



Is Now Part of



ON Semiconductor®

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com

Please note: As part of the Fairchild Semiconductor integration, some of the Fairchild orderable part numbers will need to change in order to meet ON Semiconductor's system requirements. Since the ON Semiconductor product management systems do not have the ability to manage part nomenclature that utilizes an underscore (_), the underscore (_) in the Fairchild part numbers will be changed to a dash (-). This document may contain device numbers with an underscore (_). Please check the ON Semiconductor website to verify the updated device numbers. The most current and up-to-date ordering information can be found at www.onsemi.com. Please email any questions regarding the system integration to Fairchild_questions@onsemi.com.

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

FAN5421 — 单体锂离子电池开关充电器

特性

- 用于单体锂离子和锂聚合物电池组的全集成高效充电器
- 比线性充电器的充电速度更快
- 充电电压精度：±25° C 时为 0.5%
±0 到 125° C 时为 1%
- ±5%充电电流调节精度
- 输入电压的最大绝对值为 20 V
- 输入工作电压最大值为 6.8 V
- 最大充电速率为 1.5 A
- 可通过具有快速模式及兼容性的高速 I²C 接口 (3.4 Mb/s) 进行充电和模式编程
 - 快速充电/终端电流
 - 充电器电压
 - 安全计时器
 - 终端使能
- 具有较宽占空比范围的 3 MHz 同步降压 PWM 控制器
- 小尺寸 1 μH 外部电感
- 带复位控制功能的安全定时器
- 防止电池漏电至 VIN 的反向小漏电流

应用

- 手机、智能手机、PDA
- 数码相机
- 便携式媒体播放器

说明

FAN5421

是一款高度集成的开关式充电器，可最大限度地减小单体锂离子电池的充电时间。

通过操作速度高达 3.4 Mbps 的 I²C 接口，可对充电参数和工作模式进行编程。充电器电路在 3 MHz 时切换可最大限度地减小外部无源元件的大小。

FAN5421 提供电池三阶段的充电：调节、恒定电流及恒定电压。

充电是否终止可由编程最小电流决定。带复位控制功能的安全定时器提供 I²C 主机的安全备份。

IC 通过减小充电电流自动适应限流电源，

使输入电源保持在可编程电压（默认为 4.52 V）之上。

电池电量低于内部阈值时，IC 自动重新开始充电周期。如果移除了输入源，IC 会进入高阻抗模式，可防止输入端电池的漏电。充电状态报告通过 I²C 端口发回给主机。芯片温度达到 120° C 时充电电流会减小。

FAN5421 采用 1.96 x 1.87 mm 20 焊点、0.4 mm 间距的晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP）。

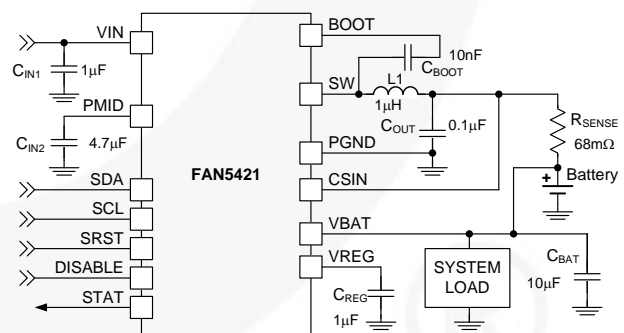


图 1。典型应用

表1。订购信息

部件编号	温度范围	封装	PN位: IC_INFO[4:3]	包装
FAN5421BUCX ⁽¹⁾	-40 to 85° C	WLCSP-20、0.4 mm 间距	00	卷带

注意:

1. 包括背面层压

框图

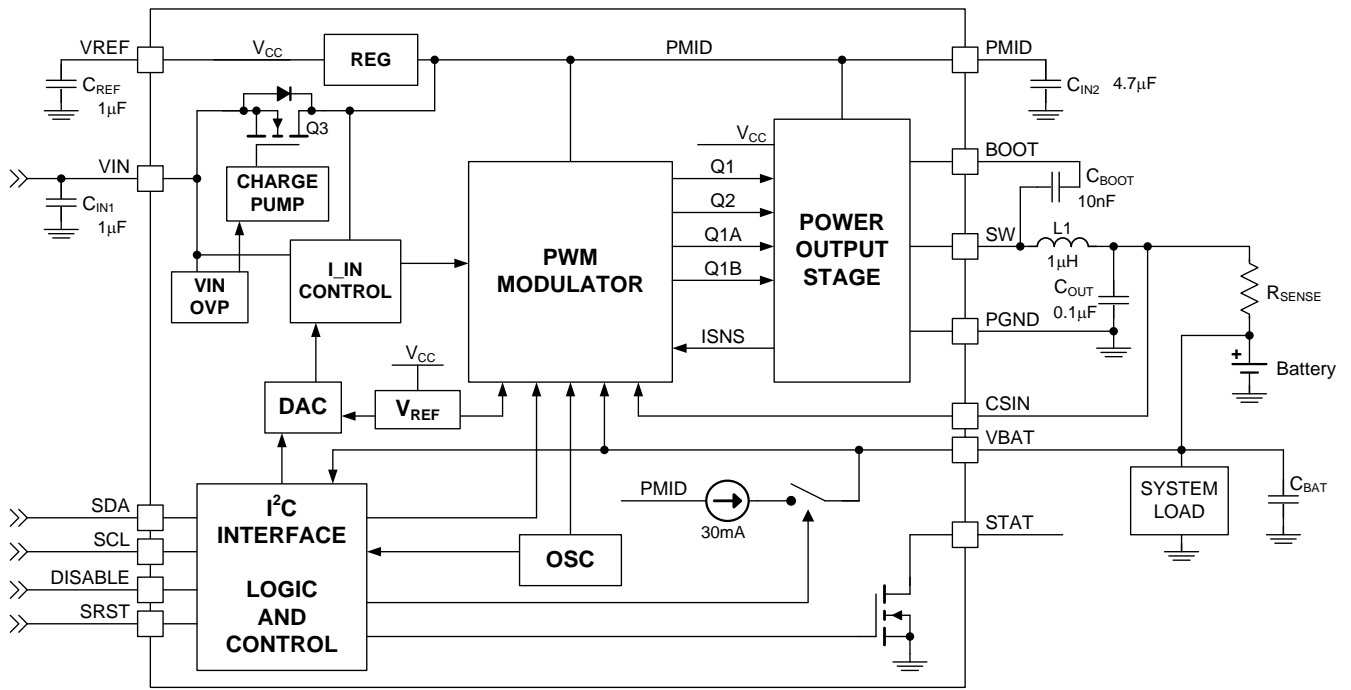


图 2 IC和系统原理框图

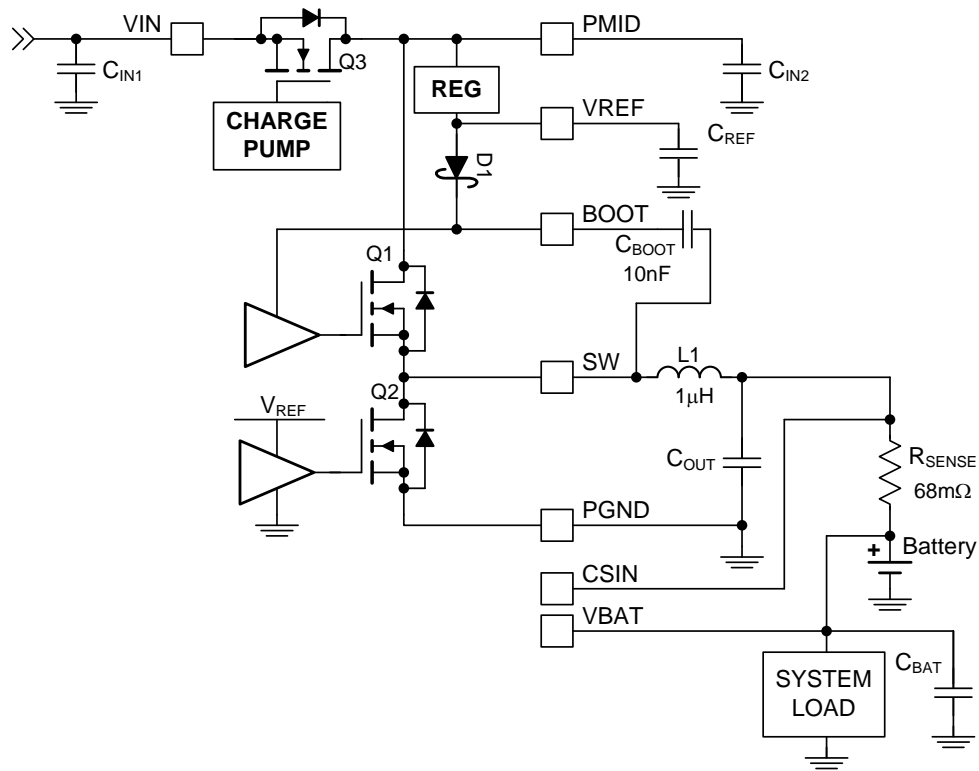


图 3. 电源输出

表2。 建议使用的外部元件

组件	说明	厂商	参数	典型值	单位
L1	1 μ H \pm 20%, 1.6 A DCR = 55 m Ω , 2520	Murata: LQM2HPN1R0	L	1.0	μ H
	1 μ H \pm 30%, 1.4 A DCR = 85 m Ω , 2016	Murata: LQM2MPN1R0			
C _{IN1}	1.0 μ F, 10%, 25 V, X5R, 0603	Murata GRM188R61E105K TDK: C1608X5R1E105M	C	1.0	μ F
C _{IN2}	4.7 μ F, 10%, 25 V, X5R, 0805	Murata: GRM21BR61E475K TDK: C2012X5R1E475K	C	4.7	μ F
C _{BAT}	10 μ F, 20%, 6.3 V, X5R, 0603	Murata: GRM188R60J106M TDK: C1608X5R0J106M	C	10.0	μ F
C _{OUT}	0.1 μ F, 10%, 6.3 V, X5R, 0402	任意	C	0.1	μ F
C _{BOOT}	10 nF, 10%, 6.3 V, X5R, 0402	任意	C	1.0	nF
C _{REF}	1 μ F, 10%, 6.3 V, X5R, 0402	任意	C	1.0	μ F

引脚布局

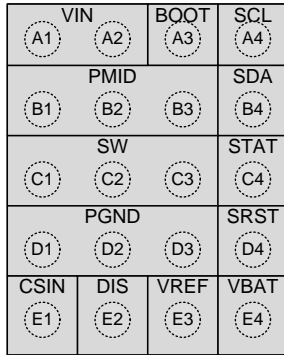


图 4. 俯视图

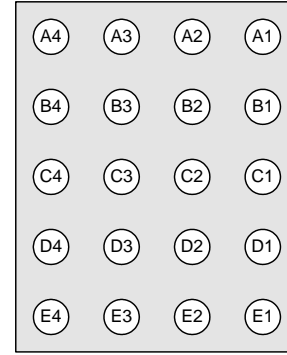


图 5. 底视图

引脚说明

引脚号	名称	说明
A1, A2	VIN	充电器输入电压。 通过一个 1 μF 电容旁路至 PGND。
A3	BOOT	BOOT。 高侧 NMOS 驱动器电源。 将一个 10 nF 电容从 SW 连接至该引脚。
A4	SCL	SCL。 I ² C接口串行时钟。 该引脚切勿悬浮。
B1-B3	PMID	电源输入电压。 充电器稳压器的电源输入，高压输入开关的旁路点。 采用一个最小值为 4.7 μF 的电容旁路至 PGND。
B4	SDA	SDA。 I ² C接口串行数据。 该引脚切勿悬浮。
C1-C3	SW	开关节点。 连接至输出电感。
C4	STAT	状态。 开路漏极输出显示充电状态。 当充电进行时，IC将该引脚拉至低电平。
D1-D3	PGND	电源 GND。 栅极驱动和功率二极管的功率返回。 从该引脚至 C _{IN2} 底部的连接应尽可能短。
D4	SRST	安全复位。 当为低电平时，该引脚将安全寄存器复位为默认值。 当为高电平时，安全寄存器在 V _{BAT} 降至低于 V _{SHORT} 时复位。
E1	CSIN	电流检测输入。 与电池串联，连接至感测电阻。 IC采用该节点来感测流入电池的电流。 采用一个 0.1 μF 的电容将该引脚旁路至 PGND。
E2	DIS	充电禁用。 如果该引脚为高电平，充电被禁用。 当为低电平时，充电由 I ² C 寄存器控制。 当该引脚为高电平时，15 分钟计时器复位，但不影响 32 秒计时器。
E3	VREF	偏压调节器输出。 通过一个 1 μF 电容连接至 PGND。 在充电过程中，该引脚为 IC 提供内部栅极驱动和电源。 该引脚最高可提供 1 mA 的电流，用于驱动外部电路。
E4	Vbat	电池电压。 连接至电池包的正 (+) 极。 通过最小为 10 μF 的电容旁路至 PGND。

