



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.

FAN53555

5 A、2.4 MHz、数字可编程 TinyBuck[®] 调节器

特性

- 固定频率运行：2.4 MHz
- 同级最佳的负载瞬态响应
- 连续输出电流能力：5 A
- 脉冲电流能力：6.5 A (05 选型)
- 2.5 V 至 5.5 V 的输入电压范围
- 数字可编程输出电压：
 - 00/01/03/05/08/18 选型：0.6-1.23 V (10 mV 步幅)
 - 04/042/09 选型：0.603-1.411 V (12.826 mV 步幅)
 - 23 选型：0.60-1.3875 V (12.5 mV 步幅)
 - 24 选型：0.603-1.420 V (12.967 mV 步幅)
 - 13 选型：0.8-1.43 V (10 mV 步幅)
- 可编程电压转换压摆率
- 传输速率高达 3.4 Mbps 的 I²C 兼容接口
- 用于轻载的高效率 PFM 模式
- PFM 模式下的静态电流：60 μ A (典型值)
- 内部软启动
- 输入欠压锁定 (UVLO)
- 热关断和过载保护
- 20 焊球，晶圆级芯片封装 (WLCSP)

应用

- 应用、图形和 DSP 处理器
 - ARM[™]、Krait[™]、OMAP[™]、NovaThor[™]、ARMADA[™]
- 硬盘驱动器
- 平板电脑、网本、超级移动电脑
- 智能手机
- 游戏设备

商标所有权归各自生产商所有。

描述

FAN53555 是一款降压式开关调节器，可从 2.5 V 至 5.5 V 的输入电压电源提供数字化可编程输出。输出电压可通过 I²C 接口进行编程，该接口能够在高达 3.4 MHz 频率下工作。

采用具有同步整流功能的专用架构，FAN53555 能够提供效率超过 80% 的 5 A 电流，并可以在负载电流低至 10 mA 时保持高于 80% 的极高效率。05 选型可以支持高达 6.5 A 的脉冲电流。该稳压器在 2.4 MHz 的标称固定频率下操作，可将外部的输出电感值降至 330 nH，并将输出电容值降至 20 μ F。在不影响稳定的情况下，可添加额外的输出电容，改善负载瞬变期间的调整率。高达 1.2 μ H 的电感可与额外的输出电容一起使用。

在中等负载和轻负载下，通过脉冲频率调制 (PFM)，可使该器件在 60 μ A 典型静态电流的省电模式下工作。即使在这种低静态电流下，该部件也能够在大负载摆幅期间展示卓越的瞬态响应。在较高的负载下，系统会自动切换到 2.4 MHz 的固定频率控制下进行工作。在关断模式中，电源电流会降至 1 μ A 以下，以便降低功耗。在需要恒定频率时可禁用 PFM 模式。FAN53555 的可用规格为 20 焊点，1.6 x 2 毫米，WLCSP。

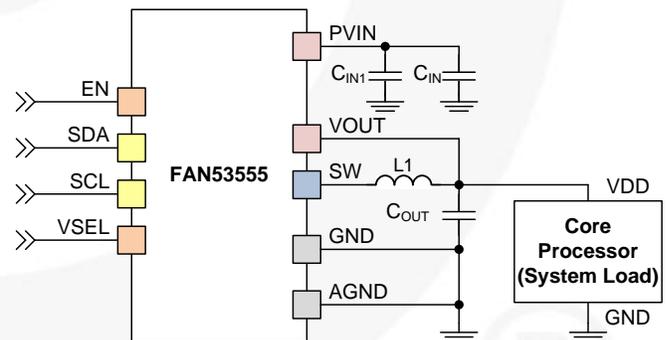


图 1. 典型应用

订购信息

器件编号	上电默认值		I ² C 从地址	A1 引脚功能	最大均方根电流	最大脉冲电流 (50 ms)	温度范围	封装	包装方法
	VSEL0	VSEL1							
FAN53555UC00X	1.05	1.20	C0	VSEL	5 A	N/A	-40 至 85°C	WLCSP-20	卷带和卷盘
FAN53555UC01X	0.90	OFF		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555UC03X	0.90	N/A		PGOOD	5 A	N/A			
FAN53555UC04X	1.10	1.20		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555UC05X	0.90	OFF		VSEL	5 A	6.5 A			
FAN53555BUC05X ⁽¹⁾	0.90	OFF		VSEL	5 A	6.5 A			
FAN53555UC08X	1.02	1.15		VSEL	4 A	N/A			
FAN53555BUC08X ⁽¹⁾	1.02	1.15		VSEL	4 A	N/A			
FAN53555BUC09X ⁽¹⁾	1.10	1.10		VSEL	3 A	N/A			
FAN53555UC09X	1.10	1.10		VSEL	3 A	N/A			
FAN53555UC13X	1.15	1.15		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555BUC13X ⁽¹⁾	1.15	1.15		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555UC18X	1.02	1.15		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555BUC18X ⁽¹⁾	1.02	1.15		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555BUC23X ⁽¹⁾	1.15	1.15		VSEL	5 A	N/A			
FAN53555UC24X	1.225	1.212		VSEL	4 A	N/A			
FAN53555BUC24X ⁽¹⁾	1.225	1.212		VSEL	4 A	N/A			
FAN53555UC042X ⁽²⁾	1.10	1.20	C4	VSEL	5 A	N/A			

注意：

- FAN53555BUC05X、FAN53555BUC08X、FAN53555BUC09X、FAN53555BUC13X、FAN53555BUC18X、FAN53555BUC23X 和 FAN53555BUC24X，包括背面选片结构。
- 除了 I²C 从机地址以外，042 选型与 04 选型相同。

建议使用的外部器件

表 1. 推荐用于最大负载电流 5 A 的外部元件

元件	描述	厂商	参数	典型值	单位
L1	330 nH (标称值)	如需相关特性，请参见表 2	L	0.33	μH
			DCR	13	mΩ
C _{OUT}	2 片； 22 μF, 6.3 V, X5R, 0805	GRM21BR60J226M (Murata) C2012X5R0J226M (TDK)	C	44	μF
C _{IN}	1 片； 10 μF, 10 V, X5R, 0805	LMK212BJ106KG-T (Taiyo Yuden) C2012X5R1A106M (TDK)	C	10	
	2 片； 10 μF, 6.3 V, X5R, 0805	GRM21BR60J106M (Murata) C2012X5R0J106M (TDK)	C	20	
C _{IN1}	10 nF, 25 V, X7R, 0402	GRM155R71E103K (Murata) C1005X7R1E103K (TDK)	C	10	nF

表 2. 适用于高电流应用的推荐电感

生产厂商	部件编号	L (nH)	DCR (mΩ)	$I_{MAXDC}^{(3)}$	元件尺寸		
					L	W	H
Vishay	IHLP1616ABERR47M01	470	20.0	5.0	4.5	4.1	1.2
Mag. Layers ⁽⁴⁾	MMD-04ABNR33M-M1-RU	330	12.5	7.5	4.5	4.1	1.2
Mag. Layers	MMD-04ABNR47M-M1-RU	470	20.0	5.0	4.5	4.1	1.2
Inter-Technical	SM1608-R33M	330	9.6	9.0	4.5	4.1	2.0
Bournes	SRP4012-R33M	330	15.0	6.7	4.7	4.2	1.2
Bournes	SRP4012-R47M	470	20.0	5.0	4.7	4.2	1.2
TDK	VLC5020T-R47M	470	15.0	5.4	5.0	5.0	2.0

注意:

- I_{MAXDC} 是可使温度上升 40°C 或使电感衰减 30% 的电流中的较小者。
- 首选电感值为 330 nH, 而且所有动态特性都要利用此线圈实现。

FAN53555-24、-08 和 -09 降低了输出电流（对于 08，最大 RMS 为 4 A；对于 09，最大 RMS 为 24, 3 A）适用于更小的应用尺寸

FAN53555-24、-08 和 -09 旨在为锂离子供电手持设备中具有高性能图形加速的核心处理器供电。这些应用需要非常紧凑的解决方案。下表中的较小输入和输出电容是假设调节器旁边的电池上存在其它旁路电容。下表指定的 C_{IN} 电容是必须非常接近 V_{IN} 和 PGND 的电容（参见下图 2 中的推荐布局）。

表 3. FAN53555-08 的低电流应用的推荐外部元件

元件	描述	厂商	参数	典型值	单位
L1	470 或 330 nH, 2016 外壳大小	如需相关特性, 请参见表 4			
C_{OUT}	-08、24 选型 2 片 22 μ F, 6.3 V, X5R, 0603	C1608X5R0J226M (TDK)	C	44	μ F
	-09 选型 1 片 22 μ F, 6.3 V, X5R, 0603			22	
C_{IN}	1 片; 10 μ F, 10 V, X5R, 0402	GRM155R61A106M (Murata)	C	10	
C_{IN1}	10 nF, 25 V, X5R, 0201	TMK063CG100DT-F (Taiyo Yuden)	C	10	nF

表 4. FAN53555-08 的低电流应用的推荐电感

生产厂商	部件编号	L (nH)	DCR (mΩ, 典型值)	$I_{MAXDC}^{(5)}$	元件尺寸		
					L	W	H
Toko	DFE201612R-H-R33N	330	25	3.2	2.0	1.6	1.2
Toko	DFE201612C-R47N	470	40	3.2	2.0	1.6	1.2
Cyntek	PIFE20161B-R47MS-39	470	30	3.1	2.0	1.6	1.2
SEMCO	CIGT201610HMR47SCE	470	30	3.1	2.0	1.6	0.9

注:

- I_{MAXDC} 是可使温度上升 40°C 或使电感衰减 30% 的电流中的较小者。

布局

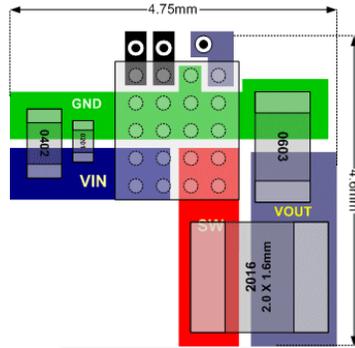


图 2. 减小尺寸的布局

引脚配置

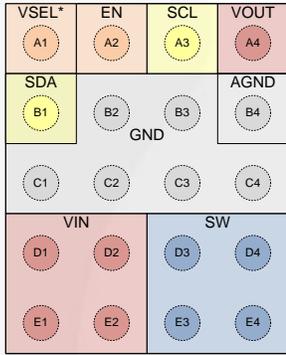
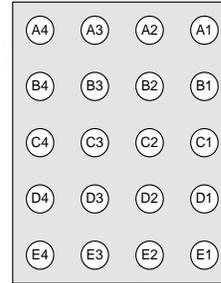


