

5 A、2.4 MHz、数字可编程 TinyBuck 调节器

FAN53555

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 $\times$ 2毫米，WLCSP。

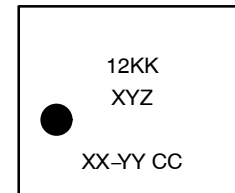
特性

- 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)



WLCSP20
CASE 567QK, 567SH, 567SK

MARKING DIAGRAM



Line 1:

12 = Device Marking Code
(See Ordering Information for specific device code)
KK = Lot Run Code

Line 2:

XY = Date Code
Z = Assembly Plant Code

Line 3: onsemi internal use only

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 2 of this data sheet.

NOTE: Some of the devices on this data sheet have been **DISCONTINUED**. Please refer to the table on page 2.

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

FAN53555

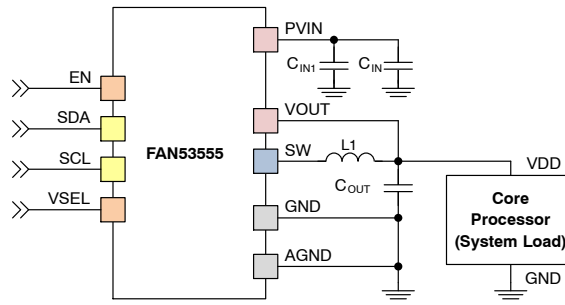


图 1. 典型应用

表 1. 订购信息

器件编号	Top Mark	上电默认值		I ² C 从地址	A1引脚 功能	最大均方根电流	可编程输出电压	EN 引脚低
		VSEL0	VSEL1					
FAN53555UC04X	BP	1.10	1.20	C0	VSEL	5 A	0.603–1.411 V 在 12.826 mV	寄存器复位

DISCONTINUED (Note 3)

FAN53555UC00X	BK	1.05	1.20	C0	VSEL	5 A	0.6–1.23 V 在 10 mV	寄存器 未复位
FAN53555UC01X	BL	0.90	OFF		VSEL	5 A		
FAN53555UC03X	BN	0.90	N/A		PGOOD	5 A		
FAN53555UC05X	BU	0.90	OFF		VSEL	5 A		
FAN53555BUC05X (Note 1)	BU	0.90	OFF		VSEL	5 A		
FAN53555UC08X	BW	1.02	1.15		VSEL	4 A		
FAN53555BUC08X (Note 1)	BJ	1.02	1.15		VSEL	4 A	0.603–1.411 V 在 12.826 mV	
FAN53555BUC09X (Note 1)	CP	1.10	1.10		VSEL	3 A		
FAN53555UC09X	CP	1.10	1.10		VSEL	3 A	0.8–1.43 V 在 10 mV	
FAN53555UC13X	CT	1.15	1.15		VSEL	5 A		
FAN53555BUC13X (Note 1)	CT	1.15	1.15		VSEL	5 A	0.6–1.23 V 在 10 mV	
FAN53555UC18X	CU	1.02	1.15		VSEL	5 A		
FAN53555BUC18X (Note 1)	CU	1.02	1.15		VSEL	5 A		
FAN53555BUC79X	FU	0.85	N/A		PGOOD	5 A	寄存器复位	
FAN53555BUC23X (Note 1)	CW	1.15	1.15		VSEL	5 A	0.6–1.3875 V 在 12.5 mV	寄存器 未复位
FAN53555UC24X	CR	1.225	1.212		VSEL	4 A	0.603–1.42 V 在 12.967 mV	寄存器复位
FAN53555BUC24X (Note 1)	CR	1.225	1.212		VSEL	4 A		
FAN53555UC042X (Note 2)	BX	1.10	1.20	C4	VSEL	5 A	0.603–1.411 V 在 12.826 mV	

1. FAN53555BUC05X、FAN53555BUC08X、FAN53555BUC09X、FAN53555BUC13X、FAN53555BUC18X、FAN53555BUC23X 和 FAN53555BUC24X，包括背面选片结构。
2. 除了 I²C 从机地址以外，042 选型与 04 选型相同。
3. **DISCONTINUED:** These devices are not recommended for new design. Please contact your **onsemi** representative for information. The most current information on these devices may be available on www.onsemi.com.

FAN53555

建议使用的外部器件

表 2. 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 3	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	μF
	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 3. 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} (Note 4)	元件尺寸		
					L	W	H
Vishay	IHLP1616ABERR47M01	470	20.0	5.0	4.5	4.1	1.2
Mag. Layers (Note 5)	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

4. 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。

5. 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4A; 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VIN和PGND的电容(参见下图2中的推荐布局)。

表 4. 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5			
C _{OUT}	-08, 24 选型 2 片 22 μF, 6.3 V, X5R, 0603	C1608X5R0J226M (TDK)	C	44	μF
	-09 选型 1 片 22 μF, 6.3 V, X5R, 0603			22	
C _{IN}	1 片; 10 μF, 10 V, X5R, 0402	GRM155R61A106M (Murata)	C	10	μF
C _{IN1}	10 nF, 25 V, X5R, 0201	TMK063CG100DT-F (Taiyo Yuden)	C	10	