绝对最大额定值

应力超过绝对最大额定值，可能会损坏设备。

在超出推荐的工作条件的情况下，该器件可能无法正常运行或操作，且不建议让器件在这些条件下长期工作。

此外，过度暴露在高于推荐的工作条件下，会影响器件的可靠性。绝对最大额定值仅是额定应力值。

符号	参数		最小值	最大值	单位
V_{IN}	VIN 电压	连续	- 1.4	20.0	V
		脉冲，最大非重复值 100 ms	- 2.0	20.0	V
V_{STAT}	STAT电压		- 0.3	20.0	V
V_I	PMID		- 0.3	20.0	V
	CSIN, VBAT, DISABLE		- 0.3	7.0	
V_O	其它引脚		- 0.3	6.5 ⁽²⁾	V
$\frac{dV_{IN}}{dt}$	使能 IC 后， V_{IN} 最大额定值升至 10 V 以上。			4	V/ μ s
ESD	静电放电防护等级	人体模型满足 JESD22-A114	2.5		kV
		充电器件模型 JESD22-C101	1.0		
T_J	结温		- 40	+150	$^{\circ}$ C
T_{STG}	存储温度		- 65	+150	$^{\circ}$ C
T_L	引脚焊接温度，10秒			+260	$^{\circ}$ C

注意：

2. 选取 6.5 V 与 $V_{IN} + 0.3$ V 中的较小值。

推荐工作条件

推荐的操作条件表定义了器件的真实工作条件。指定推荐的工作条件，以确保设备的最佳性能达到数据表中的规格。

飞兆半导体建议不要超过推荐工作条件，也不能按照绝对最大额定值进行设计。

符号	参数	最小值	最大值	单位
V_{IN}	电源电压	4.0	6.8	V
T_A	环境温度	- 30	+85	$^{\circ}$ C
T_J	结温	- 30	+120	$^{\circ}$ C

热性能

结-环境之间热阻与具体应用和电路板布局有关。该数据由2s2p四层板测得，符合JESD51-JEDEC标准。

特别注意的是，不要超过给定环境温度 T_A 时的结温 $T_{J(max)}$ 。

符号	参数	典型值	单位
θ_{JA}	结-环境之间热阻	60	$^{\circ}$ C/W
θ_{JB}	结-PCB之间热阻	20	$^{\circ}$ C/W

电气规格

若无其他说明：图 1 电路中， T_J 和 T_A 的推荐工作温度范围、 $V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 、 $CE\# = HZ_MODE = 0$ （充电器工作模式）。 SCL 、 SDA 和 $SRST = 0$ 或 1.8 V ； $T_J = 25^\circ\text{ C}$ 时为典型值。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
I_{VIN}	VIN 电流	$V_{IN} > V_{IN(\text{最小值})}$ 、PWM 开关		40		mA
		$V_{IN} > V_{IN(\text{最小值})}$ ，PWM 不开关		300		μA
		$0^\circ\text{ C} < T_J < 85^\circ\text{ C}$ ， $HZ_MODE = 1$ ， $V_{BAT} > V_{LOW}$		300		μA
I_{LKG}	VBAT 至 VIN 漏电流	$0^\circ\text{ C} < T_J < 85^\circ\text{ C}$ ， $HZ_MODE = 1$ ， $V_{BAT} = 4.2\text{ V}$			5	μA
I_{BAT}	高阻抗模式下的电池放电电流	$0^\circ\text{ C} < T_J < 85^\circ\text{ C}$ ， $HZ_MODE = 1$ ， $V_{BAT} = 4.2\text{ V}$			20	μA
		$DISABLE = 1$ 、 $0^\circ\text{ C} < T_J < 85^\circ\text{ C}$ ， $V_{BAT} = 4.2\text{ V}$			10	μA
充电器电压调节						
V_{OREG}	充电电压范围		3.5		4.4	V
	充电电压精度	$T_A = 25^\circ\text{ C}$ 、 $<95\%$ 占空比	-0.5		+0.5	%
		$T_J = 0$ 至 125° C 、 $<95\%$ 占空比	-1		+1	
充电电流调节						
I_{OCHRG}	输出充电电流范围	$V_{LOW} < V_{BAT} < V_{OREG}$ 、 $V_{IN} > V_{SLP}$ 、 $R_{SENSE} = 68\text{ m}\Omega$ 、 95% 占空比	550		1550	mA
	通过 R_{SENSE} 的充电电流精度	$20\text{ mV} \leq V_{RSENSE} \leq 40\text{ mV}$	92	97	102	设置百分比 (%)
		$V_{RSENSE} > 40\text{ mV}$	94	97	100	
弱电池检测						
V_{LOW}	弱电池阈值范围		3.4		3.7	V
	弱电池阈值精度	V_{BAT} 下降	-5		+5	%
	弱电池抗尖峰脉冲时间	上升电压， 2 mV 过激			30	ms
逻辑电平：DISABLE、SDA、SCL、SRST						
V_{IH}	输入电压高电平		1.05			V
V_{IL}	输入电压低电平				0.4	V
I_{IN}	输入偏置电流	输入连接到 GND 或 V_{IN}		0.01	1.00	μA
充电终止检测						
$I_{(TERM)}$	终止电流范围	$V_{BAT} > V_{OREG} - V_{RCH}$ 、 $V_{IN} > V_{SLP}$ 、 $R_{SENSE} = 68\text{ m}\Omega$	50		400	mA
	通过 R_{SENSE} 的终端电流精度	$[V_{GSIN} - V_{BAT}]$ 从 3 mV 至 20 mV	-25		+25	%
		$[V_{GSIN} - V_{BAT}]$ 从 20 mV 至 40 mV	-5		+5	
	终止电流抗尖峰脉冲时间	2 mV 过激			30	ms
VREF 引脚						
V_{REF}	VREF 引脚输出电压	I_{REF} 从 0 至 1 mA 、 $PMID \geq 5.6\text{ V}$			5.4	V
		I_{REF} 从 0 至 1 mA 、 $PMID < 5.6\text{ V}$		$PMID - 350$		mV
	短路电流限值				15	mA

接下页

电气规格

若无其他说明：图 1 电路中， T_J 和 T_A 的推荐工作温度范围、 $V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 、 $CE\# = HZ_MODE = 0$ （充电器工作模式）。 SCL 、 SDA 和 $SRST = 0$ 或 1.8 V ； $T_J = 25^\circ\text{ C}$ 时为典型值。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源检测						
$V_{IN(MIN)1}$	V_{IN} 输入电压上升	V_{IN} 开始有效	4.21	4.29	4.37	V
$V_{IN(MIN)2}$	开始有效的 V_{IN} 最小值	V_{IN} 有效期间	4.00	4.08	4.15	V
$V_{IN(最小值)3}$	充电时的 V_{IN} 最小值	充电期间	3.63	3.71	3.78	V
t_{VIN_VALID}	V_{IN} 验证时间			30		ms
特殊充电器						
V_{SP}	特殊充电器设置点精度		-3		+3	%
电池充电阈值						
V_{RCH}	充电阈值	低于 $V_{(REG)}$	100	120	150	mV
t_G	抗尖峰脉冲时间	V_{BAT} 下降至低于 V_{RCH} 阈值		130		ms
STAT输出						
$V_{STAT(OL)}$	STAT输出低电平	$I_{STAT} = 10\text{ mA}$			0.4	V
$I_{STAT(OH)}$	STAT高漏电流	$V_{STAT} = 5\text{ V}$			1	μA
电池检测						
I_{DETECT}	在充电完成前的电池检测电流（源电流） ⁽³⁾	在检测到终止后开始，且 $V_{BAT} \leq V_{(REG)} - V_{RCH}$		-0.80		mA
t_{DETECT}	充电器检测时间			262		ms
睡眠比较器						
V_{SLP}	进入睡眠模式阈值， $V_{IN} - V_{BAT}$	$2.3\text{ V} \leq V_{BAT} \leq V_{(REG)}$ 、 V_{IN} 下降	0	0.04	0.10	V
V_{SLP_EXIT}	退出睡眠模式滞回	$2.3\text{ V} \leq V_{BAT} \leq V_{(REG)}$	40	100	160	mV
	V_{IN} 上升至高于 $V_{SLP} + V_{SLP_EXIT}$ 的抗尖峰脉冲时间	上升电压		30		ms
功率开关（参见）图 3						
$R_{DS(ON)}$	Q3 导通电阻（VIN 至 PMID）			180	250	$\text{m}\Omega$
	Q1 导通电阻（PMID 至 SW）			130	225	$\text{m}\Omega$
	Q2 导通电阻（SW 至 GND）			175	225	$\text{m}\Omega$
充电器 PWM 调制器						
f_{SW}	振荡器频率		2.7	3.0	3.3	MHz
D_{MAX}	最大占空比				99.6	%
D_{MIN}	最小占空比		0			%
I_{SYNC}	同步至异步电流截止阈值 ⁽⁴⁾	低侧 MOSFET 逐周期限流		170		mA
V_{IN} 负载电阻						
R_{VIN}	V_{IN} 至 PGND 电阻	正常运行	650	1300	1950	$\text{K}\Omega$
		充电器验证	50	110	175	Ω
保护和计时器						
V_{INOV}	V_{IN} 过压关断	V_{IN} 上升	6.83	7.03	7.23	V

电气规格

若无其他说明：图 1 电路中， T_J 和 T_A 的推荐工作温度范围、 $V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 、 $CE\# = HZ_MODE = 0$ （充电器工作模式）。 SCL 、 SDA 和 $SRST = 0$ 或 1.8 V ； $T_J = 25^\circ\text{ C}$ 时为典型值。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	滞回	V_{IN} 下降		130		mV
$I_{LIMPK (CHG)}$	Q1 逐周期峰值限流	充电模式		2.3		A
V_{SHORT}	电池短路阈值	V_{BAT} 上升	1.95	2.00	2.05	V
	滞回	V_{BAT} 下降		100		
I_{SHORT}	短路电流	$V_{BAT} < V_{SHORT}$	20	30	40	mA
$T_{SHUTDOWN}$	热关断阈值 ⁽⁵⁾	T_J 上升		165		$^\circ\text{ C}$
	滞回 ⁽⁵⁾	T_J 下降		10		
T_{CF}	热调节阈值 ⁽⁵⁾	充电电流开始降低		120		$^\circ\text{ C}$
t_{INT}	检测间隔			2.1		s
t_{32SEC}	32 秒计时器	32 秒模式 ⁽⁶⁾	21.0		31.5	s
t_{15MIN}	15分钟计时器	15 分钟模式	12.0	13.5	15.0	分钟

注意：

- 负电流是指从电池流向 V_{IN} 引脚的电流（电池放电）。
- Q2 始终开启 60 ns，然后当电流低于 I_{SYNC} 时关闭。
- 设计保证。
- 该容差适用于 IC 上所有的计时器，包括软启动和抗尖峰脉冲计时器。