图 3. 俯视图



A1=00、01、04、05、08、09、13、18、23、24 的 VSEL
A1=03 的 PGOOD

图 4. 底视图

引脚定义

引脚号	名称	描述
A1	VSEL (-03 选型 除外)	电压选择。 该引脚处于低电平时， V_{OUT} 由 VSEL0 寄存器设置。该引脚处于高电平时， V_{OUT} 由 VSEL1 寄存器设置。
	PGOOD (03)	电源正常。 如果出现过载情况或正在进行软启动，则该漏极开路引脚将拉至低电平。
A2	EN	使能。 该引脚处于低电平时，器件为关断模式。关断时所有寄存器值将被保存。EN 引脚上升时，选型 00、01、03、05、08、09、13、18 和 23 无法复位寄存器值。EN 引脚处于低电平时，04、24 和 042 选型可将所有寄存器重置为默认值。如果上拉至大于 1.8 V 的低阻抗电压源，则至少使用 100 Ω 串联电阻。
A3	SCL	I²C 串行时钟
A4	VOUT	VOUT。 VOUT 的感测引脚。连接至 COUT。
B1	SDA	I²C 串行数据
B2, B3, C1 – C4	GND	接地。 低侧 MOSFET 以此引脚为参考。C _{IN} 和 C _{OUT} 应使用最短路径返回到这些引脚。
B4	AGND	模拟地。 所有信号均以该引脚为参照。避免高 dV/dt 交流电流经由此引脚的路径。
D1, D2, E1, E2	VIN	电源输入电压。 连接至输入电源。使用最短路径连接至 C _{IN} 。
D3, D4, E3, E4	SW	开关节点。 连接至电感。

绝对最大额定值

应力超过绝对最大额定值，可能会损坏器件。在超出推荐的工作条件的情况下，该器件可能无法正常工作，所以不建议让器件在这些条件下长期工作。此外，长期在高于推荐的工作条件下工作，会影响器件的可靠性。绝对最大额定值仅是应力规格值。

符号	参数		最小值	最大值	单位
V_{IN}	SW、VIN 引脚上的电压	IC 未转换	-0.3	7.0	V
		IC 开关	-0.3	6.5	
	EN 引脚上的电压	无需串联电阻即可连接	-0.3	2.0	V
		通过至少 100 Ω 的串联电阻进行连接	-0.3	$V_{IN}^{(6)}$	
	任意其它引脚上的电压	IC 未转换	-0.3	$V_{IN}^{(6)}$	V
V_{OUT}	VOUT 引脚上的电压		-0.3	3.0	V
V_{INOV_SLEW}	$V_{IN} > 6.5$ V 的最大压摆率，PWM 开关			100	V/ms
ESD	静电放电防护等级	人体模型满足 JESD22-A114	2000		V
		充电器件模型 JESD22-C101	1500		
T_J	结温		-40	+150	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	存储温度		-65	+150	$^{\circ}\text{C}$
T_L	引脚焊接温度，10 秒			+260	$^{\circ}\text{C}$

注：

6. 选取 7 V 与 $V_{IN} + 0.3$ V 中的较小值。

推荐工作条件

推荐的操作条件表明了器件的真实工作条件。指定推荐的工作条件，以确保器件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	典型值	最大值	单位
V_{IN}	电源电压范围	2.5		5.5	V
I_{OUT}	输出电流	0		5	A
L	电感		0.33		μH
C_{IN}	输入电容		10		μF
C_{OUT}	输出电容		44		μF
T_A	操作环境温度	-40		+85	$^{\circ}\text{C}$
T_J	工作结温	-40		+125	$^{\circ}\text{C}$

热性能

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
θ_{JA}	结-环境之间热阻 ⁽⁷⁾		38		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

注：

7. 参阅“应用信息”部分的热考虑因素。

电气特性

除非另有说明，测得最小值和最大值的条件为 $V_{IN}=2.5\text{ V}$ 至 5.5 V ， $T_A=-40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 典型值测量条件为 $T_A=25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN}=5\text{ V}$ 以及 $EN=\text{高电平}$ 。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
电源							
I_Q	静态电流	$I_{LOAD}=0$		60	100	μA	
		$I_{LOAD}=0$ ，MODE位=1（强制 PWM）		43		mA	
I_{SD}	H/W 关断电源电流	EN=GND		0.1	5.0	μA	
	S/W 关断电源电流	EN= V_{IN} ，BUCK_ENx=0		41	75	μA	
V_{UVLO}	欠压闭锁阈值	V_{IN} 上升		2.35	2.45	V	
V_{UVHYST}	欠压锁定滞环宽度			350		mV	
EN, VSEL, SDA, SCL							
V_{IH}	高电平输入电压		1.1			V	
V_{IL}	低电平输入电压				0.4	V	
V_{LHYST}	逻辑输入滞回电压			160		mV	
I_{IN}	输入偏置电流	输入连接到 GND 或 V_{IN}		0.01	1.00	μA	
PGOOD（03 选型）							
I_{OUTL}	PGOOD 下拉电流				1	mA	
I_{OUTH}	PGOOD 高漏电流			0.01	1.00	μA	
V_{OUT} 调节							
V_{REG}	V_{OUT} 直流精度	$I_{OUT(DC)}=0$ ，强制 PWM， $V_{OUT}=V_{SELO}$ 默认值	-1.5		1.5	%	
		08、24 选型	$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 4.5\text{ V}$ ， V_{OUT} 从最小值到最大值， $I_{OUT(DC)}=0$ 至 4 A，自动 PFM/PWM	-2.0		4.0	%
		09 选型	$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 4.5\text{ V}$ ， V_{OUT} 从最小值到最大值， $I_{OUT(DC)}=0$ 至 3 A，自动 PFM/PWM	-2.0		4.0	%
		13、18、23 选型	$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 4.5\text{ V}$ ， V_{OUT} 从最小值到最大值， $I_{OUT(DC)}=0$ 至 5 A，自动 PFM/PWM	-2.0		4.0	%
		全部其它选型	$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{ V}$ ， V_{OUT} 从最小值到最大值， $I_{OUT(DC)}=0$ 至 5 A，自动 PFM/PWM	-3.0		5.0	%
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta I_{LOAD}}$	负载调节	$I_{OUT(DC)}=1$ 至 5 A		-0.1		%/A	
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$	线路调节	$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{ V}$ ， $I_{OUT(DC)}=1.5\text{ A}$		0.01		%/V	
V_{TRSP}	瞬态响应	I_{LOAD} 阶跃 0.1 A 至 1.5 A， $t_r=t_f=100\text{ ns}$ ， $V_{OUT}=1.2\text{ V}$		± 40		mV	

接下页

电气特性

除非另有说明，测得最小值和最大值的条件为 $V_{IN}=2.5\text{ V}$ 至 5.5 V ， $T_A=-40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 典型值测量条件为 $T_A=25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN}=5\text{ V}$ 以及 $EN=\text{高电平}$ 。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功率开关和保护						
$R_{DS(ON)P}$	P 沟道 MOSFET 导通电阻	$V_{IN}=5\text{ V}$		28		$\text{m}\Omega$
$R_{DS(ON)N}$	N 沟道 MOSFET 导通电阻	$V_{IN}=5\text{ V}$		17		$\text{m}\Omega$
I_{LIMPK}	P-MOS 峰值限流	00、01、03、04、13、18、23、042 选型	6.3	7.4	8.5	A
		05 选型	8.5	10.0	11.5	A
		08、24 选型	5.0	5.9	6.8	A
		09 选型	4.00	4.75	5.50	
T_{LIMIT}	热关断			150		$^\circ\text{C}$
T_{HYST}	热关闭滞环宽度			17		$^\circ\text{C}$
V_{SDWN}	输入 OVP 关断	上升阈值		6.15		V
		下降阈值	5.50	5.85		V
频率控制						
f_{SW}	振荡器频率		2.05	2.40	2.75	MHz
DAC						
	分辨率			6		位
	微分非线性 ^(a)				0.5	LSB
计时						
I^2C_{EN}	$EN=\text{高电平}$ 至 I^2C 启动		100			μs
软启动						
t_{SS}	调节器使能至调节 V_{OUT}	$R_{LOAD}> 5\ \Omega$ ，到 $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ ； 00、01、03、04、042、05、09、 13 和 23 选型		300		μs
		$2.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 4.5\text{ V}$ ； $R_{LOAD}=2\ \Omega$ ；到 $V_{OUT}=1.127\text{ V}$ （1.1 V 预偏压；08 和 18 选型）		135	175	μs
R_{OFF}	V_{OUT} 下拉电阻，禁用	$EN=0$ 或 $V_{IN}<V_{UVLO}$		160		Ω

注：

8. 根据设计确定单调性。

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	
		增强快速模式			1000	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF			3400	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF			1700	
t _{BUF}	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		
		增强快速模式		0.5		
t _{HD;STA}	START 或 REPEATED START 保持时间	标准模式		4		μs
		快速模式		600		ns
		增强快速模式		260		ns
		高速模式		160		ns
t _{LOW}	SCL 低电平周期	标准模式		4.7		μs
		快速模式		1.3		μs
		增强快速模式		0.5		μs
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		160.0		ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		320.0		ns
t _{HIGH}	SCL 高电平周期	标准模式		4		μs
		快速模式		600		ns
		增强快速模式		260		ns
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		60		ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		120		ns
t _{SU;STA}	REPEATED START 建立时间	标准模式		4.7		μs
		快速模式		600.0		ns
		增强快速模式		260.0		ns
		高速模式		160.0		ns
t _{SU;DAT}	数据建立时间	标准模式		250		ns
		快速模式		100		
		增强快速模式		50		
		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		900.00	ns
		增强快速模式	0		450.00	ns
		高速模式, C _B ≤ 100 pF	0		70.00	ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF	0		150.00	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	
		增强快速模式	20+0.1C _B		120	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	80	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	160	

接下页

I²C 时序规格 (续)

设计保证。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
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	
		增强快速模式	20+0.1C _B		120	
		高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	40	
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	80	
t _{RCL1}	REPEATED START 条件后以及 ACK 位后的 SCL 上升时间	高速模式, C _B ≤ 100 pF		10	80	ns
		高速模式, C _B ≤ 400 pF		20	160	
t _{RDA}	SDA 上升时间	标准模式	20+0.1C _B		1000	ns
		快速模式	20+0.1C _B		300	
		增强快速模式	20+0.1C _B		120	
		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	
		增强快速模式	20+0.1C _B		120	
		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
		增强快速模式		120		ns
		高速模式		160		ns
C _B	SDA 和 SCL 的容性负载				400	pF