FAN53555

表 5. 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} (Note 6)	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

6. 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

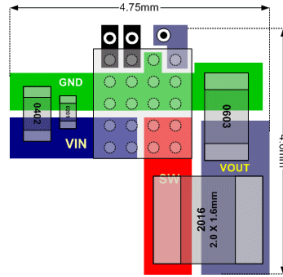
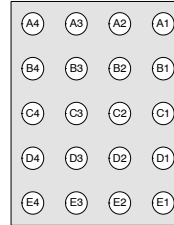


图 2. 减小尺寸的布局

引脚配置

VSEL* (A1)	EN (A2)	SCL (A3)	VOUT (A4)
SDA (B1)	(B2)	(B3)	AGND (B4)
(C1)	(C2)	(C3)	(C4)
VIN (D1)	(D2)	SW (D3)	(D4)
(E1)	(E2)	(E3)	(E4)

图 3. 俯视图



A1 = VSEL for 00, 01, 04, 05, 08, 09, 13, 18, 23, 24
A1 = PGOOD for 03, 79

图 4. 底视图

表 6. 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，VOUT由VSEL0寄存器设置。该引脚处于高电平时，VOUT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	I ² C串行时钟
A4	VOUT	VOUT的感测引脚。连接至COUT。
B1	SDA	I ² C串行数据
B2, B3, C1 – C4	GND	接地。低侧MOSFET以此引脚为参考。CIN和COUT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。

表 6. 引脚定义 (continued)

引脚号	名称	描述
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CIN。
D3, D4, E3, E4	SW	开关节点。连接至电感。

表 7. 绝对最大额定值

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绝对最大额定值	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} (Note 7)	
	任意其它引脚上的电压	IC未转换	-0.3	V _{IN} (Note 7)	V
V _{OUT}	VOUT绝对最大额定值		-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	°C
T _{STG}	存储温度		-65	+150	°C
T _L	引脚焊接温度, 10秒			+260	°C

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

(参考译文)

如果电压超过最大额定值表中列出的值范围, 器件可能会损坏。如果超过任何这些限值, 将无法保证器件功能, 可能会导致器件损坏, 影响可靠性。

7. 选取7 V与VIN + 0.3 V中的较小值。

表 8. 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。安森美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
VIN	电源电压范围	2.5		5.5	V
IOUT	输出电流	0		5	A
L	电感		0.33		μ H
CIN	输入电容		10		μ F
COUT	输出电容		44		μ F
TA	操作环境温度	-40		+85	°C
TJ	工作结温	-40		+125	°C

表 9. 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(Note 8)		38		°C/W

8. 参阅“应用信息”部分的热考虑因素。

表 10. 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	$EN = \text{GND}$		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VIN		0.01	1.00	μA

PGOOD (03, 79 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, $V_{OUT} = V_{SEL0}$ 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
	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
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$							
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

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		$\text{m}\Omega$

表 10. 电气特性 (continued)

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						
I_{LIMPK}	P-MOS峰值限流	00, 01, 03, 04, 13, 18, 23, 042, 79 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	4.0	4.75	5.5	
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(Note 9)				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, 23 和 79 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

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考译文)

除非另有说明, “电气特性”表格中列出的是所列测试条件下的产品性能参数。如果在不同条件下运行, 产品性能可能与“电气特性”表格中所列性能参数不一致。

9. 根据设计确定单调性。

表 11. I^2C 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, $C_B \leq 100\text{ pF}$			3400	
		高速模式, $C_B \leq 400\text{ pF}$			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		

表 11. I²C时序规格 (continued)

设计保证。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
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	
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	

表 11. I²C时序规格 (continued)
设计保证。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
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