I2C时序规格

设计保证。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{SCL}	SCL 时钟频率	标准模式			100	kHz
		快速模式			400	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF			3400	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF			1700	
t _{BUF}	在STOP和START条件之间的总线空闲时间	标准模式		4.7		μs
		快速模式		1.3		
t _{HD:STA}	START或重复起始保持时间	标准模式		4		μs
		快速模式		600		ns
		高速模式		160		Ns
t _{LOW}	SCL 低电平时间	标准模式		4.7		μs
		快速模式		1.3		μs
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		160		ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		320		ns
t _{HIGH}	SCL 高电平时间	标准模式		4		μs
		快速模式		600		ns
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		60		Ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		120		ns
t _{SU:STA}	重复START建立时间	标准模式		4.7		μs
		快速模式		600		ns
		高速模式		160		ns
t _{SU:DAT}	数据建立时间	标准模式		250		ns
		快速模式		100		
		高速模式		10		
t _{HD:DAT}	数据保持时间	标准模式	0		3.45	μs
		快速模式	0		900	ns
		高速模式, C _B ≤ 100 pF	0		70	ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF	0		150	ns
t _{RCL}	SCL 上升时间	标准模式	20+0.1C _B		1000	ns
		快速模式	20+0.1C _B		300	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	80	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	160	
t _{FCL}	SCL 下降时间	标准模式	20+0.1C _B		300	ns
		快速模式	20+0.1C _B		300	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	40	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	80	
t _{RDA}	SDA 上升时间	标准模式	20+0.1C _B		1000	ns

I²C时序规格

设计保证。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{RCL1}	在重复 START 条件下及 ACK 位后的 SCL 上升时间	快速模式	20+0.1C _B		300	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	80	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	160	

t_{FDA}	SDA 下降时间	标准模式	20+0.1C _B		300	ns
		快速模式	20+0.1C _B		300	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	80	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	160	
$t_{SU,STO}$	停止条件建立时间	标准模式		4		μs
		快速模式		600		ns
		高速模式		160		ns
C _B	SDA 和SCL的容性负载				400	pF

时序图

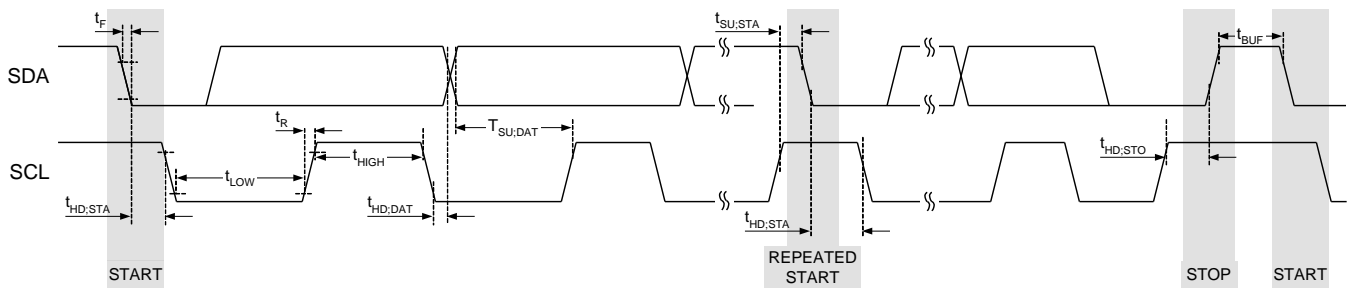
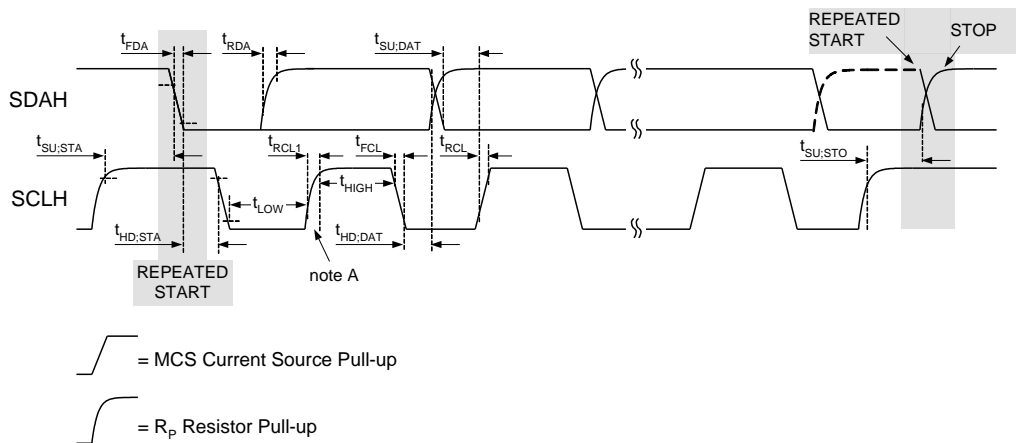


图 6. 快速和慢速模式的I²C接口时序



Note A: First rising edge of SCLH after Repeated Start and after each ACK bit.

图 7. 适用于高速模式的I²C接口时序

典型特性

除非另有说明，图 1 电路中， $V_{\text{OREG}} = 4.2 \text{ V}$ 、 $V_{\text{IN}} = 5.0 \text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ \text{ C}$ 。

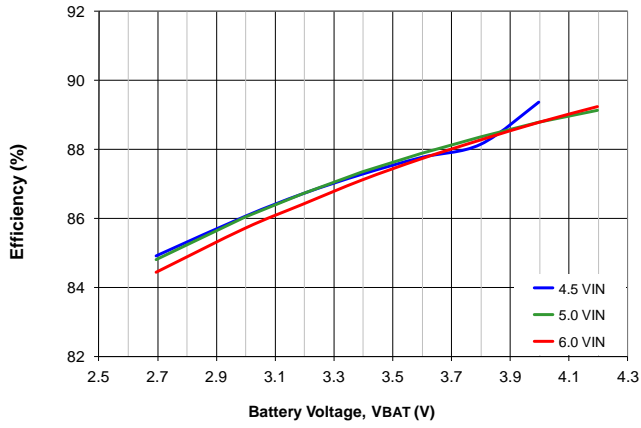


图 8。 $I_{\text{CHARGE}} = 950 \text{ mA}$ 时的充电器效率

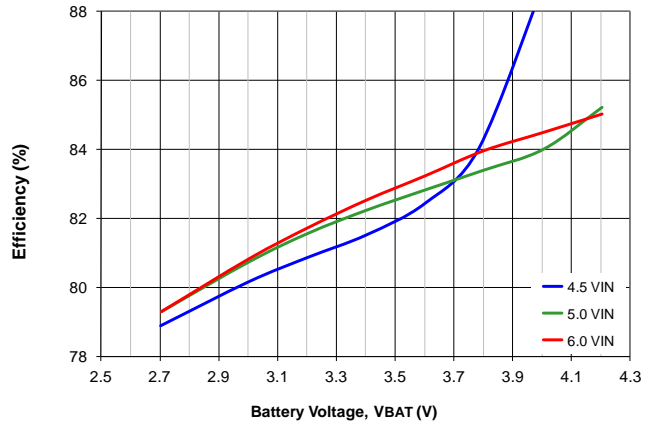


图 9。 $I_{\text{CHARGE}} = 1550 \text{ mA}$ 时的充电器效率

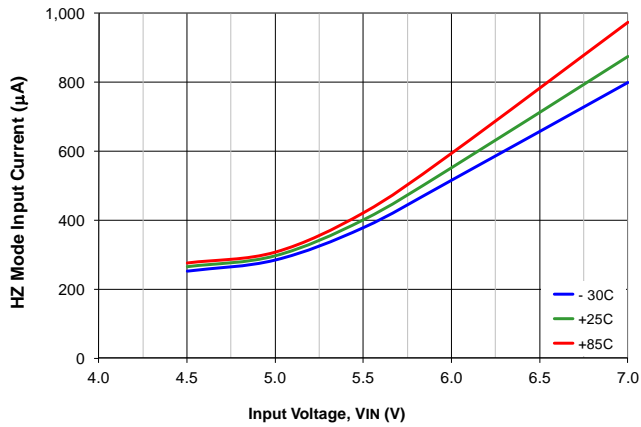


图 10。 高阻抗模式下的 V_{IN} 电流 (条件是 $V_{\text{BAT}} = 3.6 \text{ V}$)

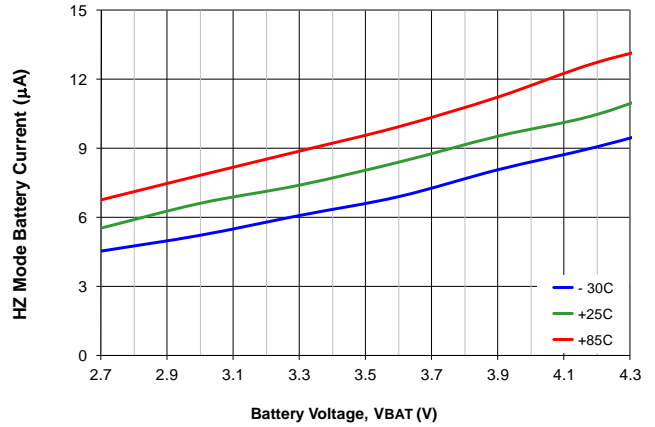


图 11。 高阻抗模式下的电池电流 (条件是 $V_{\text{IN}} = \text{Open}$)

典型特性

除非另有说明，图 1 电路中， $V_{\text{REG}} = 4.2 \text{ V}$ 、 $V_{\text{IN}} = 5.0 \text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ \text{ C}$ 。

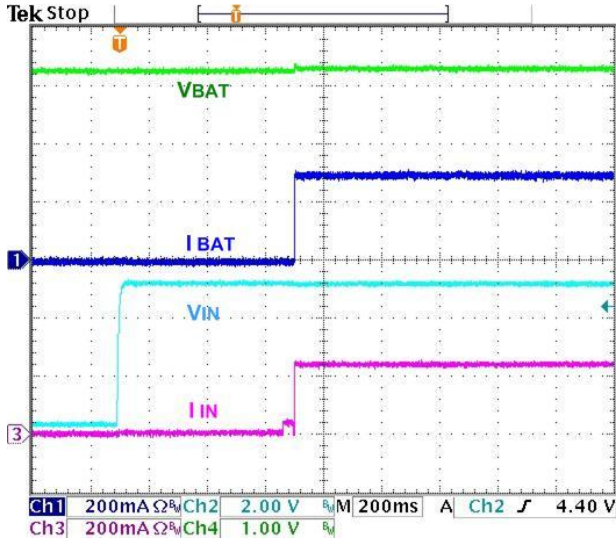


图 12。自动充电启动（条件是 V_{BUS} 插入、 $V_{\text{BAT}} = 3.2 \text{ V}$ 、 $I_{\text{CHARGE}} = 340 \text{ mA}$ ）

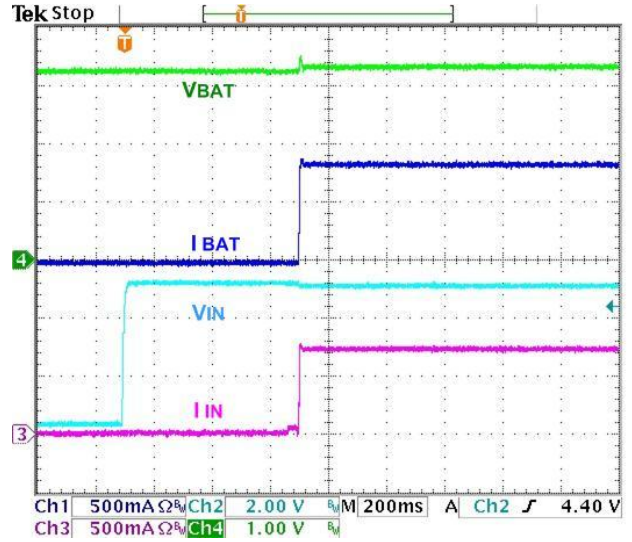


图 13。自动充电启动（条件是 V_{BUS} 插入、 $V_{\text{BAT}} = 3.2 \text{ V}$ 、 $I_{\text{CHARGE}} = 950 \text{ mA}$ ）