时序图

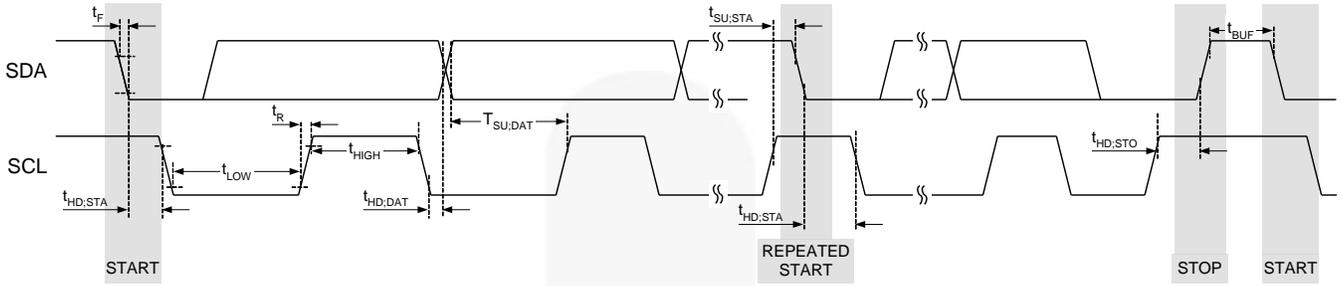
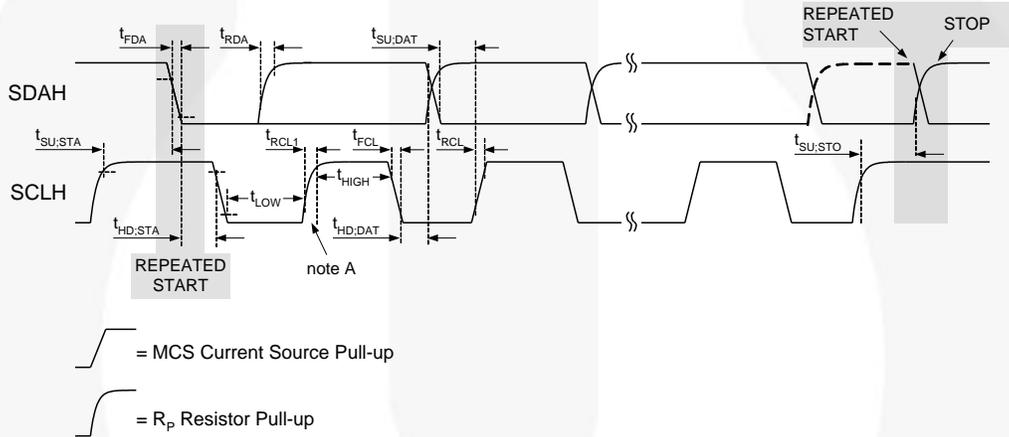


图 5. 适用于增强快速模式、快速模式和慢速模式的 I²C 接口时序



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

图 6. 适用于高速模式的 I²C 接口时序



典型特性

除非另有规定，自动 PFM/PWM， $V_{IN}=3.6\text{ V}$ 、 $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ 、 $SCL=SDA=VSEL=EN=1.8\text{ V}$ 、 $T_A=25^\circ\text{C}$ ；电路和元件依据图 1 和表 1。

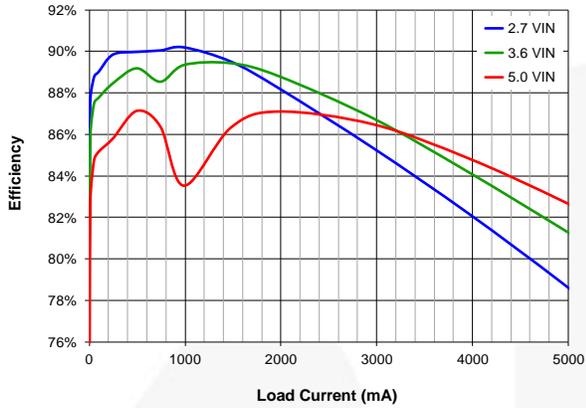


图 7. 效率与负载电流和输入电压的关系

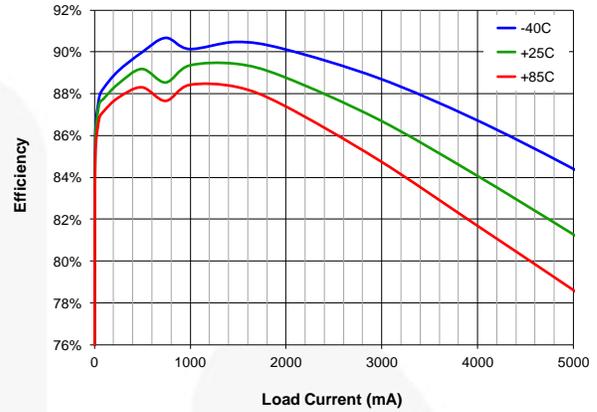


图 8. 效率与负载电流和温度的关系

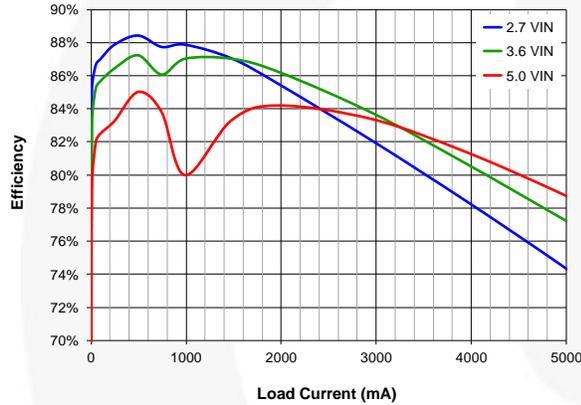


图 9. 效率与负载电流和输入电压的关系， $V_{OUT}=0.9\text{ V}$

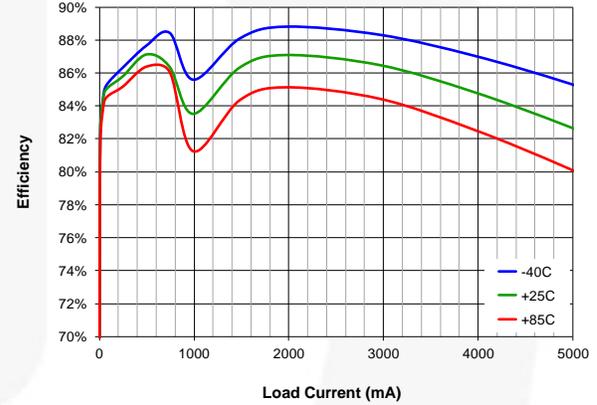


图 10. 效率与负载电流和温度的关系， $V_{IN}=5\text{ V}$ ， $V_{OUT}=1.2\text{ V}$

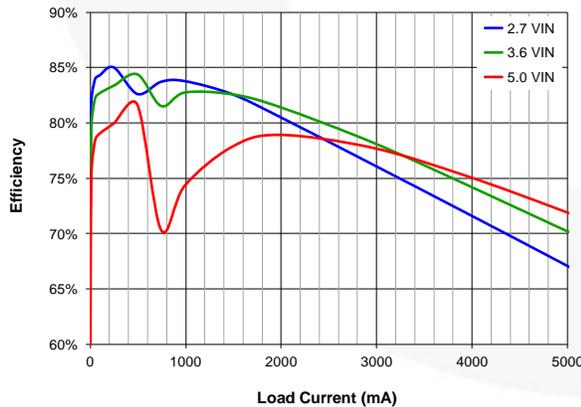


图 11. 效率与负载电流和输入电压的关系， $V_{OUT}=0.6\text{ V}$

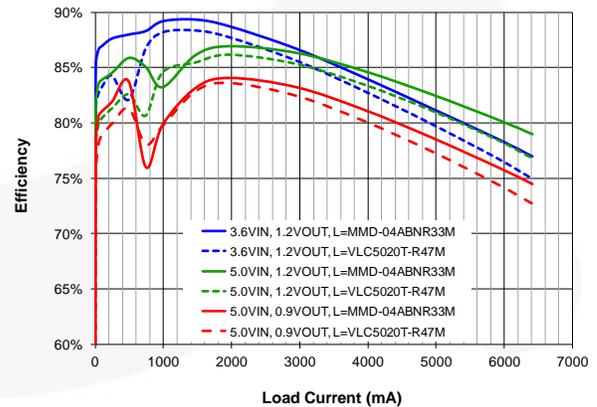


图 12. 效率与负载电流的关系， $V_{IN}=3.6\text{ V}$ 和 5 V ， $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ 和 0.9 V

典型特性 (续)

除非另有规定, 自动 PFM/PWM, $V_{IN}=3.6\text{ V}$ 、 $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ 、 $SCL=SDA=VSEL=EN=1.8\text{ V}$ 、 $T_A=25^\circ\text{C}$; 电路和元件依据图 1 和表 1。

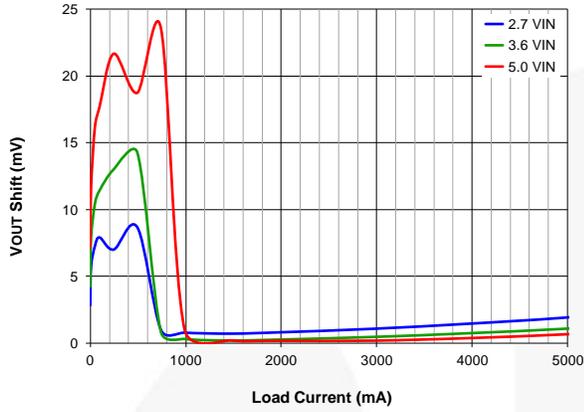


图 13. 输出调节与负载电流和输入电压的关系, $V_{OUT}=1.2\text{ V}$

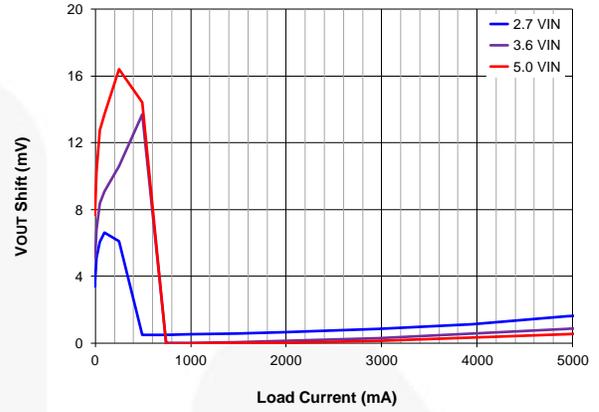


图 14. 输出调节与负载电流和输入电压的关系, $V_{OUT}=0.9\text{ V}$

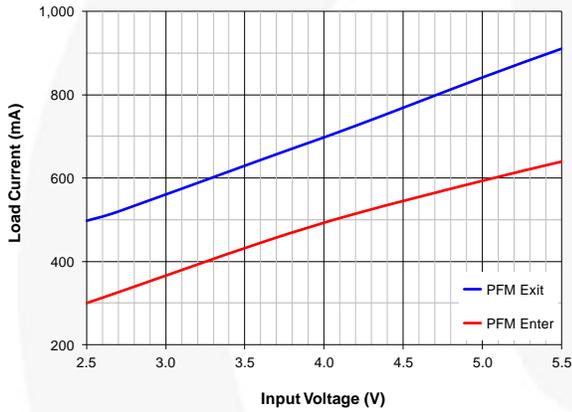


图 15. PFM 入口/出口电平与输入电压的关系, $V_{OUT}=1.2\text{ V}$

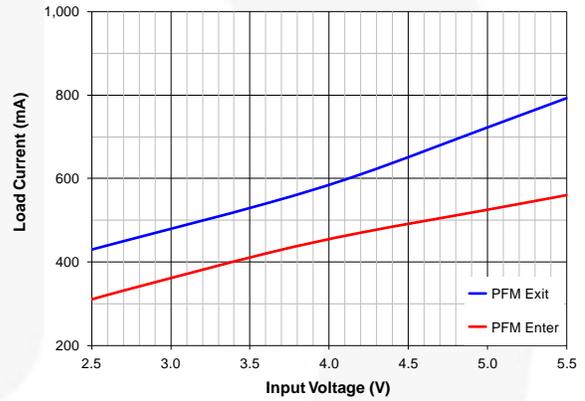


图 16. PFM 入口/出口电平与输入电压的关系, $V_{OUT}=0.9\text{ V}$

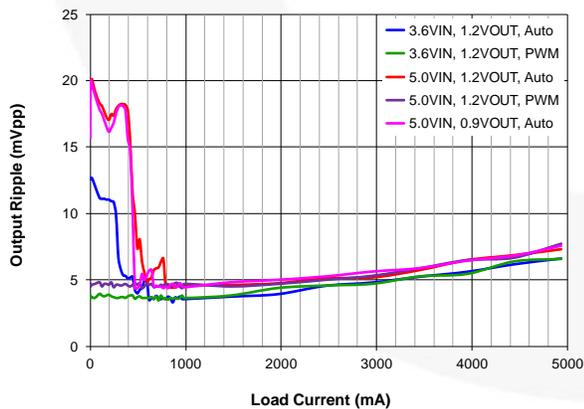


图 17. 输出纹波与负载电流的关系, $V_{IN}=5\text{ V}$ 和 3.6 V , $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ 和 0.9 V , 自动和 FPWM