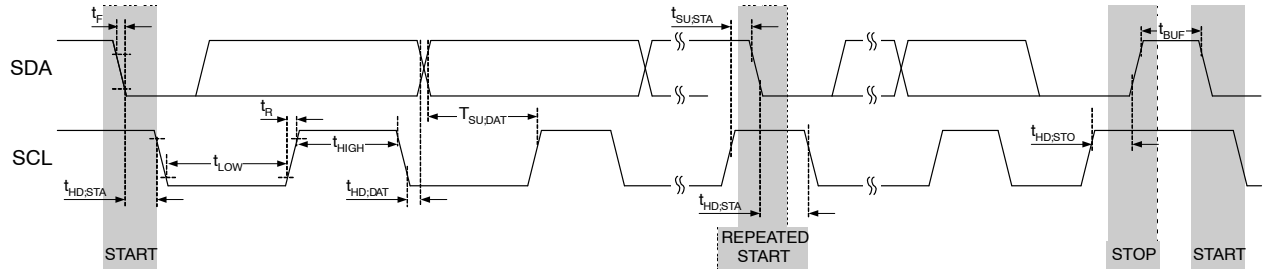
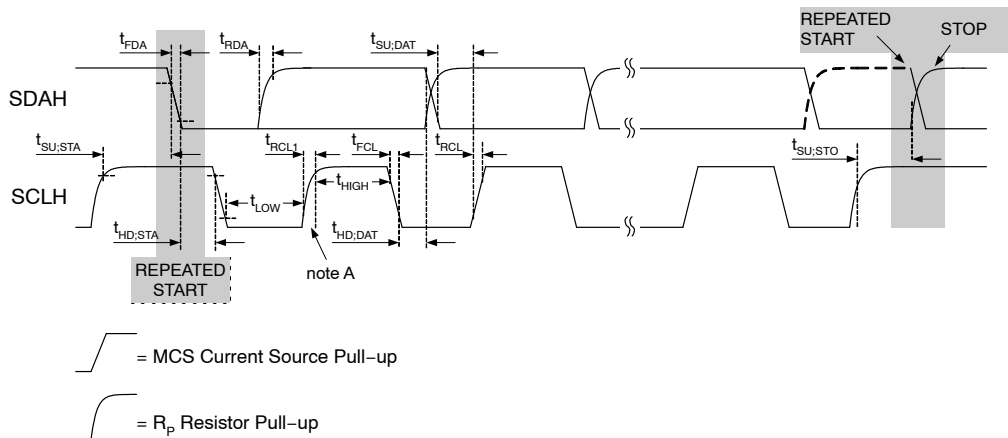


图 5. 适用于增强快速模式、快速模式和慢速模式的I²C接口时序



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， $V_{IN} = 3.6\text{ V}$ ， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ ， $SCL = SDA = V_{SEL} = EN = 1.8\text{ V}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；电路和元件依据图1和表1。

