	20	12	300
R5478N xxx CJ	Auto-Release	Auto-Release	1	20	12	300