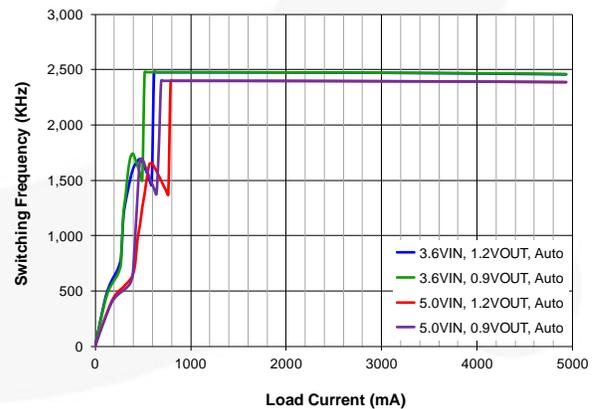


图 18. 频率与负载电流的关系, $V_{IN}=5\text{ V}$ 和 3.6 V , $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ 和 0.9 V , 自动 FPWM

典型特性 (续)

除非另有规定, 自动 PFM/PWM, $V_{IN}=3.6\text{ V}$, $V_{OUT}=1.2\text{ V}$, $SCL=SDA=VSEL=EN=1.8\text{ V}$, $T_A=25^\circ\text{C}$; 电路和元件依据图 1 和表 1。

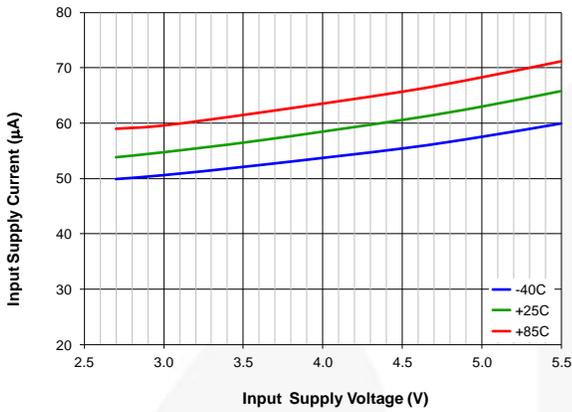


图 19. 静态电流与输入电压和温度的关系, 自动 PWM

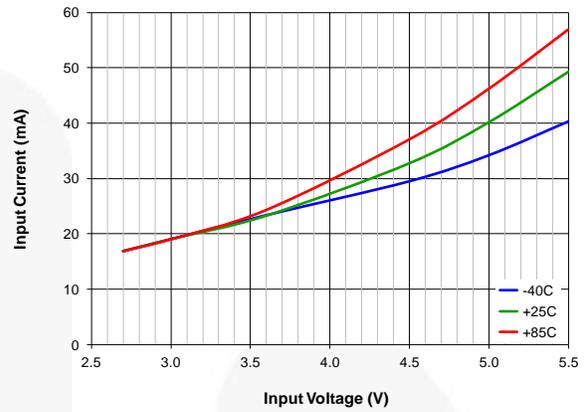


图 20. 静态电流与输入电压和温度的关系, FPWM

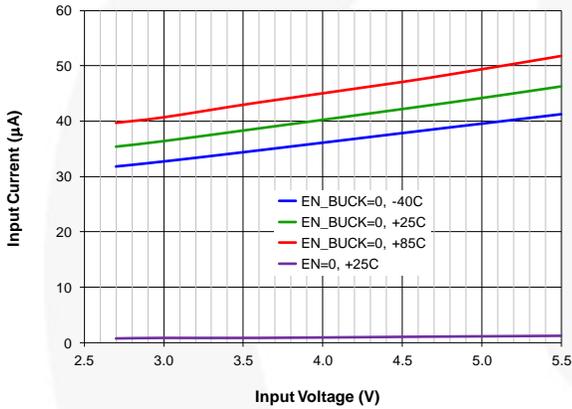


图 21. 关断电流与输入电压和温度的关系

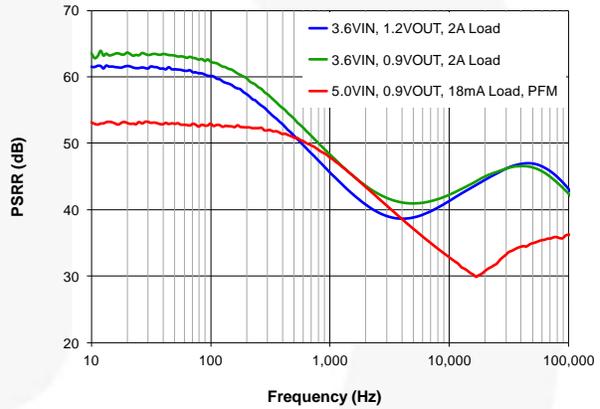


图 22. PSRR vs. 频率

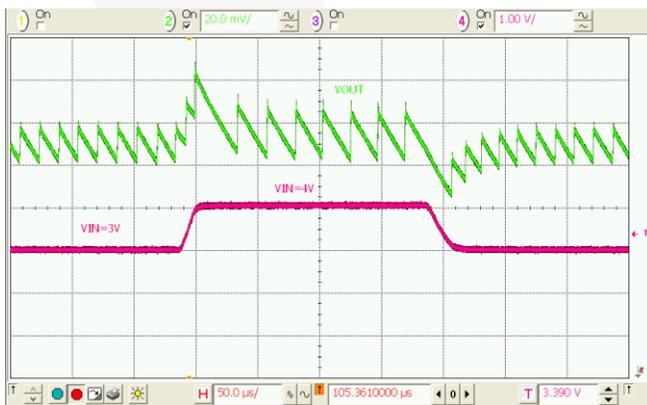


图 23. 线路瞬态, 3-4 V_{IN} , 1.2 V_{OUT} , 10 μs 边沿, 50 Ω 负载



图 24. 线路瞬态, 3-4 V_{IN} , 1.2 V_{OUT} , 10 μs 边沿, 1 A 负载

典型特性 (续)

除非另有规定, 自动 PFM/PWM, $V_{IN}=3.6\text{ V}$, $V_{OUT}=1.2\text{ V}$, $SCL=SDA=VSEL=EN=1.8\text{ V}$, $T_A=25^\circ\text{C}$; 电路和元件依据图 1 和表 1。

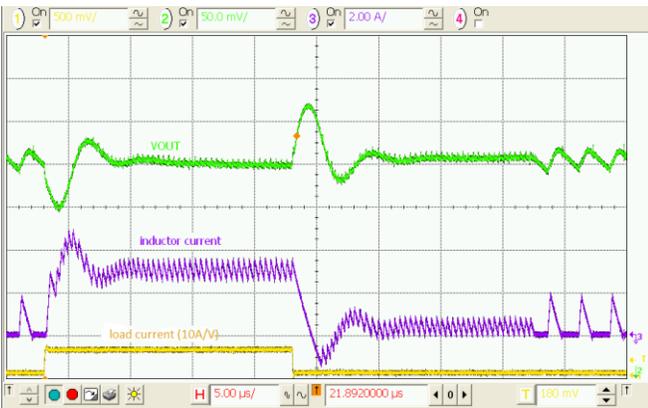


图 25. 负载瞬态, 5 V_{IN} , 0.9 V_{OUT} , 0.3-3 A, 100 ns 边沿

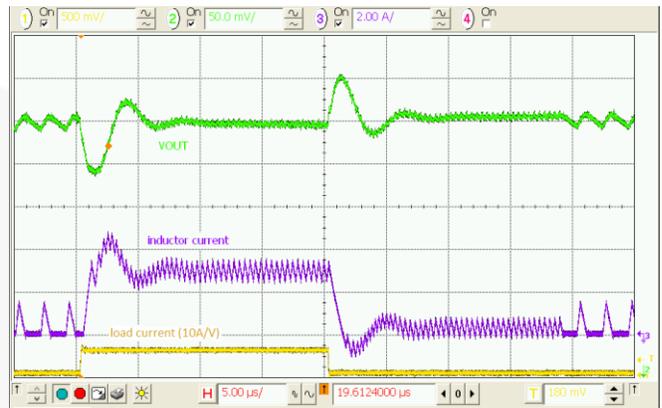


图 26. 负载瞬态, 3.6 V_{IN} , 1.2 V_{OUT} , 0.3-3 A, 100 ns 边沿

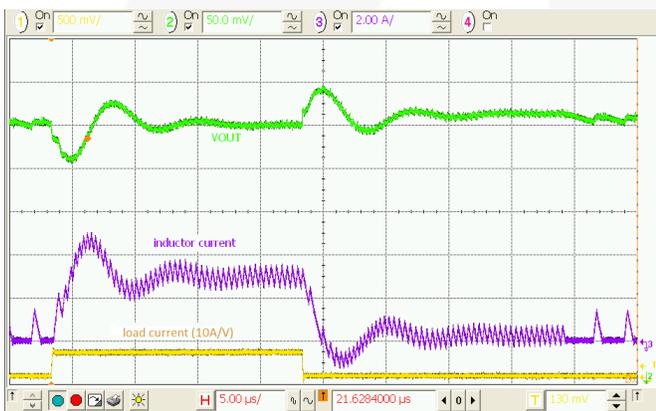


图 27. 负载瞬态, 3.6 V_{IN} , 1.2 V_{OUT} , 0.3-3 A, 100 ns 边沿, $C_{OUT}=4 \times 22\ \mu\text{F}$



图 28. 负载瞬态, 3.6 V_{IN} , 1.2 V_{OUT} , 1.5-6 A, 100 ns 边沿, $C_{OUT}=4 \times 22\ \mu\text{F}$

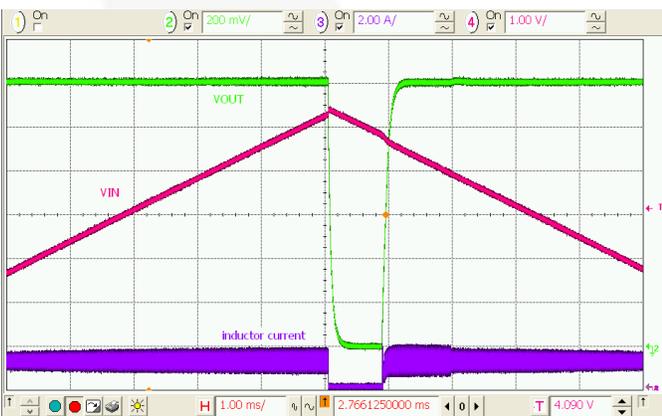


图 29. 输入过压保护

典型特性 (续)