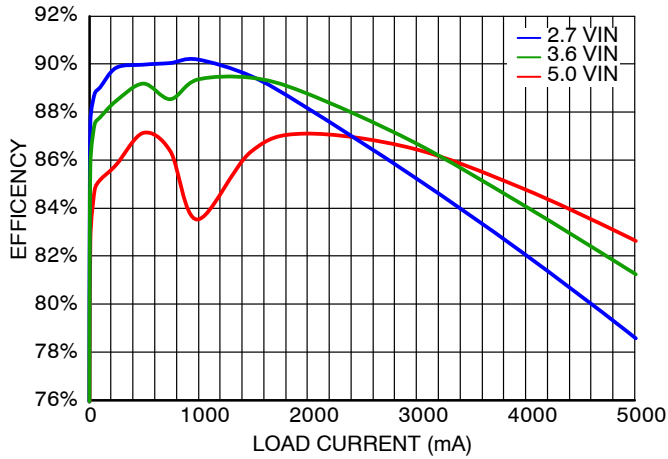


图 7. 效率与负载电流和输入电压的关系

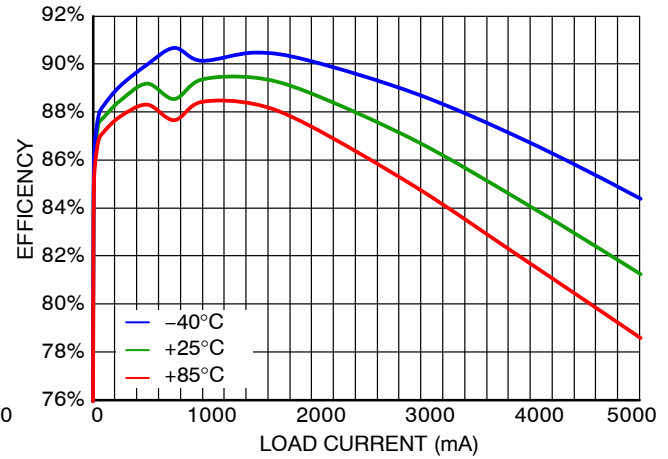
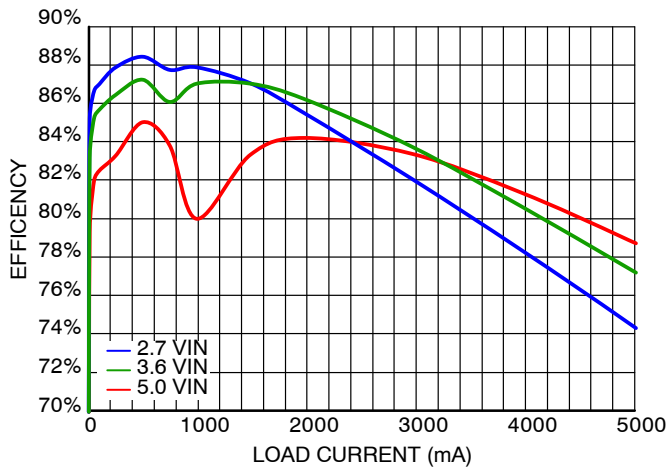
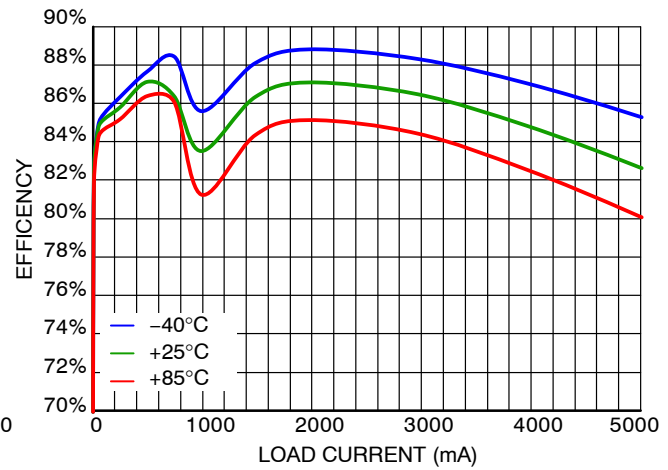
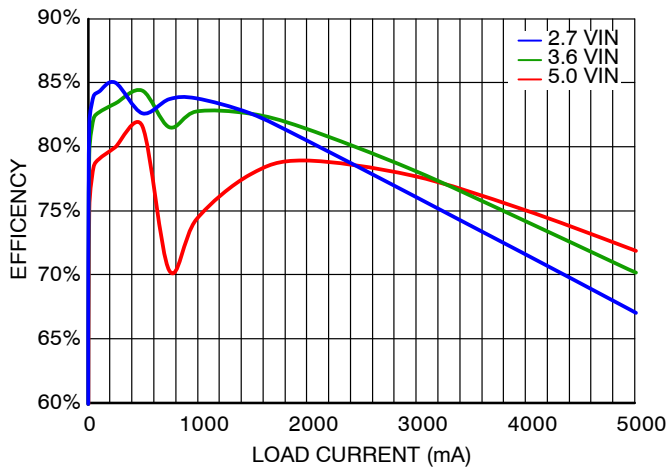
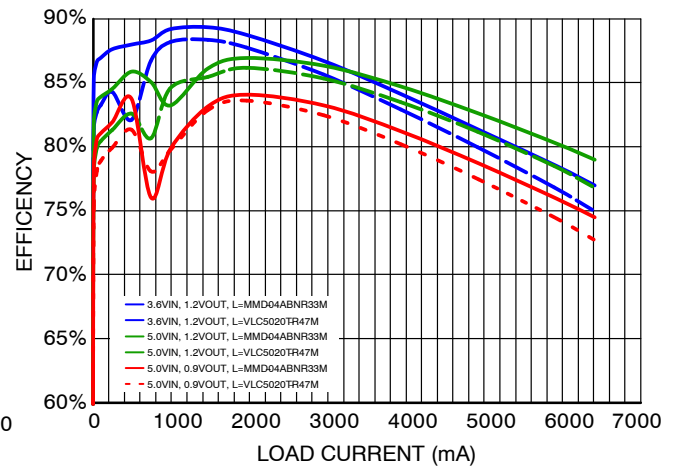


图 8. 效率与负载电流和温度的关系

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， $V_{IN} = 3.6\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ 、 $SCL = SDA = V_{SEL} = EN = 1.8\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；电路和元件依据图1和表1。