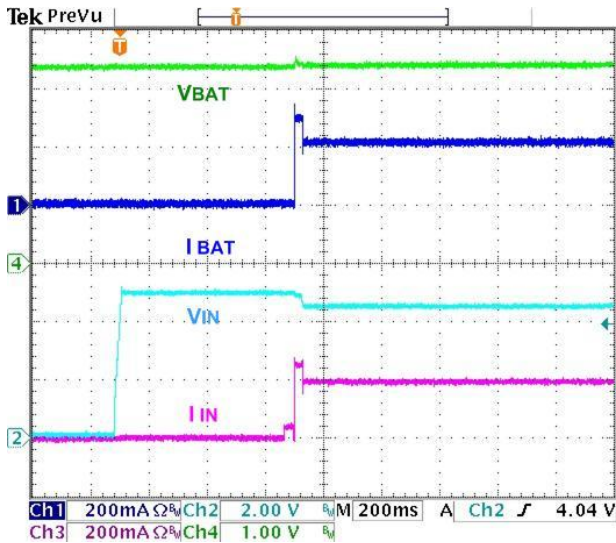


图 14。通过 200 mA 限流充电器/适配器自动充电启动（条件是 $V_{\text{BAT}} = 3.4 \text{ V}$ ）

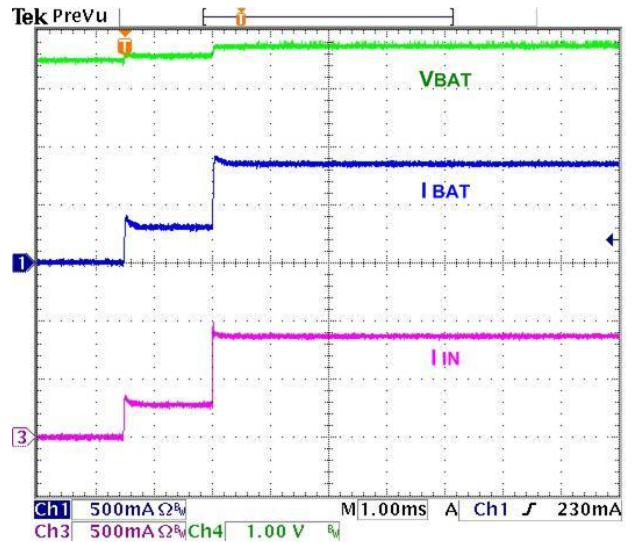


图 15。通过 HZ_MODE 位复位启动充电器（条件是 $I_{\text{CHARGE}} = 950 \text{ mA}$ 、 $V_{\text{REG}} = 4.2 \text{ V}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.6 \text{ V}$ ）

典型特性

除非另有说明，图 1 电路中， $V_{\text{REG}} = 4.2 \text{ V}$ 、 $V_{\text{IN}} = 5.0 \text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ \text{ C}$ 。

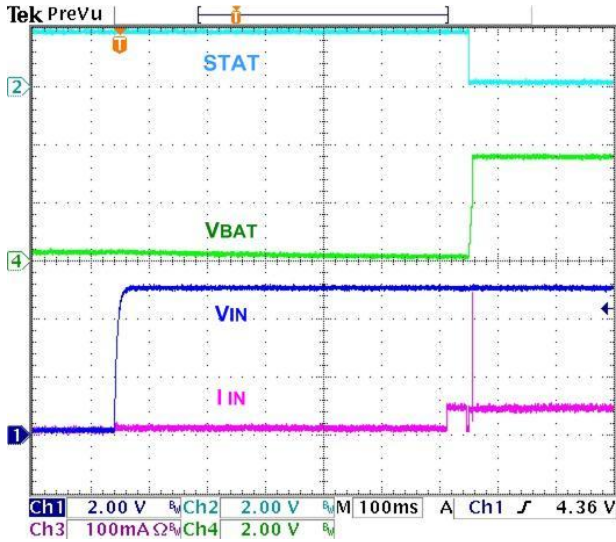


图 16. V_{IN} 通电时，无电池

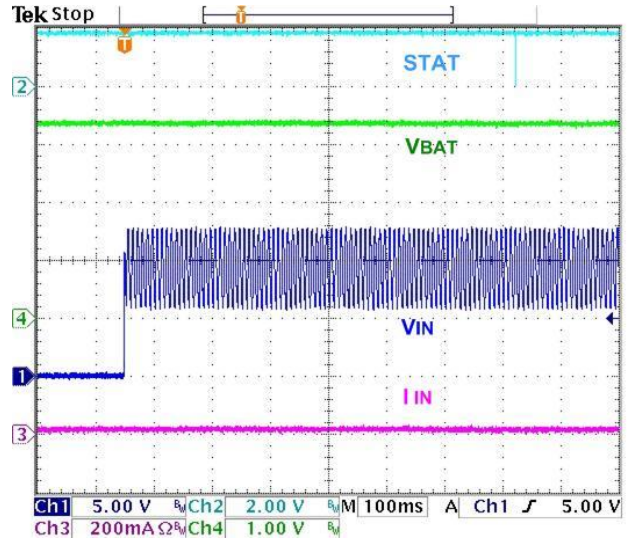


图 17. 非兼容充电器抑制 (条件是 $V_{\text{BAT}} = 3.4 \text{ V}$)

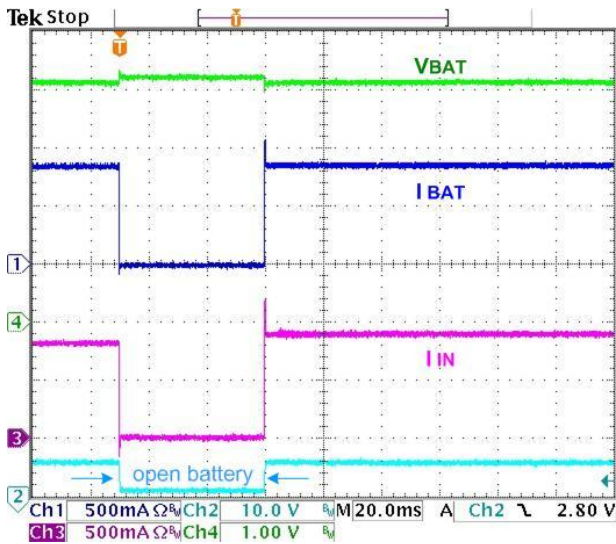


图 18. 充电时移除/插入电池
(条件是 $V_{\text{BAT}} = 3.9 \text{ V}$ 、 $I_{\text{CHARGE}} = 950 \text{ mA}$ 、 $TE = 0$)

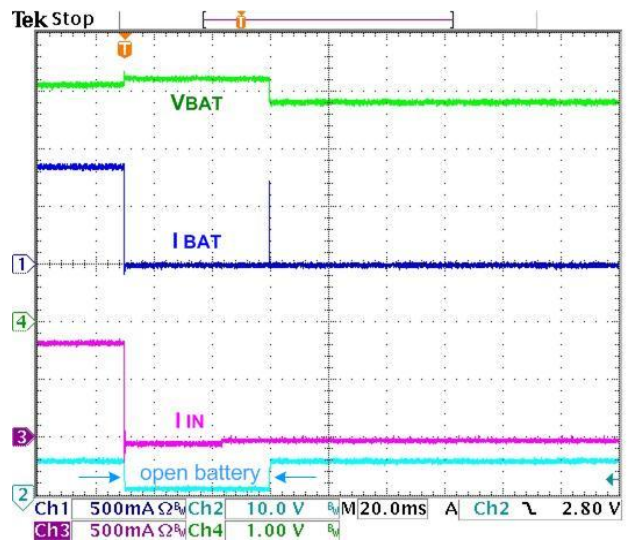


图 19. 充电时移除/插入电池
(条件是 $V_{\text{BAT}} = 3.9 \text{ V}$ 、 $I_{\text{CHARGE}} = 950 \text{ mA}$ 、 $TE = 1$)

电路描述/概述

FAN5421

是一款用于充电的高度集成同步降压调节器，适用于范围广泛的输入源，包括 USB 电源和限流“壁式”电源。该调节器采用同步整流，能够在各种电池电压和充电状态下维持高效率。

当充电电池采用限流输入源时，开关充电器可在宽输出电压范围内实现高效率，最大限度地缩短充电时间。

FAN5421 有两种工作模式：

1. 充电模式：
为单体锂离子或锂聚合物电池充电。
2. 高阻抗模式：
充电电路在该模式下均为关断状态。在该模式下，从 V_{IN} 流向电池或从电池流向 V_{IN} 的电流被阻断。在该模式下， V_{IN} 或电池的电流消耗非常少。

充电模式

在充电模式下，FAN5421 采用四个调节环路：

1. 充电电流：限制最大充电电流。
该电流采用外部 R_{SENSE} 电阻进行感测。
2. 充电电压：防止调节器超过该电压。
当内部电池电压上升时，电池的内部电阻和 R_{SENSE} 互相配合，与充电电压调节器一起降低流入电池的电流大小。
当通过 R_{SENSE} 的电压低于 I_{TERM} 阈值时，充电完成。
3. 温度：如果 IC 的结温达到 $120^{\circ}C$ ，充电电流将持续降低，直到 IC 的温度稳定在 $120^{\circ}C$ 。
4. V_{in} ：该环路将 V_{IN} 下降大小限制为一个可编程电压 (V_{SP})，从而对电流限值低于“正常”墙式充电器可提供的较低电流的“特殊充电器”进行调节。

电池充电曲线

如果电池电压低于

V_{SHORT} ，线性电流源对电池进行预充电，直到 V_{BAT} 达到 V_{SHORT} 。PWM 充电电路将启动，如果有足够的输入功率，电池将采用恒定电流进行充电。电流电压摆率被限制，以防止过冲。

FAN5421 旨在配合 V_{IN} 处的限流输入电源使用。

在充电的电流调节期间，输入电源可限制为电池充电或为系统供电的电流大小。输入电流限制对 I_{CHARGE} 的影响，请见图 21。

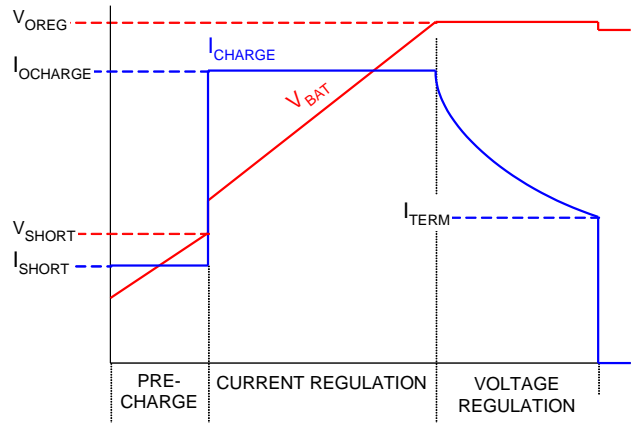


图 20. 当源电流未限制 I_{CHARGE} 时的充电曲线

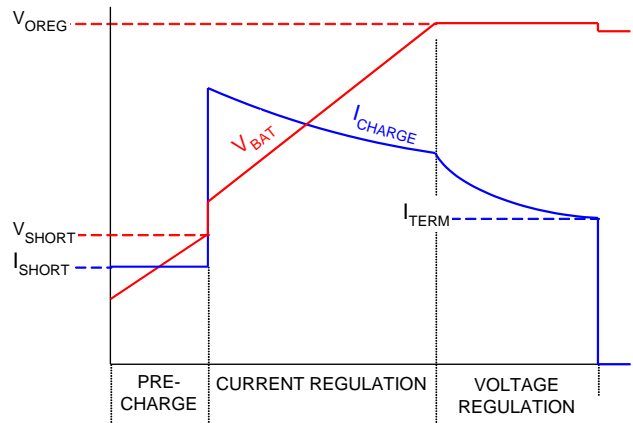


图 21. 当输入源限制 I_{CHARGE} 时的充电曲线

假设 V_{OREG}

被编程为电池完全充电的“浮动”电压，则电池使用 PWM 调节器来接受电流，将其输出（在 V_{BAT} 处感测）限制为 V_{OREG} 衰减值，且充电器进入充电电压调节阶段。