除非另有规定，自动 PFM/PWM， $V_{IN}=3.6\text{ V}$ ， $V_{OUT}=1.2\text{ V}$ ， $SCL=SDA=VSEL=EN=1.8\text{ V}$ ， $T_A=25^\circ\text{C}$ ；电路和元件依据图 1 和表 1。



图 30. 启动/关断，空载， $V_{OUT}=0.9\text{ V}$



图 31. 启动/关断，180 mΩ 负载， $V_{OUT}=0.9\text{ V}$

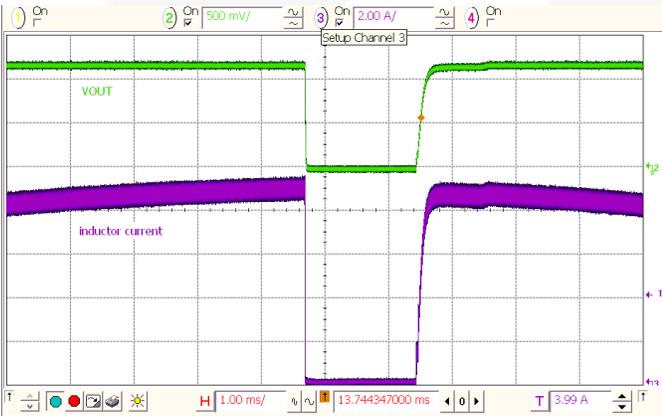


图 32. 过载保护和恢复

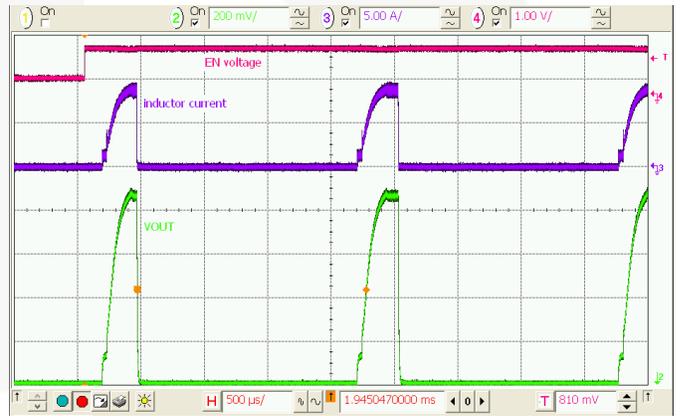


图 33. 启动持续到负载出现故障， $V_{OUT}=0.9\text{ V}$



工作说明

FAN53555 是一款降压式开关调节器，可从 2.5 V 至 5.5 V 的输入电压电源提供可编程输出电压。FAN53555 采用具有同步整流功能的专用架构，能够在效率超过 80% 时提供 5 A 电流。05 选型可以支持高达 6.5 A 的脉冲电流。该调节器在满负载下以 2.4 MHz 的标称频率运行，可将外部组件的输出电感值降至 330 nH，并将输出电容值降至 22 μ F。使用单脉冲 PFM 模式，在轻载时可保持高效。

FAN53555 集成了 I²C 兼容接口，从而可实现高达 3.4 Mbps 的传输速率。该通信接口可用于：

- 对 10 mV 的输出电压进行动态重新编程，12.826 mV 增量（选型 04、09 和 042），12.5 mV 增量（选型 23），或 12.967 mV 增量（选型 24）；
- 对模式进行重新编程，以使能或禁用 PFM；
- 控制电压转换压摆率；或者
- 使能/禁用调节器。

控制模式

FAN53555 使用独特的非线性、固定频率 PWM 调制器，实现快速负载瞬态响应，同时在较宽的操作条件下保持恒定的开关频率。稳压器性能独立于输出电容 ESR，可使用陶瓷输出电容。尽管这类操作通常会导致开关频率随输入电压和负载电流发生变化，但内部频率环可在较大的输入电压和负载电流范围内保持开关频率的稳定。

若为极轻载情况，FAN53555 在断续电流 (DCM) 单脉冲 PFM 模式下操作，与其它 PFM 结构相比，可产生较低的输出纹波。在 PWM 和 PFM 模式之间进行转换是相对无缝的，支持在 DCM 和 CCM 模式之间进行平滑转换。

通过对 VSEL 寄存器中的 MODE 位高电平进行编程，可以禁用 PFM。

使能和软启动

EN 引脚处于低电平时，IC 处于关断状态，所有内部电路保持关闭状态，而且器件消耗的电流微乎其微。在这种状态下，I²C 无法写入或读取。对于除 04 和 042 选型之外的所有选型，在 EN 引脚处于低电平时，所有寄存器值都将被保存。对于 04、24 和 042 选型，当 EN 引脚处于低电平时，寄存器重置为默认值。对于所有选型，会在上电复位 (POR) 期间将寄存器重置为默认值。

如果 CONTROL 寄存器中的 OUTPUT_DISCHARGE 位使能（逻辑高电平），而且 EN 引脚处于低电平或 BUCK_Enx 位处于低电平，则负载将从 VOUT 连接到 GND，以对输出电容进行放电。

在 BUCK_Enx 位处于高电平时提升 EN 可激活器件并开始进行软启动循环。在软启动过程中，调制器的内部参考上升缓慢，以最大限度地减小输入端浪涌电流，并防止输出电压过冲。软启动期间禁止同步整流，从而 IC 可开始对电容性负载预充电。

如果使用较大的输出电容值，调节器可能无法启动。用于在恒流重载条件下成功启动的最大 C_{OUT} 电容约为：

$$C_{OUTMAX} \approx (I_{LIMPK} - I_{LOAD}) \cdot \frac{320\mu}{V_{OUT}} \quad (1)$$

其中，C_{OUTMAX} 用 μ F 表示，而 I_{LOAD} 是软启动过程中的负载电流，用 A 表示。

如果调节器处于其 16 个连续限流周期的限流状态，则调节器将关断，并在 1700 ms 后重新尝试软启动之前进入 3 态。这会在软启动过程中限制最大输出电流的占空比，以防止过热。

通过 BUCK_EN 位，当 EN 处于高电平时，IC 可实现调节器的软件使能。在 00、04、08、09、23、24 和 042 选型中，BUCK_EN0 和 BUCK_EN1 均初始化为高电平。无论 VSEL 引脚的状态如何，这些选型都可在上电复位 (POR) 后启动。

在 01 和 05 选型中，BUCK_EN0 和 BUCK_EN1 初始化为 10。使用这些选型，如果 IC 对通过 I²C 通信所用的处理器供电，POR 之后，VSEL 必须为低电平，03 选型将 VSEL 输入至调制器逻辑内部固定在低电平。

表 5. 硬件和软件使能

引脚		位		
EN	VSEL	BUCK_EN0	BUCK_EN1	输出
0	X	X	X	关
1	0	0	X	关
1	0	1	X	导通
1	1	X	0	关
1	1	X	1	导通

VSEL 引脚和 I²C 编程输出电压

输出电压由 VSEL0 和 VSEL1 寄存器中的 NSELx 控制位设置。选型 00、01、03、05、08 和 18 的输出电压可由下式给出：

$$V_{OUT} = 0.60V + NSELx \cdot 10mV \quad (2)$$

例如，如果 NSEL=011111（31 十进制），则 V_{OUT}=0.60 + 0.310=0.91 V。

对于 04、042 和 09 选型，输出电压可由下式给出：

$$V_{OUT} = 0.603V + NSELx \cdot 12.826mV \quad (3)$$

对于 13 选型，输出电压可由下式给出：

$$V_{OUT} = 0.80V + NSELx \cdot 10mV \quad (4)$$

对于 23 选型，输出电压可由下式给出：

$$V_{OUT} = 0.60V + NSELx \cdot 12.5mV \quad (5)$$

对于 24 选型，输出电压可由下式给出：

$$V_{OUT} = 0.603V + NSELx \times 12.967mV \quad (6)$$

输出电压也可以通过将 VSEL 引脚切换为低电平或高电平进行控制。VSEL 低电平对应于 VSEL0，而 VSEL 高电平对应于 VSEL1。表 9 上电复位 (POR) 后，VSEL0 和 VSEL1 将被重置为其默认电压，如所示。

转换压摆率限制

从低电压转换到高电压时，可使用 CONTROL 寄存器中的 SLEW 位对 IC 进行编程来使用八个可能的压摆率之一。

表 6. 转换压摆率

十进制	二进制	压摆率	
0	000	64.00	mV / μ s
1	001	32.00	mV / μ s
2	010	16.00	mV / μ s
3	011	8.00	mV / μ s
4	100	4.00	mV / μ s
5	101	2.00	mV / μ s
6	110	1.00	mV / μ s
7	111	0.50	mV / μ s

从高电压转换到低电压依赖输出负载将 V_{OUT} 放电至新设置点。一旦开始高电压到低电压的转换，IC 将停止转换，直至 V_{OUT} 达到新设置点。

对于 04、042、09、23 和 24 选型，其中动态电压调整 (DVS) 步幅并非 10 mV；实际压摆率相应值如表 6 所示，按照 DVS 步幅 10 mV 的比率进行调整。例如，对于 Bin=011，选型 13 的压摆率为 8.00 mV / μ s X 12.5 mV / 10 mV=10.00 mV / μ s。

欠压锁定

EN 高电平时，欠压锁定令部件无法操作，直至电源电压升高到足以正常操作的水平。可以保证在启动或关断期间避免出现误操作。

输入过压保护 (OVP)

当 V_{IN} 超过 V_{SDWN} (约 6.2 V) 时，IC 将停止转换，以保护电路免受超过 6.5 V 的内部尖峰的损坏。内部滤波器可防止电路因噪声尖峰而关断。

电源正常 (03 选型)

PGOOD 引脚是漏极开路输出，表示当其状态为高电平时，调节器使能。在下列条件下，PGOOD 将拉至低电平：

- 调节器禁用 (EN 引脚处于低电平、被 I²C 禁用、故障超时、UVLO、OVP、过温)；
- 调节器正在进行软启动。

在 I²C 进行 V_{OUT} 转换期间，PGOOD 保持为高电平。

电流限制

输出电路中的大负载或短路会导致电感中的电流增大，直至达到高端开关的最大电流阈值。达到该值后，高端开关关闭，以避免因电流过大造成损坏。限流中若有 16 个连续限流循环，将导致调节器关断并停止大约 1700 μ s，然后尝试重启。

热关断

由于负载过大或环境温度过高造成死区温度升高时，输出开关电路将禁用，直至死区温度充分降低后方可启用。结温即启动热关闭的温度通常为 150°C，滞环为 17°C。

监视器寄存器 (Reg05)

监视器寄存器可指示 IC 的调节状态。如果 IC 使能且正在进行调节，则其值为 (1000 0000)。

I²C 接口

FAN53555 的串行接口兼容标准、快速、增强快速和高速模式 I²C-Bus® 规格。FAN53555 的 SCL 线路为输入端，SDA 线路为双向开漏输出端；激活时，它只能下拉总线。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。

I²C 从地址

在十六进制记数法中，从机地址假定为 0 LS 位。对于除 -42 之外的所有选型，十六进制从机地址为 C0，而 -42 的十六进制从机地址为 C4。

表 7. I²C 从地址

选项	十六进制	位							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00 至 24	C0	1	1	0	0	0	0	0	R/W
42	C4	1	1	0	0	0	1	0	R/W