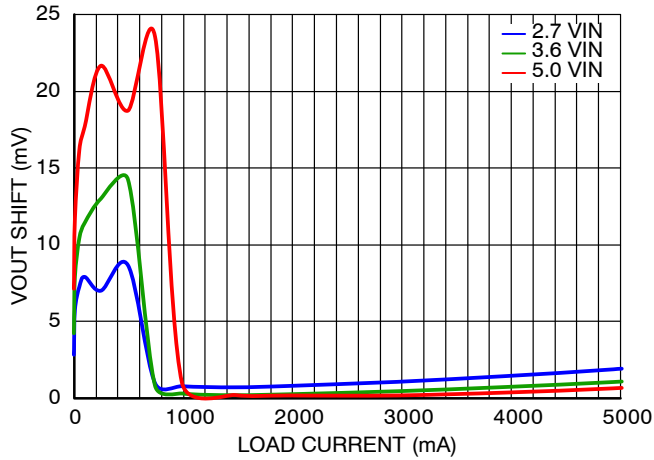


图 13. 输出调节与负载电流和输入电压的关系， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$

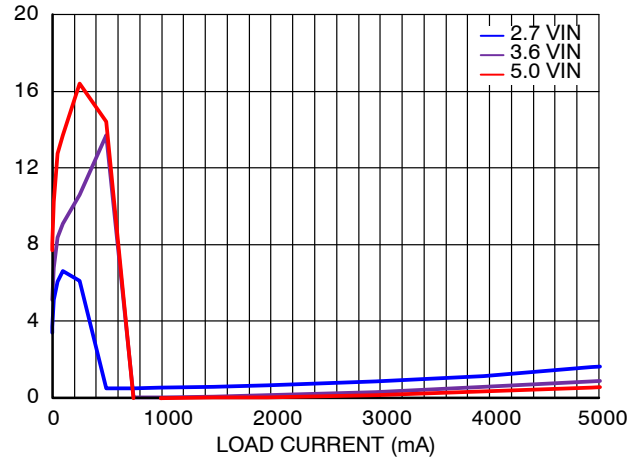


图 14. 输出调节与负载电流和输入电压的关系， $V_{OUT} = 0.9\text{ V}$

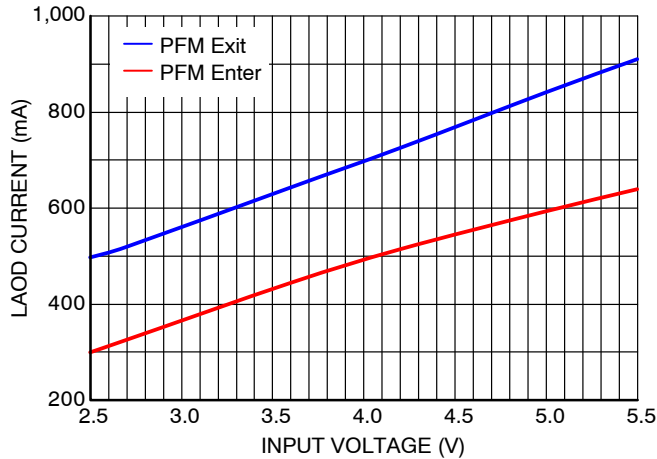


图 15. PFM入口/出口电平与输入电压的关系， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$

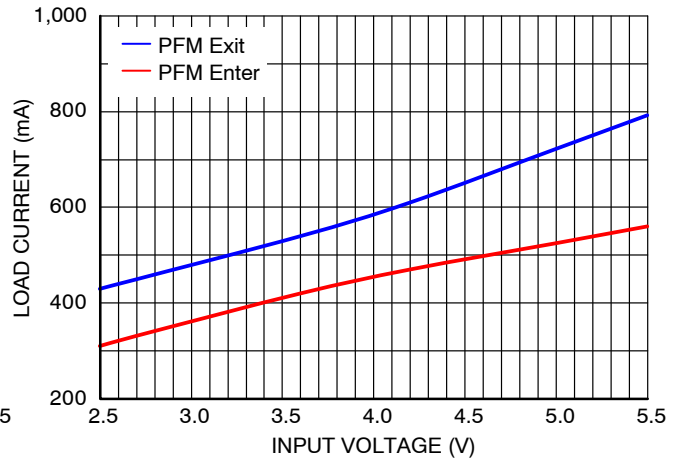


图 16. PFM入口/出口电平与输入电压的关系， $V_{OUT} = 0.9\text{ V}$

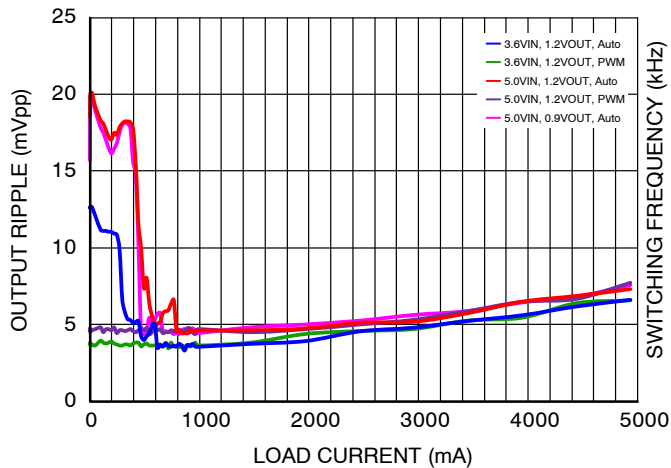


图 17. 输出纹波与负载电流的关系， $V_{IN} = 5\text{ V}$ 和 3.6 V ， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ 和 0.9 V ，自动和FPWM

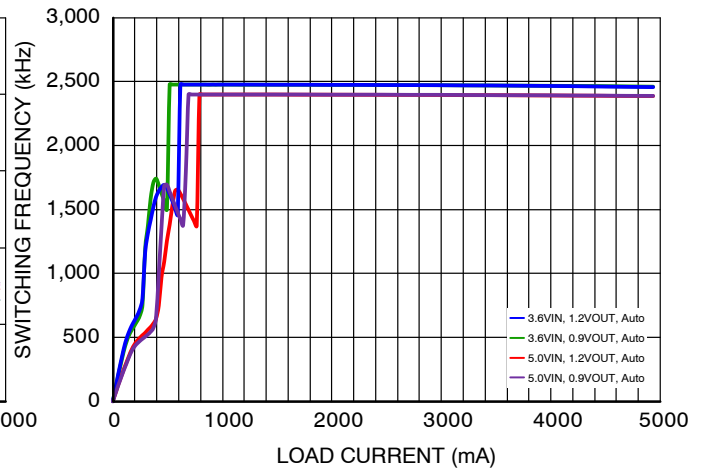


图 18. 频率与负载电流的关系， $V_{IN} = 5\text{ V}$ 和 3.6 V ， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ 和 0.9 V ，自动FPWM