电流下降到已编程的 I_{TERM} 值后，充电循环即完成。

可通过复位 TE 位 (REG1[3]) 来禁用充电电流终止。

可使用 OREG 位编程充电器输出或“浮置”电压，从 3.5 V 至 4.44 V，增量为 20 mV，如表 3 所示。

表 3。 OREG 位 (OREG[7:2]) 与充电器 V_{OUT} (V_{OREG}) 浮置电压

十进制	HEX	V_{OREG}	十进制	HEX	V_{OREG}
0	00	3.50	32	20	4.14
1	01	3.52	33	21	4.16
2	02	3.54	34	22	4.18
3	03	3.56	35	23	4.20
4	04	3.58	36	24	4.22
5	05	3.60	37	25	4.24
6	06	3.62	38	26	4.26
7	07	3.64	39	27	4.28
8	08	3.66	40	28	4.30
9	09	3.68	41	29	4.32
10	0A	3.70	42	2A	4.34
11	0B	3.72	43	2B	4.36
12	0C	3.74	44	2C	4.38
13	0D	3.76	45	2D	4.40
14	0E	3.78	46	2E	4.42
15	0F	3.80	47	2F	4.44
16	10	3.82	48	30	4.44
17	11	3.84	49	31	4.44
18	12	3.86	50	32	4.44
19	13	3.88	51	33	4.44
20	14	3.90	52	34	4.44
21	15	3.92	53	35	4.44
22	16	3.94	54	36	4.44
23	17	3.96	55	37	4.44
24	18	3.98	56	38	4.44
25	19	4.00	57	39	4.44
26	1A	4.02	58	3A	4.44
27	1B	4.04	59	3B	4.44
28	1C	4.06	60	3C	4.44
29	1D	4.08	61	3D	4.44
30	1E	4.10	62	3E	4.44

注意：

7. 默认寄存器设置采用**粗体**标记。

表4 中的充电参数可以通过 I²C 接口由主机进行编程。

表4。 可编程充电参数

参数	名称	寄存器
输出电压调节	V_{OREG}	REG2[7:2]
电池充电限流	I_{OCHRG}	REG4[6:4]
充电终止限制	I_{TERM}	REG4[2:0]
电池电压不足	V_{LOW}	REG1[5:4]

出现以下情况之一时，会开始新的充电循环：

1. 电池电压降低至低于 $V_{OREG} - V_{RCH}$ 。
2. V_{IN} 上电复位 (POR) 清零，且电池电压低于电池低电压阈值 (V_{LOW})。
3. \overline{CE} 或 RESET 位已设置。

充电电流限制

表 5。 $I_{OCHARGE}$ 电流与 IOCHARGE 位和 R_{SENSE} 电阻值成函数关系

十二月	二进制	HEX	V_{RSNSE} (mV)	$I_{OCHARGE}$ (mA)	
				68 m \square	100 m \square
0	0000	00	37.4	550	374
1	0001	01	44.2	650	442
2	0010	02	51.0	750	510
3	0011	03	57.8	850	578
4	0100	04	64.6	950	646
5	0101	05	71.4	1,050	714
6	0110	06	78.2	1,150	782
7	0111	07	85.0	1,250	850
8	1000	08	91.8	1,350	918
9	1001	09	98.6	1,450	986
10	1010	0A	105.4	1,550	1,054
11	1011	0B	105.4	1,550	1,054
12	1100	0C	105.4	1,550	1,054
13	1101	0D	105.4	1,550	1,054
14	1110	0E	105.4	1,550	1,054
15	1111	0F	105.4	1,550	1,054

终止电流限值

TE (REG1[3]) = 1 时, 电流充电终止使能。
典型的终止电流值在表 6 中给出。

表 6. I_{TERM} 电流与 ITERM 位 (REG4[2:0]) 和 R_{SENSE} 电阻值成函数关系

ITERM	二进制	HEX	V_{RSENSE} (mV)	I_{TERM} (mA)	
				68 mΩ	100 mΩ
0	000	00	3.3	49	33
1	001	01	6.6	97	66
2	010	02	9.9	146	99
3	011	03	13.2	194	132
4	100	04	16.5	243	165
5	101	05	19.8	291	198
6	110	06	23.1	340	231
7	111	07	26.4	388	264

充电电流降低至低于 I_{TERM} 时, PWM 充电停止且 STAT 位变为 READY (00) 约 500 ms,
同时 IC 会确定电池和充电源是否仍然连接。
若如此, STAT 则会变为 CHARGE DONE (10)。

处于充电模式的PWM控制器

IC 使用电流模式的 PWM 控制器来调节输出电压和电池充电电流。
通过 Q1 检测到的 2.3 A 逐周期标称限制电流用于终止 t_{ON} 。同步整流器 (Q2) 也具有电流限值, 会在 100 mA 时关断 Q2, 以防电流从电池流出。

安全计时器 *如需相关特性, 请参见图 26*

充电开始时, IC 会启动一个 15 分钟的计时器 ($t_{15\text{MIN}}$)。
此计时器超时后, 充电终止。通过 I²C

写入任何寄存器都会停止并复位 $t_{15\text{MIN}}$ 计时器, 然后启动一个 32 秒计时器 ($t_{32\text{SEC}}$)。设置 TMR_RST 位 (REG0[7]) 将复位 $t_{32\text{SEC}}$ 计时器。如果 $t_{32\text{SEC}}$ 计时器超时, 则充电终止, 寄存器被设置为默认值, 并使用这些默认值恢复充电, 同时 $t_{15\text{MIN}}$ 计时器运行。

正常充电由主机控制, 同时 $t_{32\text{SEC}}$ 计时器运行, 确保主机处于活动状态。
运行 $t_{15\text{MIN}}$ 计时器的充电方式用于无主机监管情况下的充电。
如果 15 分钟计时器超时, 则 IC 关闭充电器, 设置 $\overline{\text{CE}}$ 位, 并在 FAULT 位 (REG0[2:0]) 上指示计时器故障 (110)。此序列在主机未能复位 $t_{32\text{SEC}}$ 计时器时防止过度充电。

V_{IN} POR/非兼容充电器抑制

当 IC 检测到 V_{IN} 已升至高于 $V_{\text{IN(MIN)1}}$ (4.4 V), IC 会从 V_{IN} 到 GND 施加一个 110Ω 的负载。为了使 V_{IN} 上电复位 (POR) 清零并开始充电, V_{IN} 必须保持高于 $V_{\text{IN(MIN)2}}$ (4.1 V), $t_{\text{VIN_VALID}}$ 低于 $V_{\text{IN(OVP)}}$ (30 ms)。 V_{IN} 验证序列始终发生在开始充电或重新开始充电前 (例如, 在 V_{IN} OVP 故障或 V_{RCH} 重新充电启动后)。

$t_{\text{VIN_VALID}}$ 确保抑制未滤波的 50/60 Hz 充电器及其它非兼容充电器。

启动顺序

在 V_{IN} POR, 当电池电压高于电池低阈值 (V_{LOWV}) 时, IC 将根据其 I²C 寄存器设置操作。若 $V_{\text{BAT}} < V_{\text{LOWV}}$, IC 将所有寄存器设置为其默认值并使能充电器。
此功能可恢复电压过低的电池, 确保可靠的主机操作。
充电过程在没有主机通讯的情况下持续进行, 即使电池已达到 V_{OREG} (默认值是 3.54 V), 充电器仍然活动直到 $t_{15\text{MIN}}$ 超时。
主机处理器开始写入 IC 后, 主机会立即设置充电参数, 主机必须通过写入 TMR_RST 位持续复位 $t_{32\text{SEC}}$ 计时器, 以便使用已编程的充电参数继续充电。如果 $t_{32\text{SEC}}$ 超时, 则会加载寄存器默认值, FAULT 位被设置为 110, STAT 脉冲调制为高电平, 且使用默认充电参数继续充电。