其它从机地址可以分配。请联系飞兆半导体公司代表。

总线时序

如图 34 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，数据快速切换，提供足够时间，确保在下一个 SCL 上升沿到来前建立数据。

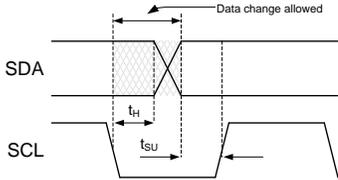


图 34. 数据传输时序

每次总线处理总是在 SDA 和 SCL 为高电平时开始和停止。一次传输起始于一个 START 条件，该条件定义为 SCL 高电平时 SDA 从 1 到 0 切换，如图 35 所示。

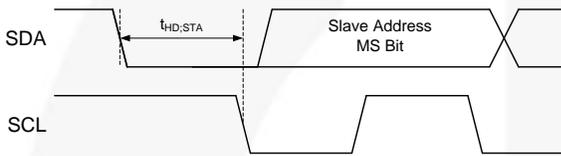


图 35. 起始位

一次传输起始于一个 STOP 条件，该条件定义为 SCL 高电平时 SDA 从 0 到 1 切换，如图 36 所示。

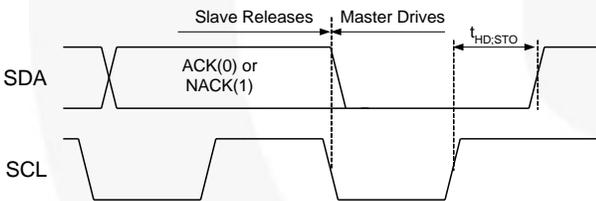


图 36. 停止位

在读取 FAN53555 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 为高时 SDA 从 1 到 0 的切换，如图所示图 37。

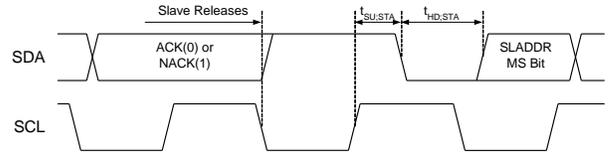


图 37. 重复启动时序

高速 (HS) 模式

除了 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（低于 1 MHz 时钟）；从机不对此传输做出应答。

主机产生重复启动情况（图 35），导致总线上的所有从机切换至 HS 模式。然后，主机会使用 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 36）。在处于 HS 模式时，数据包会被重复启动情况分离（图 37）。

读和写的处理

下图概述了数据的读写顺序。总线控制即数据包的阴影部分，定义为 **Master Drives Bus** 和 **Slave Drives Bus**。所有地址和数据均为 MSB 优先。

表 8. 和的 I²C 位定义图 38 图 39

符号	定义
R	REPEATED START, 参见图 37
P	STOP, 参见图 36
S	START, 参见图 35
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	REPEATEDSTART, 参见图 37。
P	STOP, 参见图 36。



图 38. 写操作



图 39. 读操作

寄存器说明

表 9. 寄存器映射

十六进制地址	名称	功能	上电复位(POR)默认值			
			选项	V _{OUT}	二进制	十六进制
00	VSEL0	在 VSEL 引脚 = 0 时控制 V _{OUT} 设置	00	1.050	10101101	AD
			08, 18	1.020	10101010	AA
			01, 03, 05	0.900	10011110	9E
			04,	1.100	10100111	A7
			24	1.225	10110000	B0
			13	1.150	10100011	A3
			23	1.150	10101100	AC
			09	1.100	10100111	A7
01	VSEL1	在 VSEL 引脚 = 1 时控制 V _{OUT} 设置	00	1.200	11111100	FC
			01, 05	1.000	01101000	68
			04,	1.200	11101111	EF
			24	1.212	10101111	AF
			08, 18	1.150	10110111	B7
			13	1.150	10100011	A3
			23	1.150	10101100	AC
			09	1.100	11100111	E7
02	CONTROL	确定 V _{OUT} 输出放电是否使能以及正向转换的压摆率	00, 01, 03, 04, 05, 24		10000000	80
			08, 09, 18		00000000	00
			13, 23		10110000	B0
03	ID1	只读寄存器确定供应商和芯片类型	00, 13, 23, 24		10000000	80
			01		10000001	81
			03		10000011	83
			04		10000100	84
			05		10000101	85
			08, 18		10001000	88
			09		10001100	8C
04	ID2	只读寄存器确定裸片变更	所有		0000XXXX	0X
05	MONITOR	指示器件状态	所有		X0000000	X0

位定义

下表定义了寄存器所有位的操作。粗体表示上电默认值。

位	名称	数值	描述
VSEL0 R/W 寄存器地址: 00			
7	BUCK_EN0	1	软件降压使能。EN 引脚处于低电平时，调节器处于关闭状态。EN 引脚处于高电平时，BUCK_EN 位优先。
6	MODE0	0	轻载条件下允许自动 PFM 模式。
		1	强制 PWM 模式。
5:0	NSELO	00 选型 101101	将 V_{OUT} 值设置为 0.6 至 1.23 V (10 mV 步幅) (见等式 (2))。
		08、18 选型 101010	
		01、03、05 选型 011110	
		04 选型 100111	将 V_{OUT} 值设置为 0.603 至 1.411 V (12.826 mV 步幅) (见等式 (3))。
		09 选型 100111	
		13 选型 100011	将 V_{OUT} 值设置为 0.8 至 1.43 V (10 mV 步幅) (见等式 (4))。
		23 选型 101100	将 V_{OUT} 值设置为 0.6 至 1.3875 V (12.5 mV 步幅) (见等式 (5))。
		24 选型 110000	将 V_{OUT} 值设置为 0.603 至 1.42 V (12.967 mV 步幅) (见等式 (6))。
VSEL1 R/W 寄存器地址: 01			
7	BUCK_EN1	00、04、08、09、13、18、23、24 选型 1	软件降压使能。EN 引脚处于低电平时，调节器处于关闭状态。EN 引脚处于高电平时，BUCK_EN 位优先。
		01、05 选型 0	
6	MODE1	08、13、18、23、24 选型 0	轻载条件下允许自动 PFM 模式。
		00、01、04、05、09 选型 1	强制 PWM 模式。
5:0	NSEL1	00 选型 111100	将 V_{OUT} 值设置为 0.6 至 1.23 V (10 mV 步幅) (见等式 (2))。
		01、05 选型 101000	
		08、18 选型 110111	
		04 选型 101111	将 V_{OUT} 值设置为 0.603 至 1.411 V (12.826 mV 步幅) (见等式 (3))。
		09 选型 100111	
13 选型 100011	将 V_{OUT} 值设置为 0.8 至 1.43 V (10 mV 步幅) (见等式 (4))。		

位定义

下表定义了寄存器所有位的操作。粗体表示上电默认值。

位	名称	数值	描述
		23 选型 101100	将 V_{OUT} 值设置为 0.6 至 1.3875 V (12.5 mV 步幅) (见等式 (5))。
		24 选型 101111	将 V_{OUT} 值设置为 0.603 至 1.42 V (12.967 mV 步幅) (见等式 (6))。
CONTROL R/W 寄存器地址: 02			
7	OUTPUT_DISCHARGE	08、09、18 选型 0	调节器禁用时, V_{OUT} 无法放电。
		00、01、03、04、 05、13、23、24 选 型 1	调节器禁用时, V_{OUT} 通过内部下拉放电。
6:4	SLEW	000 –111	设置正压转换的压摆率 (参见) 表 6。
		011	13、23 选型的默认值
3	保留	0	始终读回 0
2	04、09、24 选型 复位	0	设置为 1 可将所有寄存器重置为默认值。
	全部其它选型 保留	0	始终读回 0
1:0	保留	00	始终读回 00
ID1 R 寄存器地址: 03			
7:5	厂商	100	表示飞兆半导体为 IC 供应商
4	保留	0	始终读回 0
3:0	DIE_ID	0000	IC 类型 = 09 选型 (FAN53555UC09X / FAN53555BUC09X)
		0001	IC 类型 = 01 选型 (FAN53555UC01X)
		0011	IC 类型 = 03 选型 (FAN53555UC03X)
		0100	IC 类型 = 04 选型 (FAN53555UC04X)
		0100	IC 类型 = 042 选型 (FAN53555UC042X)
		0101	IC 类型 = 05 选型 (FAN53555UC05X / FAN53555BUC05X)
		1000	IC 类型 = 08、18 选型 (FAN53555UC08X / FAN53555BUC08X, FAN53555UC18X / FAN53555BUC18X)
		1100	IC 类型 = 09 选型 (FAN53555UC09X / FAN53555BUC09X)
		0000	IC 类型 = 13 选型 (FAN53555UC13X / FAN53555BUC13X)
0000	IC 类型 = 23 选型 (FAN53555BUC23X)		
ID2 R 寄存器地址: 04			
7:4	保留	0000	始终读回 0000
3:0	DIE_REV	00 选型 0011	IC 屏蔽修订版
		01 选型 0011	
		03 选型 0011	
		04 选型 1111	

位定义

下表定义了寄存器所有位的操作。粗体表示上电默认值。

位	名称	数值	描述
		24-Option 0100	
		042 选型 1111	
		05 选型 0011	
		08、18 选型 0001	
		BUC08、BUC18 选型 1111	
		09 选型 1111	
		13 选型 1111	
		23 选型 1100	
MONITOR R 寄存器地址：05			
7	PGOOD	0	1：降压使能且软启动完成
6:0	未使用	000 0000	始终读回 000 0000

应用信息

选择电感

选择的输出电感器必须能提供所需的电感和应用所需的能量处理能力。电感值对平均限流、输出电压纹波和效率有影响。

稳压器的纹波电流 (ΔI) 为:

$$\Delta I \approx \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \left(\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L \cdot f_{SW}} \right) \quad (7)$$

最大平均负载电流 $I_{MAX(LOAD)}$ 取决于峰值限流 $I_{LIM(PK)}$ 和纹波电流:

$$I_{MAX(LOAD)} = I_{LIM(PK)} - \frac{\Delta I}{2} \quad (8)$$

优化的 FAN53555 以 $L=330$ nH 进行操作, 但在电感高达 1.0 μ H (标称值) 时可保持稳定。电感应保持其峰值 $I_{LIM(PK)}$ 的 80%。若无法保持, 则会降低 IC 输送的直流电流。

电感 DCR 和电感值对效率会产生影响。降低特定尺寸的电感值通常会缩小 DCR; 但由于 ΔI 增大, 且电流有效值增大, 所以核心损耗和集肤效应损耗也将增大。

$$I_{RMS} = \sqrt{I_{OUT(DC)}^2 + \frac{\Delta I^2}{12}} \quad (9)$$

增大的 RMS 电流将提高损耗, 通过 IC MOSFET 的 $R_{DS(ON)}$ 和电感 ESR 完成。

增大电感值可降低 RMS 电流, 但会影响瞬态响应。对于一定尺寸的电感, 提高电感通常会使其饱和和电流降低。

表 10. 电感值对调节器性能的影响 (根据 330 nH 推荐值)