典型特性 (续)

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

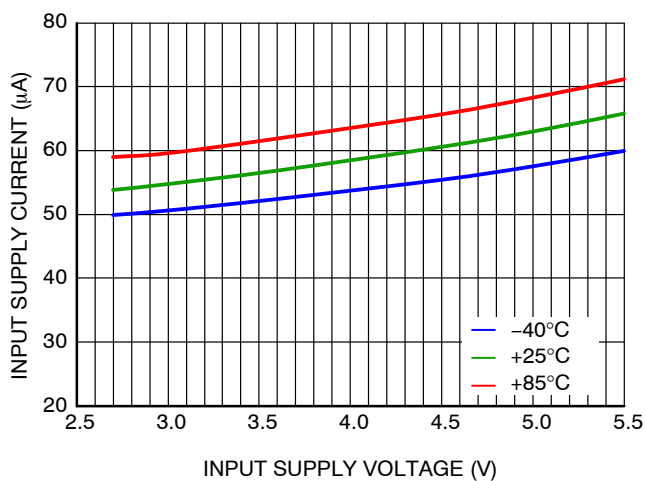


图 19. 静态电流与输入电压和温度的关系，自动PWM

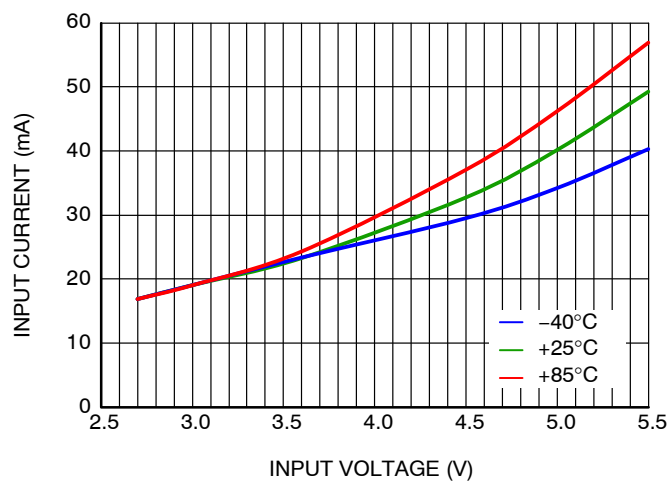


图 20. 静态电流与输入电压和温度的关系，FPFM

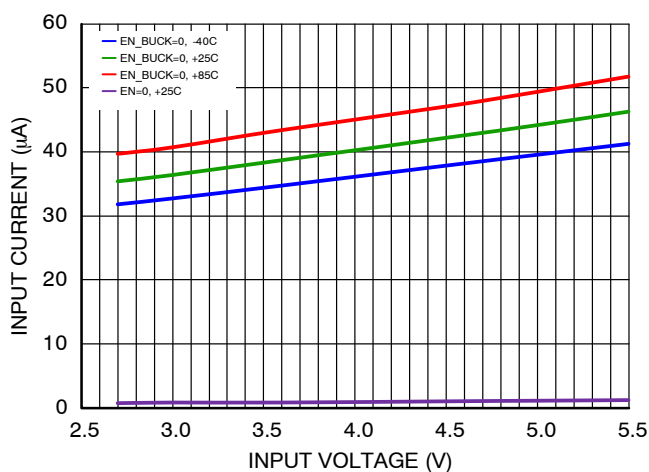


图 21. 关断电流与输入电压和温度的关系

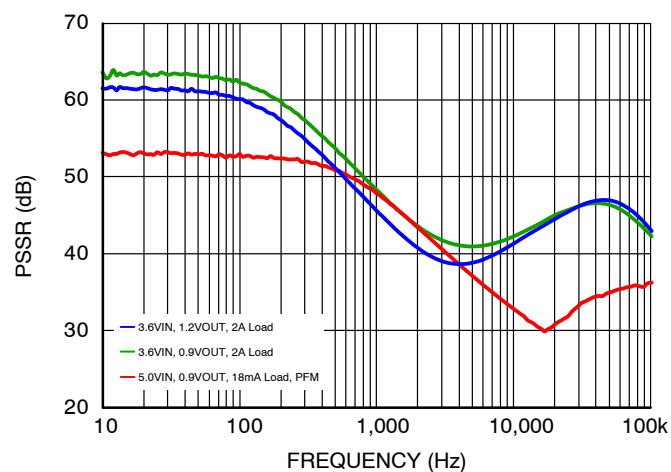
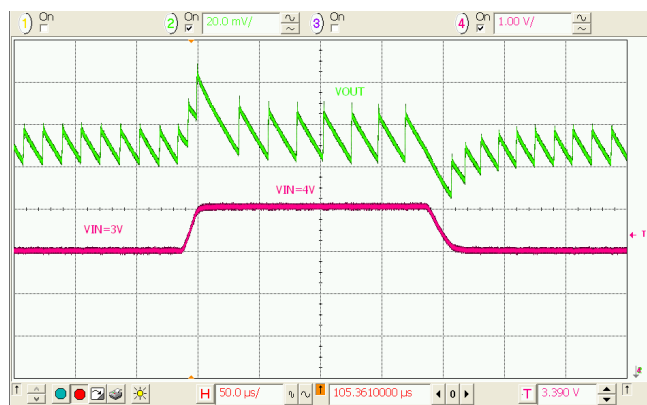
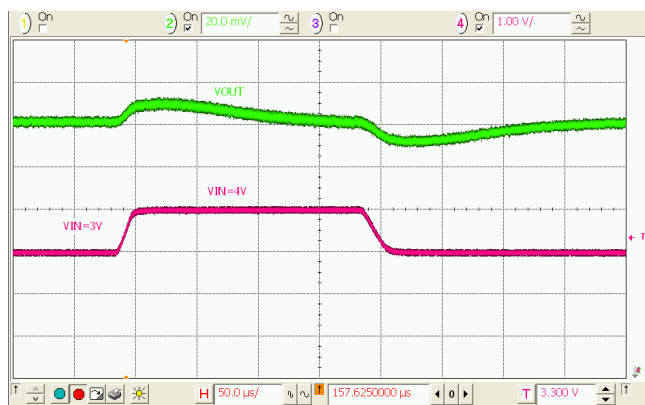


图 22. PSRR vs. 频率

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， $V_{IN} = 3.6\text{ V}$ ， $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ ， $SCL = SDA = V_{SEL} = EN = 1.8\text{ V}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；电路和元件依据图1和表1。

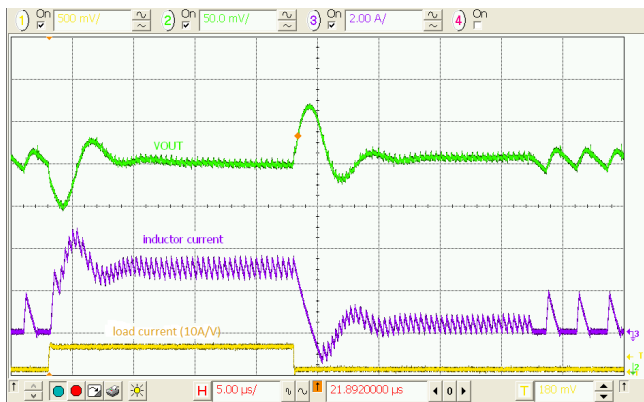


图 25. 负载瞬态， 5 V_{IN} ， 0.9 V_{OUT} ， $0.3\text{--}3\text{ A}$ ， 100 ns 边沿

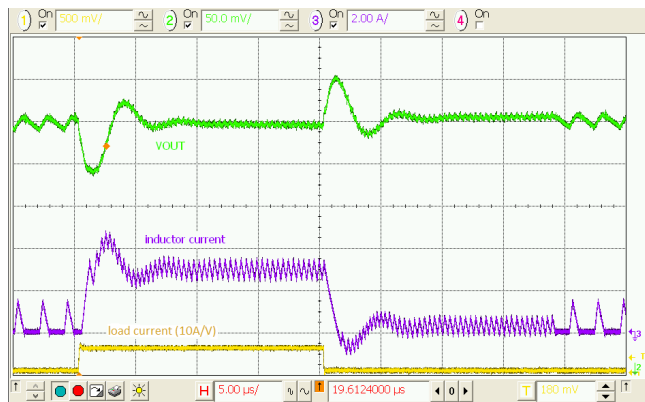


图 26. 负载瞬态， 3.6 V_{IN} ， 1.2 V_{OUT} ， $0.3\text{--}3\text{ A}$ ， 100 ns 边沿

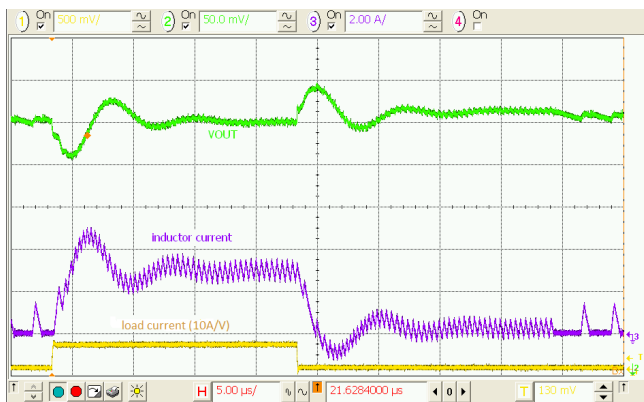


图 27. 负载瞬态， 3.6 V_{IN} ， 1.2 V_{OUT} ， $0.3\text{--}3\text{ A}$ ， 100 ns 边沿， $C_{OUT} = 4 \times 22\text{ }\mu\text{F}$