流程图

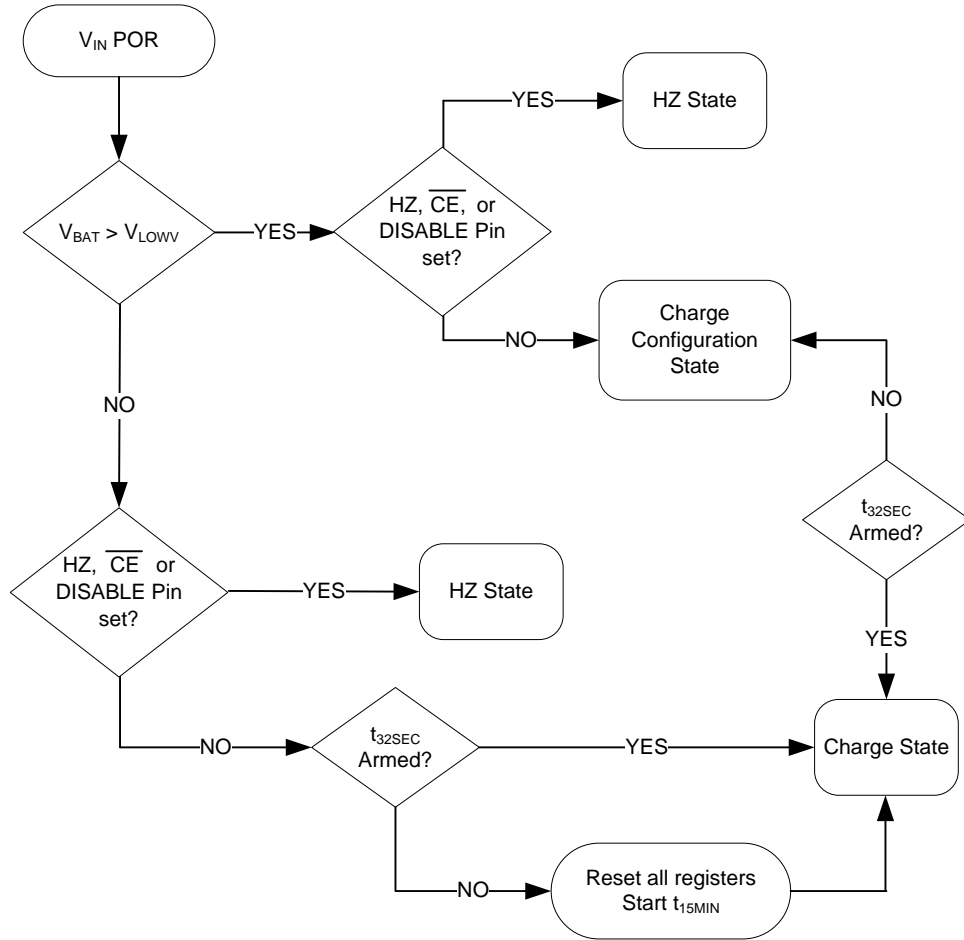


图. 22 充电器 V_{IN} POR

流程图

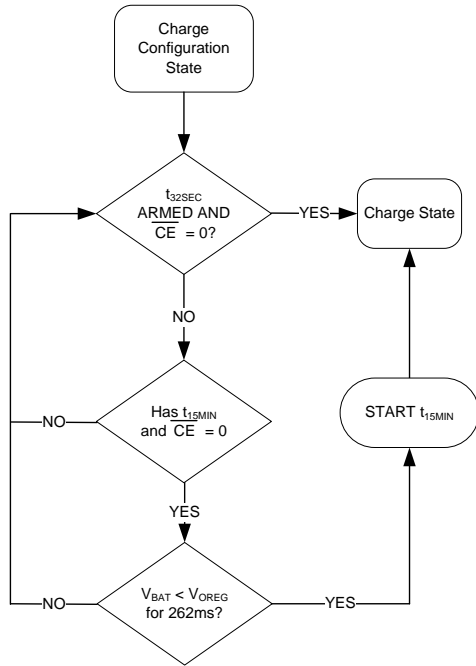


图 23。 充电配置状态

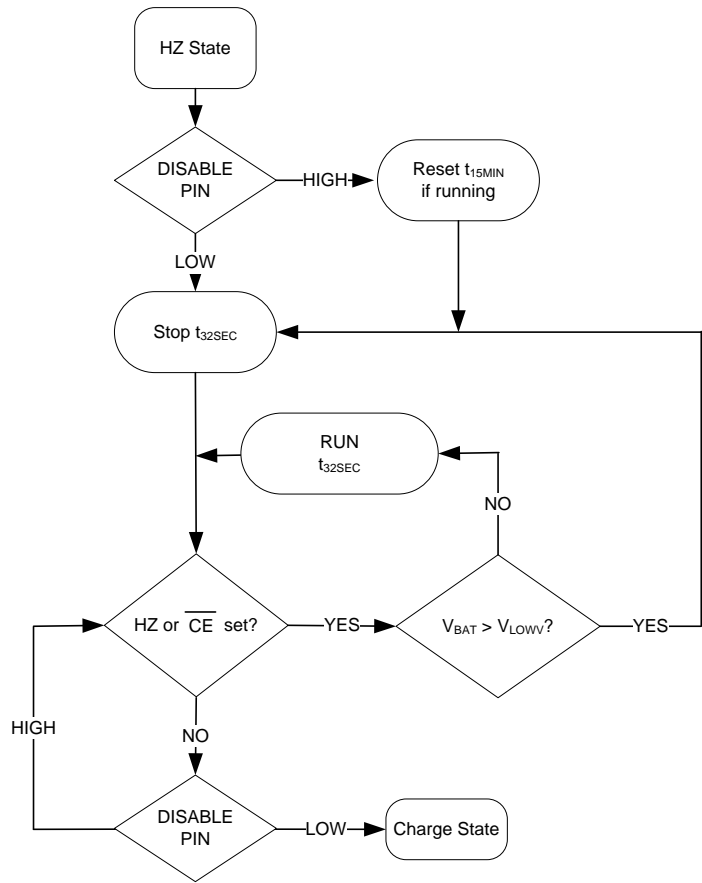


图 24。 HZ 状态

流程图

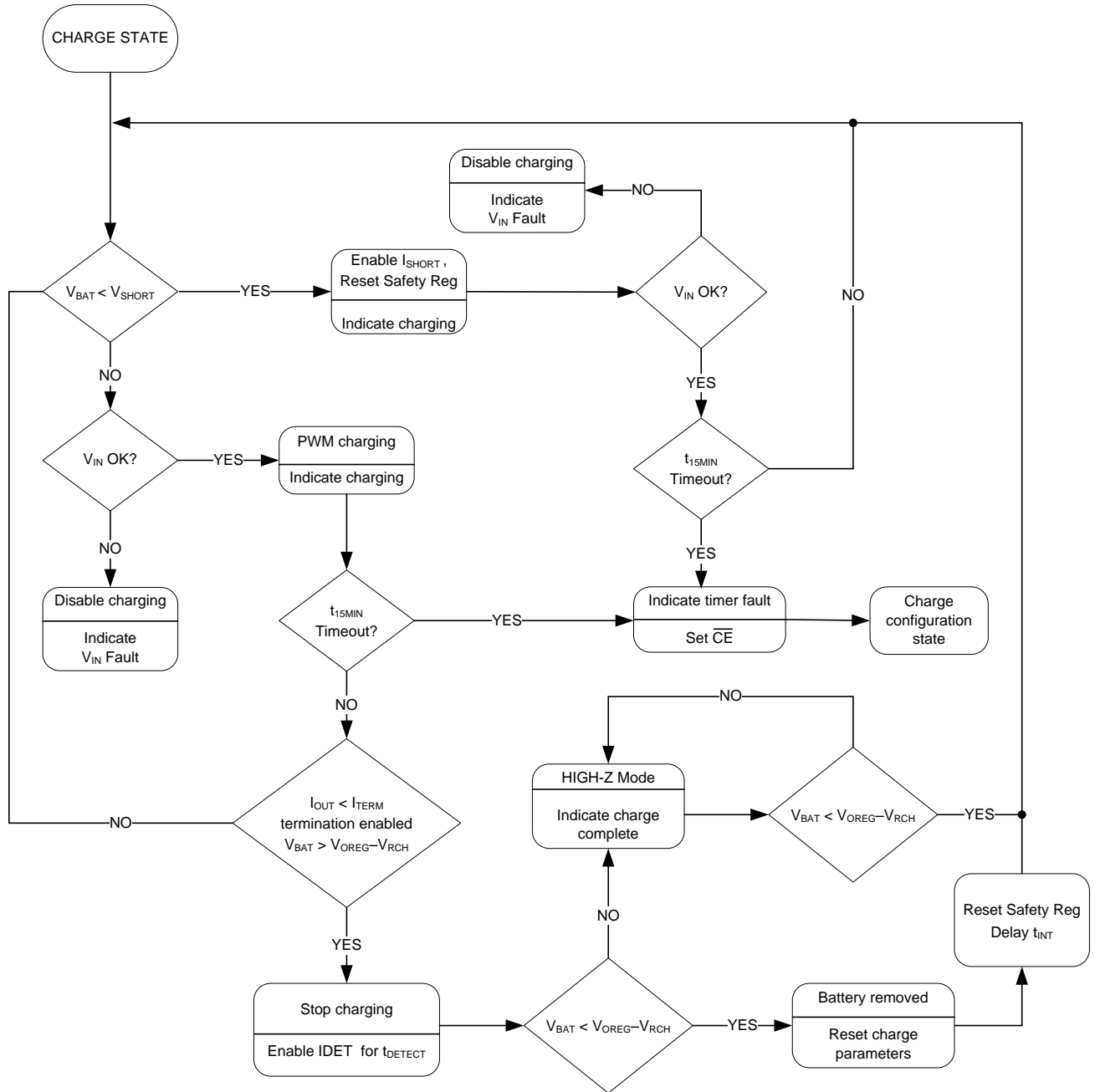


图 25. 充电模式运行流程图

流程图

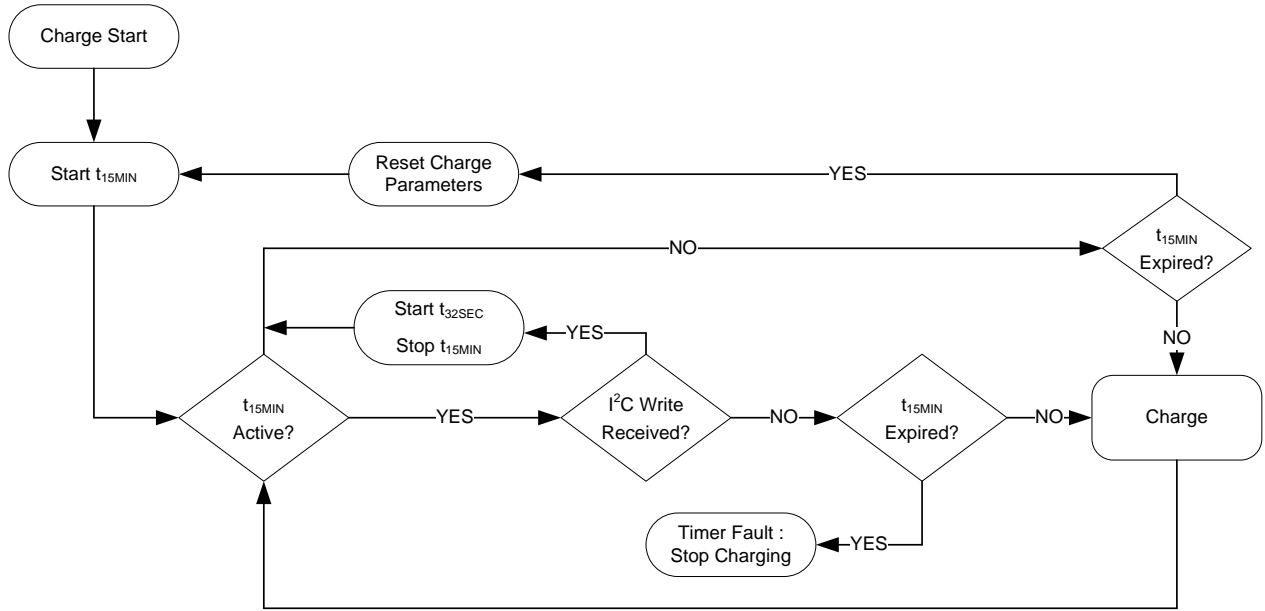


图. 26 计时器流程图

限流充电器：V_{SP} 环路

FAN5421 可以通过降低充电电流调节限流输入电源，从而防止 V_{BUS} 降至指定限值以下。当使用限流充电器为 V_{IN} 充电时，IC 缓慢增大充电电流，直至出现以下任一情况：

- 达到 I_{OCHARGE}，或者
- V_{IN} = V_{SP}。

在电流逐渐增加时，V_{IN} 下降到 V_{SP}，则 IC 使用可保持 V_{IN} = V_{SP} 的输入电流进行充电。在 V_{SP} 控制环路限制充电电流时，SP 位 (REG5[4]) 被置位。

表7. V_{SP} 与 SP 位 (REG5[2:0]) 成函数关系

SP (REG5[2:0])			
十二月	二进制	HEX	V _{SP}
0	000	00	4. 20
1	001	01	4. 28
2	010	02	4. 36
3	011	03	4. 44
4	100	04	4. 52
5	101	05	4. 60
6	110	06	4. 68
7	111	07	4. 76

安全设置

IC 含一个 SAFETY 寄存器 (REG6)，该寄存器防止 OREG (REG2[7:2]) 和 IOCHARGE (REG4[7:4]) 中的值超出 VSAFE 和 ISAFE 的值。V_{BAT} 升至高于 V_{SHORT} 后，SAFETY 寄存器会加载默认值，并且只能在写入其它寄存器之前写入。写入其它任何寄存器后，SAFETY 寄存器被锁定，直到 V_{BAT} 降至低于 V_{SHORT}。

ISAFE (REG6[6:4]) 和 VSAFE (REG6[3:0]) 寄存器的确定值限制着控制逻辑使用的 I_{OCHARGE} 和 V_{OREG} 的最大值。如果主机尝试将高于 VSAFE 或 ISAFE 的值分别写入 OREG、IOCHARGE，则 VSAFE、ISAFE 值分别作为 OREG、IOCHARGE 寄存器的值出现。

表8. I_{SAFE} (I_{OCHARGE} 限值) 与 ISAFE 位 (REG6[7:4]) 成函数关系

ISAFE (REG6[7:4])					
十二月	二进制	HEX	V _{RSENSE} (mV)	I _{SAFE} (mA)	
				68 m□	100 m□
0	0000	00	37. 4	550	374
1	0001	01	44. 2	650	442
2	0010	02	51. 0	750	510
3	0011	03	57. 8	850	578
4	0100	04	64. 6	950	646
5	0101	05	71. 4	1, 050	714
6	0110	06	78. 2	1, 150	782

表8。 I_{SAFE} ($I_{OCHARGE}$ 限值) 与 ISAFE 位 (REG6[7:4]) 成函数关系

ISAFE (REG6[7:4])			V_{RSENSE} (mV)	I_{SAFE} (mA)	
十二月	二进制	HEX		68 m□	100 m□
7	0111	07	85.0	1,250	850
8	1000	17	91.8	1,350	918
9	1001	18	98.6	1,450	986
10	1010	19	105.4	1,550	1,054
11	1011	1A	112.2	1,650	1,122
12	1100	1B	119.0	1,750	1,190
13	1101	1C	125.8	1,850	1,258
14	1110	1D	132.6	1,950	1,326
15	1111	1E	139.4	2,050	1,394

表9。 V_{SAFE} (V_{OREG} 限值) 与 VSAFE 位 (REG6[3:0]) 成函数关系

VSAFE (REG6[3:0])			OREG (REG2[7:2]) 最大值	V_{OREG} 最大值
十二月	二进制	HEX		
0	0000	00	100011	4.20
1	0001	01	100100	4.22
2	0010	02	100101	4.24
3	0011	03	100110	4.26
4	0100	04	100111	4.28
5	0101	05	101000	4.30
6	0110	06	101001	4.32
7	0111	07	101010	4.34
8	1000	08	101011	4.36
9	1001	09	101100	4.38
10	1010	0A	101101	4.40
11	1011	0B	101110	4.42
12	1100	0C	101111	4.44
13	1101	0D	110000	4.44
14	1110	0E	110001	4.44
15	1111	0F	110010	4.44