$I_{MAX(LOAD)}$	ΔV_{OUT} (Eq.(11))	瞬态响应
增大	减小	降低

额定电感电流

限流电路允许在最坏情况下让实质峰值电流通过 L1。若负载可吸收该电流, 电感则可以保持该电流, 或进入故障安全状态。

对于空间有限的应用, 可使用 L1 的较小额定电流。如果发生短路, FAN53555 可能仍然可以保护这些电感, 但在负载消耗的电流高于该电感的直流额定值时可能无法防止电感发生故障。

输出电容和 V_{OUT} 纹波

表 1 建议用 0805 电容; 但如果空间不够, 也可使用 0603 电容。由于电压影响, 0603 电容的内部电路电容比 0805 封装要低, 这可以降低瞬态响应和输出纹波。

提高 C_{OUT} 几乎不影响环路稳定性, 且能够降低输出电压纹波或提高瞬态响应。输出电压纹波 ΔV_{OUT} 可由下式计算得出:

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L \left[\frac{f_{SW} \cdot C_{OUT} \cdot ESR^2}{2 \cdot D \cdot (1-D)} + \frac{1}{8 \cdot f_{SW} \cdot C_{OUT}} \right] \quad (10)$$

其中, C_{OUT} 为有效输出电容。

电容 C_{OUT} 在输出电压较高时减小, 导致 ΔV_{OUT} 较高。等式 (10) 仅对连续电流模式 (CCM) 操作有效, 这种情况在调节器处于 PWM 模式时出现。

对于较大的 C_{OUT} 值, 调节器在负载情况下可能无法启动。如果使用的电感值大于 1.0 μ H, 则至少应使用 30 μ F 的 C_{OUT} , 以确保稳定性。

最低 ΔV_{OUT} 出现在 IC 处于 PWM 模式时, 因此在 2.4 MHz 下运行。在 PFM 模式下, f_{SW} 减小, 导致 ΔV_{OUT} 增大。

ESL 影响

输出电容网络的等效串联电感 (ESL) 应保持低水平, 以最大限度地减小因标度比 C_{OUT} ESL 和输出电感 (L_{OUT}) 而产生的输出纹波的方波成分。因 ESL 产生的方波成分可由下式估算出:

$$\Delta V_{OUT(SQ)} \approx V_{IN} \cdot \frac{ESL_{COUT}}{L1} \quad (11)$$

最大限度地减小此纹波的好方法是使用多个输出电容, 以达到预期的 C_{OUT} 值。例如, 若要获得 $C_{OUT}=20$ μ F, 一个 22 μ F 的 0805 所产生的方形波纹波可达到两个 10 μ F 的 0805 的两倍。

若要最大限度地减小 ESL, 请尝试使用具有最小长宽比的电容。0805s 的 ESL 比 1206s 低。如果低输出纹波是首要考虑因素, 则一些供应商将生产具有超低 ESL 的 0508 或 0612 电容。将其它小电容值的电容置于负载附近也可以减少高频率纹波元件。

输入电容

陶瓷输入电容器应尽可能靠近 V_{IN} 引脚和 GND 放置, 将寄生电感降到最低。如果用来给 IC 供电的线路较长, 则应在 C_{IN} 和电源引脚之间添加一个 "bulk" 电容 (电解电容或钽电容), 从而降低电感和电容引脚和 C_{IN} 之间的振荡。

由于直流偏压效应, 有效 C_{IN} 电容值会随着 V_{IN} 的增大而减小。这对调节器性能没有明显影响。

热考虑因素

通过 PCB 覆铜上的焊球去除 IC 的热量。结至环境热阻 (θ_{JA}) 很大程度上是 PCB 布局 (大小、覆铜重量和走线宽度) 的一种功能, 而且温度起因于结至环境 (ΔT)。

对于 FAN53555UC, 在静止空气中贴装在其四层评测板 (2-盎司重的外层覆铜和 1 盎司重的内层) 时, θ_{JA} 为 $38^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。将覆铜厚度减半会使得 θ_{JA} 增大到 $48^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

为实现长期可靠运行, IC 的结温 (T_J) 应保持在 125°C 以下。

若要计算特定应用的最大工作温度 ($\leq 125^{\circ}\text{C}$):

1. 使用效率图来确定所需 V_{IN} 、 V_{OUT} 和负载条件的效率。
2. 使用下式计算总功耗:

$$P_T = V_{OUT} \times I_{LOAD} \times \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \quad (12)$$

其中, η 是从图 7 到图 12 的效率。

3. 使用下式估计电感铜损:

$$P_L = I_{LOAD}^2 \times DCR_L \quad (13)$$

4. 通过从总损耗中减去电感损耗 (步骤 3) 来确定 IC 损耗:

$$P_{IC} = P_T - P_L \quad (14)$$

5. 确定器件工作温度:

$$\Delta T = P_{IC} \times \theta_{JA} \quad \text{和} \quad (15)$$

$$T_{IC} = T_A + \Delta T$$

请注意, IC 功率 MOSFET 的 $R_{DS(ON)}$ 随温度呈线性上升, 速率约为 $1.21\%/^{\circ}\text{C}$ 。这会导致效率 (η) 随裸片温度上升而下降。

推荐布局

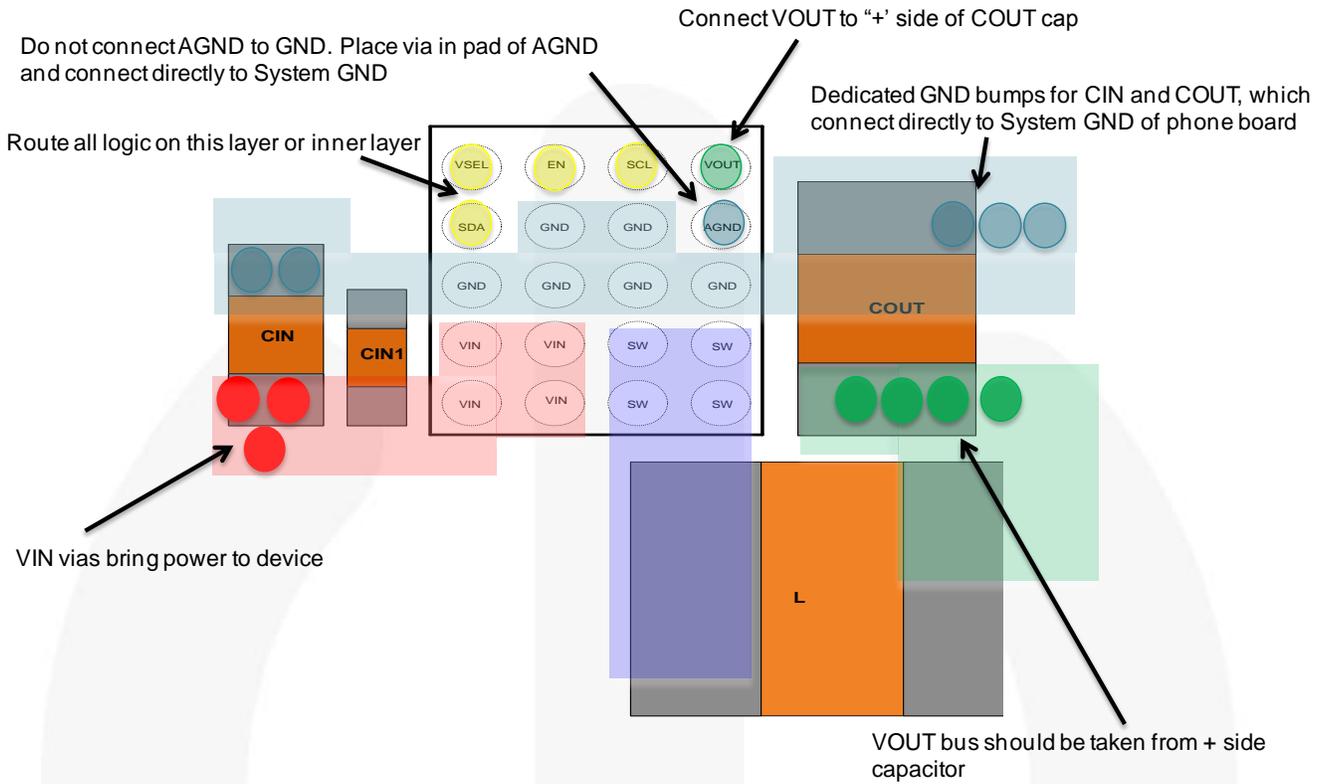


图 40. 第 1 层指南

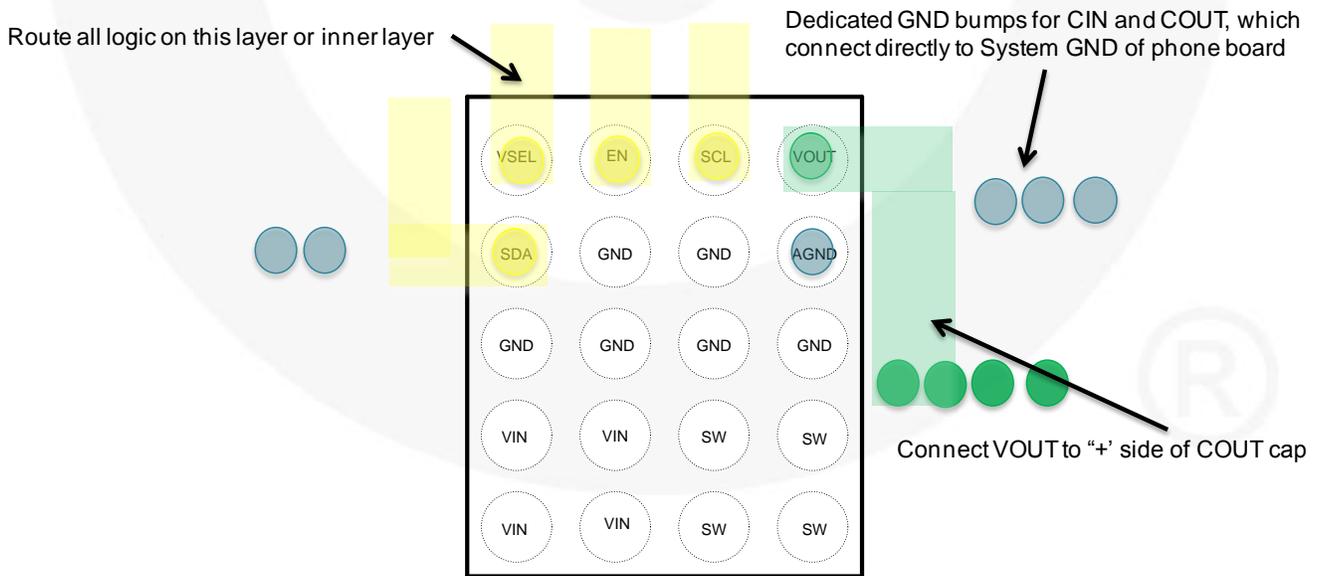


图 41. 第 2 层指南

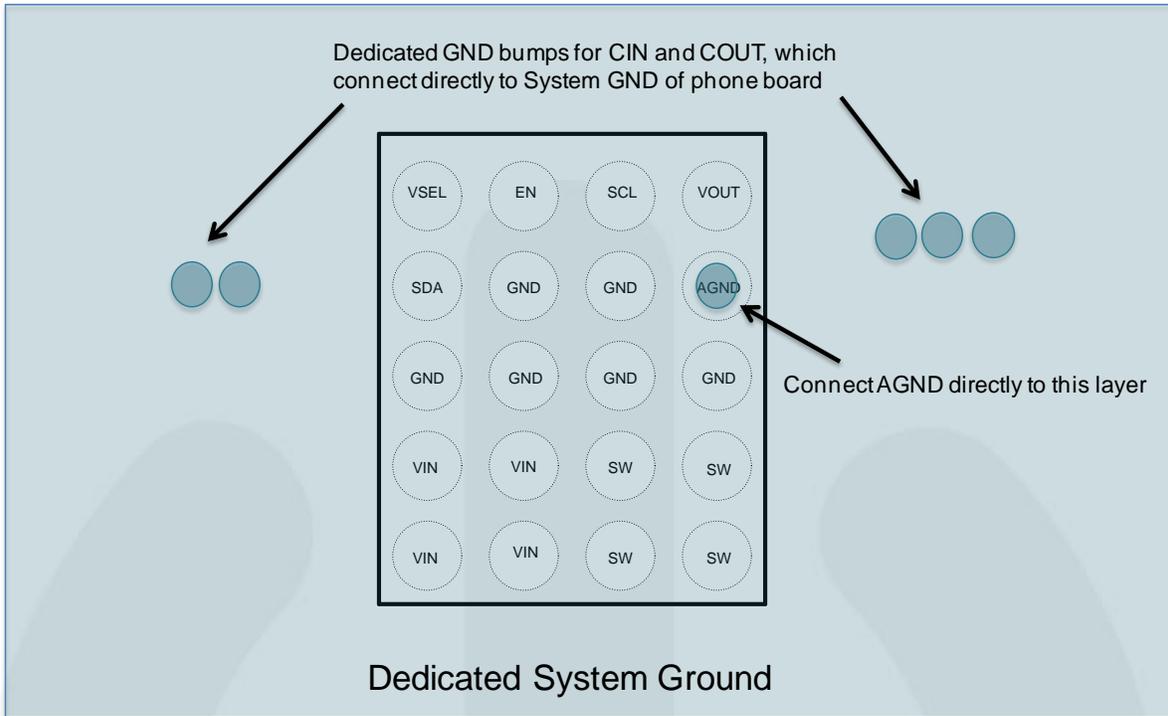
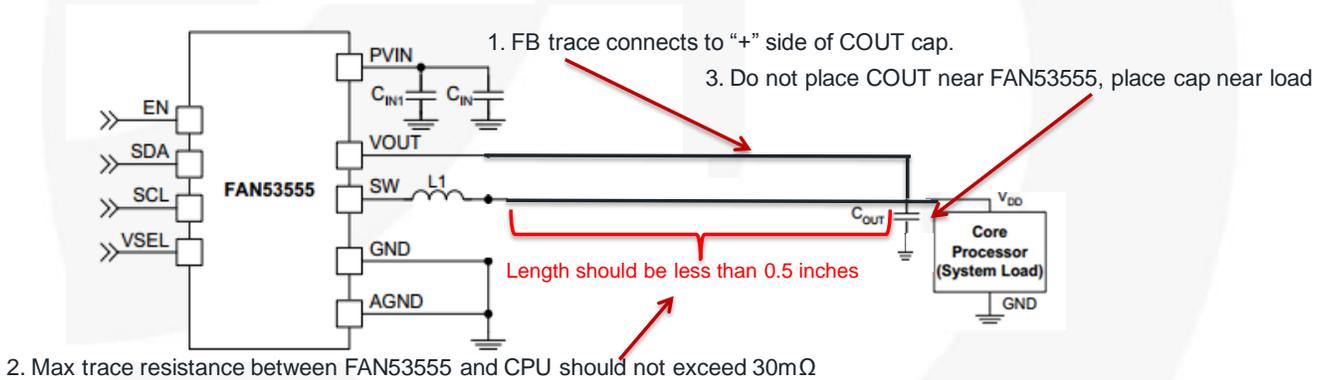


图 42. 第 3 层指南



2. Max trace resistance between FAN53555 and CPU should not exceed 30mΩ

Table provides resistance values for given Copper Oz. →

Width (mils)	Length (mils)	Copper (Oz)	Resistance (mΩ)
25	500	2	4.2
25	500	1.5	4.9
25	500	1	5.8
25	500	0.5	7.6

图 43. 远程感测原理图

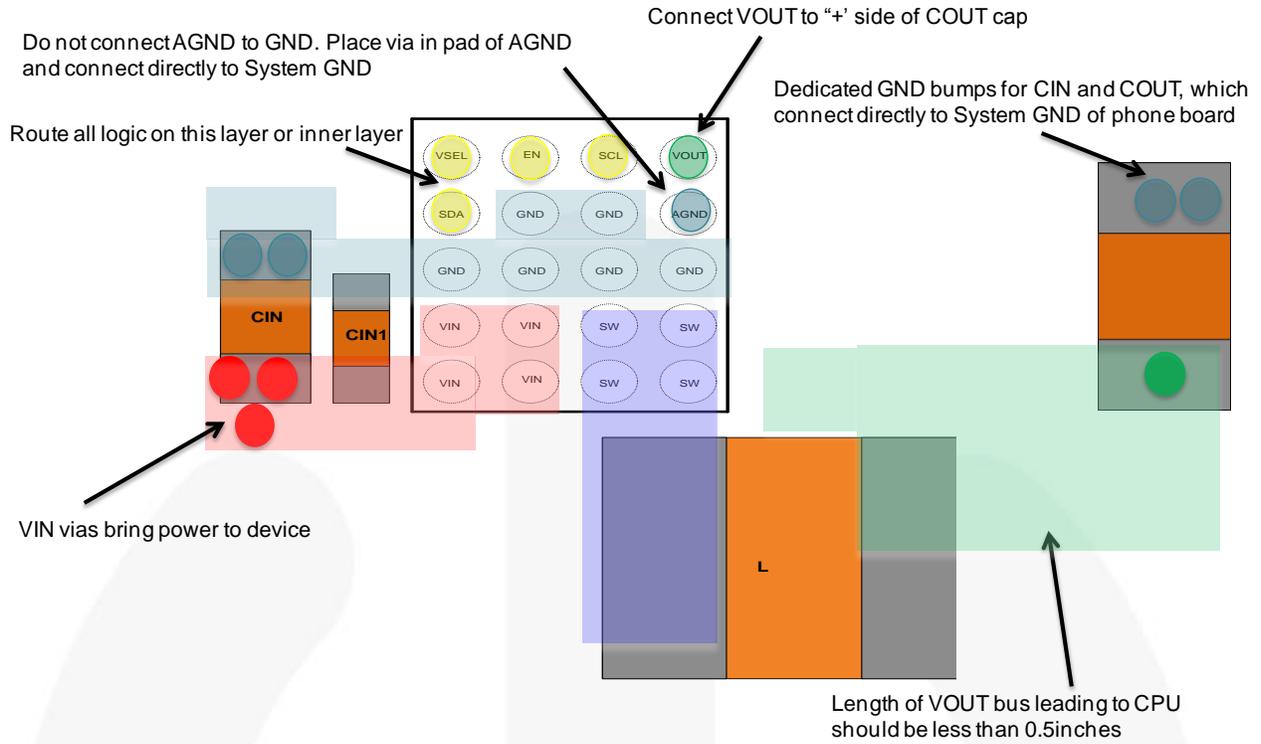
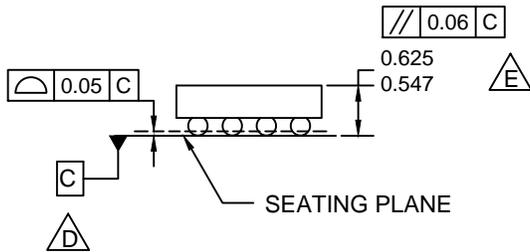
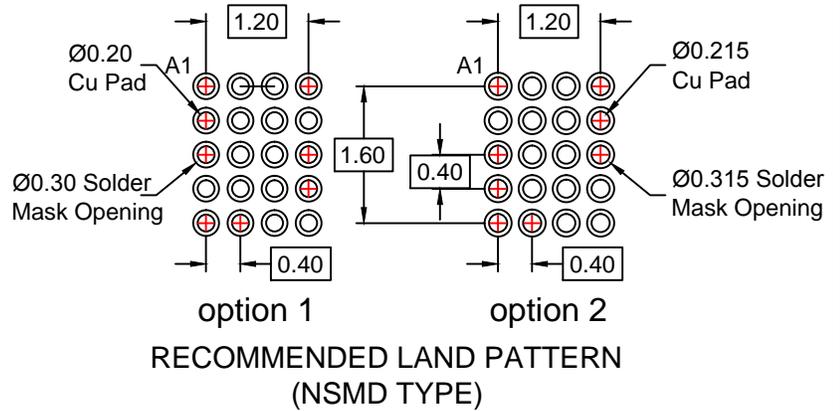
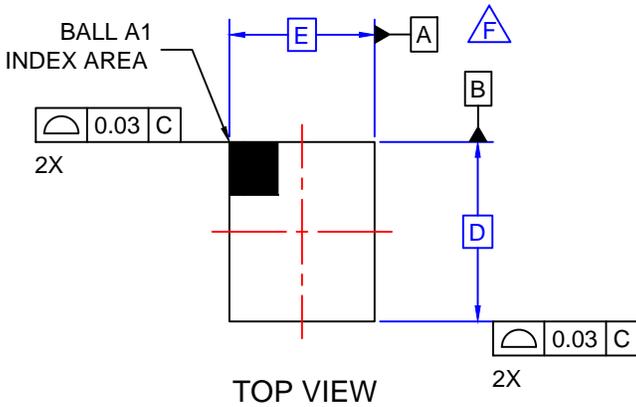


图 44. 远程感测指南，顶层

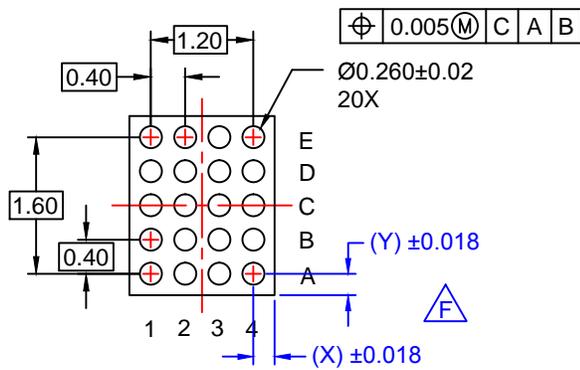
产品规格尺寸

产品	D	E	X	Y	焊盘布局
FAN53555UC00 to FAN53555UC08X, FAN53555BUC05X	2.000 ±0.03	1.600 ±0.03	0.200	0.200	选项 1
FAN53555BUC08X, FAN53555BUC09X, FAN53555UC09X, FAN53555UC13X, FAN53555BUC13X, FAN53555UC18X, FAN53555BUC18X, FAN53555BUC23X, FAN53555UC24X, FAN53555BUC24X,	2.015 ±0.03	1.615 ±0.03	0.2075	0.2075	选项 2



NOTES:

- A. NO JEDEC REGISTRATION APPLIES.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS AND TOLERANCE PER ASMEY14.5M, 2009.
- 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-UC020AArev4.



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