热调节和保护

当 IC 的结温达到 T_{CF} (约 120°C)，充电器降低其输出电流以防止过热。

若温度持续上升，当结温超过 $T_{CF} 10^{\circ}\text{C}$ 时，电流被降至 0。如果温度升高至超过 $T_{SHUTDOWN}$ ；充电暂停，FAULT 位设置为 101，且 STAT 变为高电平。在“暂停”模式中，所有计时器都停止，且 IC 的逻辑状态被保留。当裸片温度降低至低于 $T_{SHUTDOWN} 10^{\circ}\text{C}$ 时，恢复充电。

充电模式输入电源保护

睡眠模式

当 V_{IN} 降至低于 $V_{BAT} + V_{SLP}$ ，且 V_{IN} 高于 $V_{IN(MIN)}$ 时，IC 进入睡眠模式以防止电池泄流至 V_{IN} 。在睡眠模式期间，通过关断 Q3 来禁用反向电流。

输入电源低电压检测

IC 在充电期间持续监控 V_{IN} 。若 V_{IN} 下降至低于 $V_{IN(MIN)}$ ，IC 终止充电，脉冲调制 STAT 引脚使其处于高电平，将 STAT 位设置为 11、FAULT 位设置为 011。

如果 V_{IN} 恢复到高于 $V_{IN(MIN)}$ 上升阈值（在计时器 t_{INT} 后，约两秒），则充电过程重复。在 IC 连接到暂停的 USB 端口或者低电流能力的 OTG 设备时，此功能防止输入电源总线崩溃或振荡。

输入过压检测

当 V_{IN} 超过 $V_{IN(OVP)}$ 时，IC：

1. 关闭 Q3，
2. 暂停充电，并且
3. 将 FAULT 位设置为 001，将 STAT 位设置为 11，在 STAT 引脚输出脉冲。

当 V_{IN} 降至低于 $V_{IN(OVP)}$ 约 130 mV 时，故障清除且在 V_{IN} 重新有效后恢复充电（参见 *VIN POR/非兼容充电器抑制*）。

充电模式电池检测和保护

V_{BAT} 过压保护 (OVP)

移除电池后，OREG 稳压环路防止 V_{BAT} 过冲 OREG 电压的值超过 50 mV。当 PWM 充电器无电池运行时，TE 位不会置位，且插入的电池被充电至高于 V_{OREG} 的电压；PWM 脉冲停止。如果 30ms 内没有脉冲产生，则 IC 将 FAULT 位设置为 100，将 STAT 位设置为 11，在 STAT 引脚输出脉冲。

充电期间电池检测

设置终止位 (TE = 1) 后，IC 可检测电池是否存在或被移除。正常充电期间，VBAT 接近 VOREG 且检测到终止充电电流后，IC 会立即终止充电并将 STAT 位设置为 10。然后它会启动放电电流 IDetect，时间达 t_{DETECT} 。如果 V_{BAT} 仍然高于 V_{OREG}

，则电池存在，IC 将 FAULT 位设置为 000。如果 V_{BAT} 低于 $V_{OREG} - V_{RCH}$ ，则电池不存在，IC 可执行以下操作：

1. 将寄存器设置为默认值。
2. 将 FAULT 位设置为 111，并且
3. 在延时 t_{INT} 后，使用默认值恢复充电。

若在 $TE = 0$ 的情况下进行充电时电池被移除，
则充电持续进行并且 V_{BAT} 被调节至 V_{OREG} 。

无电池系统运行

IC 在 V_{IN} POR 后使用默认参数继续充电，将 V_{BAT} 线路调节至 $3.54 V$ ，直到主机处理器发出命令或者 15 分钟计时器超时。

这样，IC 可以在没有电池的情况下启动系统。

默认情况下，系统电流限制为 $325 mA$ 。
要提高电流限值，需要使用以下序列。

1. 编程安全寄存器。
2. 将 OREG 设置为所需值（一般为 4.18）。
3. 设置 IOCHARGE，然后重置 IOLEVEL 位。

电池短路保护

如果电池电压低于短路阈值 (V_{SHORT})，
则由一个线性电流源 I_{SHORT} 供应 V_{BAT} ，直到 $V_{BAT} > V_{SHORT}$ 。

充电器状态/故障状态

STAT 引脚指示 IC 的工作条件，并提供中断驱动系统的故障指示器。

表 10. STAT 引脚功能

EN_STAT	充电状态	STAT 引脚
0	X	打开
X	正常条件	打开
1	充电	低
X	故障	$128 \mu s$ ，脉冲然后 OPEN

FAULT 位 (R0[2:0]) 指示“充电模式”中的故障类型（如表 11 所示）。

表 11. 故障状态位

故障位			故障描述
B2	B1	B0	
0	0	0	正常（无故障）
0	0	1	V_{BUS} OVP
0	1	0	睡眠模式
0	1	1	输入源不佳
1	0	0	电池 OVP
1	0	1	热关断
1	1	0	计时器故障
1	1	1	无电池

充电控制位

下表定义 \overline{CE} 和 RESET 位功能。

表 12. 充电控制位

位	Reg	状态	功能
\overline{CE}	REG0[2]	0	充电使能
		1	充电禁用
复位	REG4[7]	1	写入 1 时可将所有寄存器复位为默认值。

t_{15MIN} \overline{CE} 计时器超时，FAN5421 对 进行设置。

表 13. DISABLE 引脚和 \overline{CE} 位功能

充电	DISABLE 引脚	\overline{CE} 位: REG 01[2]
使能	0	0
禁用	X	1
禁用	1	X

VREF 引脚

VREF 引脚由 PMID 供电，仅当 $PMID > V_{BAT}$ 时导通，且不会从电池泄漏电流。IC 使用该引脚提供偏压电源。只要 $PMID < 5.6 V$ ，其输出就低于 PMID 约 $350 mV$ 。若 $V_{BUS}/PMID$ 升至 $5.6 V$ 以上，VREF 引脚将保持在 $5.35 V$ 以下。

I²C 接口

FAN5421 的串行接口兼容标准、快速、增强快速和高速 (HS) 模式 I²C-Bus[®] 规格。SCL 线为输入。SDA 线为双向开漏输出，在有效时仅拉低总线。
 在读取数据过程中和发送ACK信号时，SDA线只能拉低。
 全部数据都移位，MSB (位7) 优先。

表14. I²C 从地址

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	0	1	0	1	0	R/W

在十六进制记数法中，从机地址假定为0LSB。
 十六进制从机地址为 D4H。

总线时序

如图 27 所示，数据在 SCL 为低时进行传输。
 数据在 SCL 上升沿上根据时钟输入。
 典型地，在 SCL 下降沿或下降沿后，数据快速转换，提供足够时间，确保在下一个 SCL 上升沿到来前建立数据。

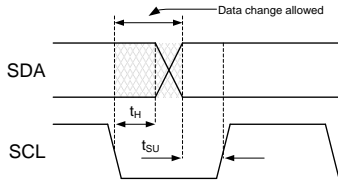


图 27. 数据传输时序

每条总线传输均在 SDA 和 SCL 为高电平时起始和停止。
 一次传输起始于一个“START”条件，该条件定义为高电平时 SDA 从 1 到 0 转换，如图 28 所示。

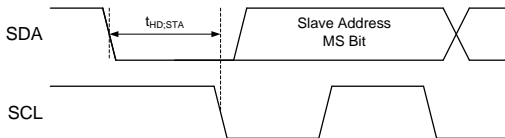


图 28. 起始位

一次传输结束于一个“STOP”条件，该条件定义为高电平时 SDA 从 0 到 1 转换，如图 29 所示。

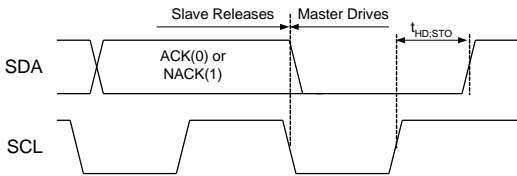


图 29. 停止位

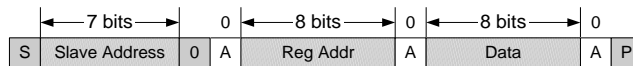


图 31. 写操作



图 32. 读操作

在读取 FAN5421 (图 32) 的过程中，在发送寄存器地址之后及再次发送从地址之前，主驱动发出一个“REPEATED START”信号。“REPEATED START”信号指 SCL 为高电平时 SCL 从 1 到 0 的转换，如图 30 所示。

高速 (HS) 模式

除高速 (HS) 模式的总线速度为 3.4 MHz 以外，高速 (HS)、低速 (LS) 和快速 (FS) 模式的协议均完全相同。当总线主机按照启动情况发送 HS 主机代码 00001XXX 时，进入 HS 模式。主机代码在快速或增强快速模式下发送 (小于 1 MHz 时钟)；从机无法对此传输进行“确认”。然后主机产生重复启动情况，导致总线上的所有从机切换至 HS 模式。(图 30) 然后，主机将使用 HS 模式时钟速率和时序发送 I²C 数据包 (如上所述)。

总线将保持处于 HS 模式的状态，直至主机发送停止位 (图 29)。在处于 HS 模式时，数据包会被重复启动情况分离。(图 30)

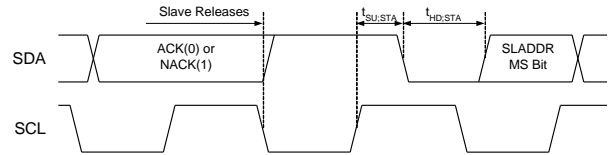


图 30. 重复启动时序

读和写的处理

下图概述了数据的读写顺序。

总线控制即封包的阴影部分，定义为

Master Drives Bus

和

Slave Drives Bus

所有地址和数据均为 MSB (最高有效位) 优先。

表15. 位定义图 31、图 32

符号	定义
S	START (参见图 28)
A	ACK. 从驱动 SDA=0, 以确认前面的数据包。
\bar{A}	NACK. NACK. 从驱动发送 1, 不确认前面的数据包。
R	Repeated START (参见图 30)
P	STOP (参见图 29)

寄存器说明

FAN5421 有七个用户可以访问的寄存器，如 表16 所示。

表16. I²C 寄存器地址

寄存器		地址位							
名称	寄存器编号	7	6	5	4	3	2	1	0
CONTROL0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONTROL1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
OREG	2	0	0	0	0	0	0	1	0
IC_INFO	3	0	0	0	0	0	0	1	1
IBAT	4	0	0	0	0	0	1	0	0
SP_CHARGER	5	0	0	0	0	0	1	0	1
安全	6	0	0	0	0	0	1	1	0

寄存器位定义

下表定义所有 IC 型号的所有寄存器的操作。默认值为**粗体**。

位	名称	数值	类型	说明
CONTROL0		寄存器地址: 00		默认值 = X1XX 0XXX
7	TMR_RST SRST	1	W R	写入 1, 复位 t_{32SEC} 计时器。写入 0, 无影响。 返回 SRST 引脚电平 (1 = HIGH)。
6	EN_STAT	0 1	R/W	禁用 STAT 引脚功能。STAT = OPEN 使能 STAT 引脚功能
5:4	STAT	00 01 10 11	R	就绪 充电进行中 充电完成 故障
3	保留	0	R	该位被禁用, 且读回时始终返回 0。
2:0	故障		R	故障状态位: 请参见表 11
CONTROL1		寄存器地址: 01		默认值 = 0011 0000 (30H)
7:6	保留	00	R/W	这些位对 IC 操作无影响。
5:4	ILOWV	00 01 10 11	R/W	3.4 V 3.5 V 3.6 V 3.7 V 低电量电池电压阈值
3	TE	0 1	R/W	禁用充电电流终止 使能充电电流终止
2	\overline{CE}	0 1	R/W	充电器使能 充电器禁用
1	HZ_MODE	0 1	R/W	非高阻抗模式 高阻抗模式
0	保留	0	R	该位被禁用, 且读回时始终返回 0。
OREG		寄存器地址: 02		默认值 = 0000 1010 (0AH)
7:2	OREG		R/W	充电器输出“浮置”电压。电压编程范围为 3.5 至 4.44 V, 增量为 20 mV。 默认值为 000010 (3.54 V): 请参见表 3。
1:0	保留	10	R	这些位被禁用, 且读回时始终返回 10。

接下页

寄存器位定义 (续)

下表定义所有 IC 型号的所有寄存器位的操作。默认值为**粗体**。

位	名称	数值	类型	说明
IC_INFO 寄存器地址: 03 默认值 = 1001 0XXX				
7:5	供应商代码	100	R	选定飞兆半导体作为 IC 供应商。
4:3	PN	00	R	器件编号位
2:0	REV.		R	IC 修订版。修订版 1.X, 其中 X 是这三位的十进位。
IBAT 寄存器地址: 04 默认值 = 1000 0001 (81H)				
7	复位	1	W	写入 1 将所有寄存器参数复位到默认值, 安全寄存器 (Reg6) 除外: 写入 0, 无影响。读回 1。
6:3	IOCHARGE	表 5	R/W	编程最大充电电流, 请参见表 5。
2:0	ITERM	表 6	R/W	设置充电终止电流, 请参见表 6。
SP_CHARGER 寄存器地址: 05 默认值 = 0010 XX00				
7:6	保留	0	R	该位被禁用, 且读回时始终返回 0。
5	IO_LEVEL	0	R/W	输出电流由 IOCHARGE 位控制。
		1		通过 R_{SENSE} 的电压 (用于控制输出电流) 设置为 22.1 mV (325 mA 时, $R_{SENSE} = 68 \text{ m}\Omega$; 221 mA 时, 为 100 m Ω)。
4	SP	0	R	特殊充电器不活动 (V_{BUS} 能够保持高于 V_{SP})。
		1		已检测到特殊充电器, 且 V_{BUS} 正被调节到 V_{SP} 。
3	EN_LEVEL	0	R	DISABLE 引脚为低电平。
		1		DISABLE 引脚为高电平。
2:0	VSP	表 7	R/W	特殊充电器输入调节电压, 请参见表 7。
安全 寄存器地址: 06 默认值 = 0100 0000 (40H)				
7:4	ISAFE	表 8	R/W	设置控制回路使用的最大 $I_{OCHARGE}$ 值, 请参见表 8。
3:0	VSAFE	表 9	R/W	设置控制回路使用的 V_{OREG} 最大值, 请参见表 9。

PCB推荐布局

旁通电容应尽可能靠近IC放置。

具体而言，CMID的总环路长度应最小化，

以降低SW、PMID和VBUS引脚上的过冲和振铃。

所有电源和接地引脚必须尽可能使用顶部铜材料路由至旁通电容。

连接到IC的铜面积应最大化，以改善热性能。

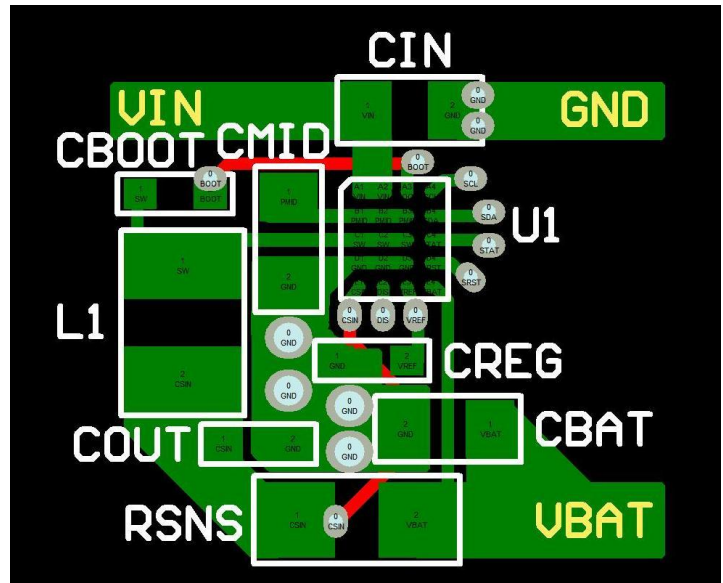
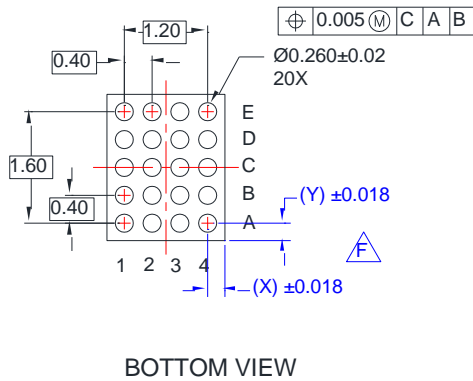
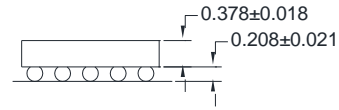
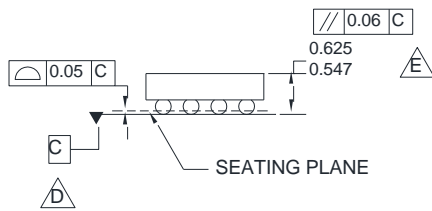
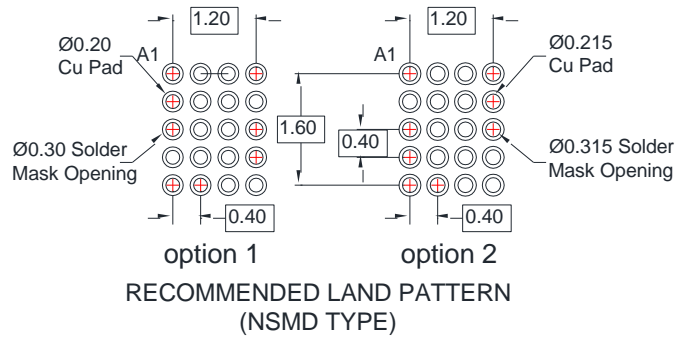
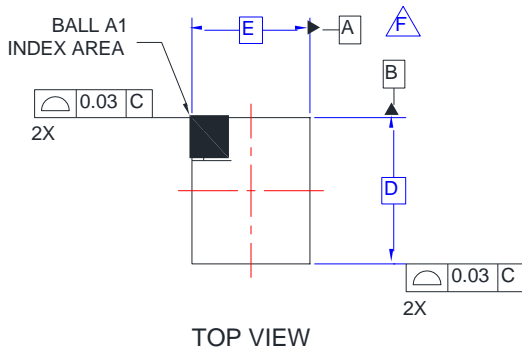


图 33。 PCB推荐布局

物理尺寸测试



NOTES:

- A. NO JEDEC REGISTRATION APPLIES.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS AND TOLERANCE PER ASMEY14.5M, 1994.
- D. DATUM C IS DEFINED BY THE SPHERICAL CROWNS OF THE BALLS.
- E. PACKAGE NOMINAL HEIGHT IS 586 MICRONS ±39 MICRONS (547-625 MICRONS).
- F. FOR DIMENSIONS D, E, X, AND Y SEE PRODUCT DATASHEET.
- G. DRAWING FILNAME: MKT-UC020AArev3.

图 34. 2 x 1.82 mm、20 引脚、0.4 mm 间距的晶圆级芯片尺寸封装 (WLCSP)

产品规格尺寸

产品	D	E	X	Y
FAN5421BUCX	1.960 \pm 0.030	1.870 \pm 0.030	0.335	0.180


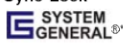



封装图纸是作为一项服务而提供给考虑选用飞兆半导体产品的客户。具体参数可进行改动，且无需做出相应通知。请注意图纸上的版本和/或日期，并联系飞兆半导体代表核实或获得最新版本。封装规格并不超出飞兆公司全球范围内的条款与条件，尤其指保修，保修涉及飞兆半导体的全部产品。

随时访问飞兆半导体在线封装网页，以获取最新封装图纸：
<http://www.fairchildsemi.com/packaging/>



TRADEMARKS

The following includes registered and unregistered trademarks and service marks, owned by Fairchild Semiconductor and/or its global subsidiaries, and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 2Cool™ | FPS™ |  | Sync-Lock™ |
| AccuPower™ | F-PFS™ | |  SYSTEM GENERAL® |
| AX-CAP®* | FRFET® | PowerTrench® | TinyBoost™ |
| BitSiC™ | Global Power Resource SM | PowerXS™ | TinyBuck™ |
| Build it Now™ | GreenBridge™ | Programmable Active Droop™ | TinyCalc™ |
| CorePLUS™ | Green FPS™ | QFET® | TinyLogic® |
| CorePOWER™ | Green FPS™ e-Series™ | QS™ | TINYOPTO™ |
| CROSSVOLT™ | Gmax™ | Quiet Series™ | TinyPower™ |
| CTL™ | GTO™ | RapidConfigure™ | TinyPWM™ |
| Current Transfer Logic™ | IntelliMAX™ |  | TinyWire™ |
| DEUXPEED® | ISOPLANAR™ | Saving our world, 1mW/W/kW at a time™ | TranSiC™ |
| Dual Cool™ | Making Small Speakers Sound Louder and Better™ | SignalWise™ | TriFault Detect™ |
| EcoSPARK® | MegaBuck™ | SmartMax™ | TRUECURRENT®* |
| EfficientMax™ | MICROCOUPLER™ | SMART START™ | µSerDes™ |
| ESBC™ | MicroFET™ | Solutions for Your Success™ |  SerDes™ |
|  | MicroPak™ | SPM® | UHC® |
| Fairchild® | MicroPak2™ | STEALTH™ | Ultra FRFET™ |
| Fairchild Semiconductor® | MillerDrive™ | SuperFET® | UniFET™ |
| FACT Quiet Series™ | MotionMax™ | SuperSOT™-3 | VCX™ |
| FACT® | mWSaver™ | SuperSOT™-6 | VisualMax™ |
| FAST® | OptoHiT™ | SuperSOT™-8 | VoltagePlus™ |
| FastvCore™ | OPTOLOGIC® | SupreMOS® | XS™ |
| FETBench™ | OPTOPLANAR® | SyncFET™ | |

* Trademarks of System General Corporation, used under license by Fairchild Semiconductor.

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support, device, or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

ANTI-COUNTERFEITING POLICY

Fairchild Semiconductor Corporation's Anti-Counterfeiting Policy. Fairchild's Anti-Counterfeiting Policy is also stated on our external website, www.fairchildsemi.com, under Sales Support.

Counterfeiting of semiconductor parts is a growing problem in the industry. All manufacturers of semiconductor products are experiencing counterfeiting of their parts. Customers who inadvertently purchase counterfeit parts experience many problems such as loss of brand reputation, substandard performance, failed applications, and increased cost of production and manufacturing delays. Fairchild is taking strong measures to protect ourselves and our customers from the proliferation of counterfeit parts. Fairchild strongly encourages customers to purchase Fairchild parts either directly from Fairchild or from Authorized Fairchild Distributors who are listed by country on our web page cited above. Products customers buy either from Fairchild directly or from Authorized Fairchild Distributors are genuine parts, have full traceability, meet Fairchild's quality standards for handling and storage and provide access to Fairchild's full range of up-to-date technical and product information. Fairchild and our Authorized Distributors will stand behind all warranties and will appropriately address any warranty issues that may arise. Fairchild will not provide any warranty coverage or other assistance for parts bought from Unauthorized Sources. Fairchild is committed to combat this global problem and encourage our customers to do their part in stopping this practice by buying direct or from authorized distributors.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative / In Design	Datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	Datasheet contains preliminary data; supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
No Identification Needed	Full Production	Datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve the design.
Obsolete	Not In Production	Datasheet contains specifications on a product that is discontinued by Fairchild Semiconductor. The datasheet is for reference information only.

Rev. 164

ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local
Sales Representative