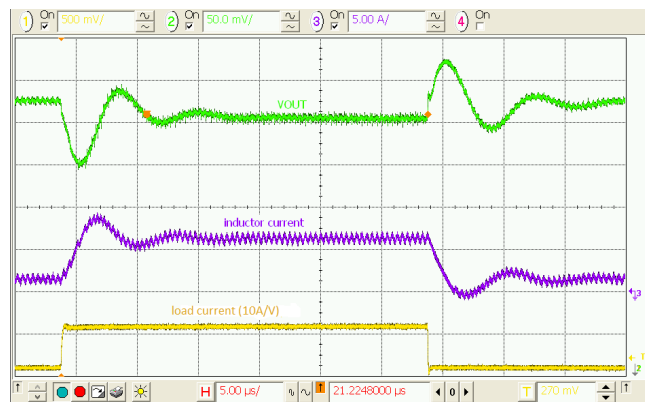


图 28. 负载瞬态， 3.6 V_{IN} ， 1.2 V_{OUT} ， $1.5\text{--}6\text{ A}$ ， 100 ns 边沿， $C_{OUT} = 4 \times 22\text{ }\mu\text{F}$

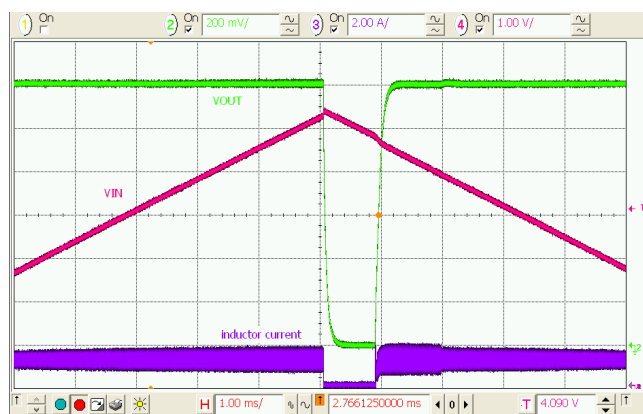


图 29. 输入过压保护

典型特性 (续)

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

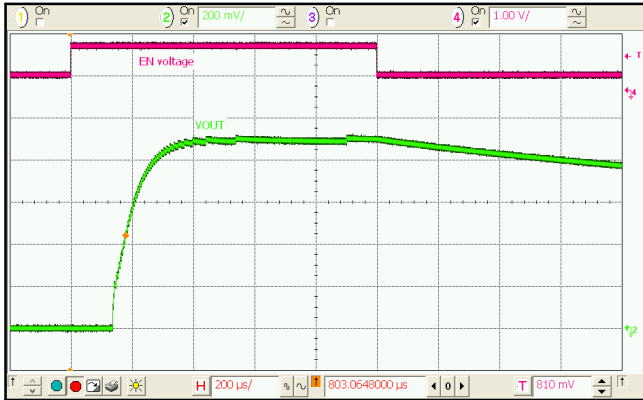


图 30. 启动/关断，空载， $V_{OUT} = 0.9\text{ V}$

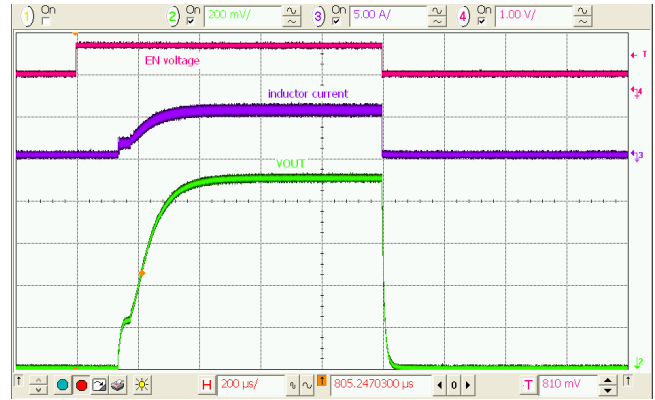


图 31. 启动/关断，180 mΩ 负载， $V_{OUT} = 0.9\text{ V}$

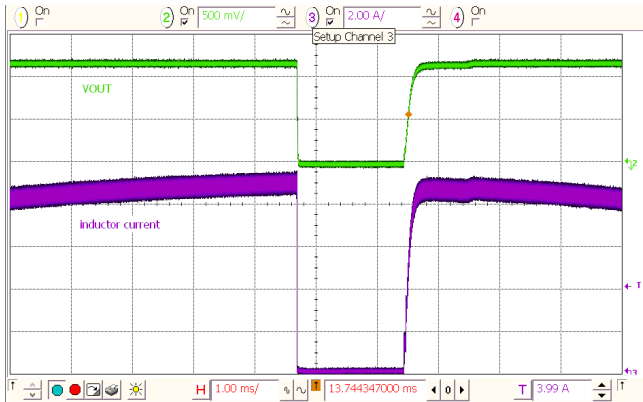


图 32. 过载保护和恢复

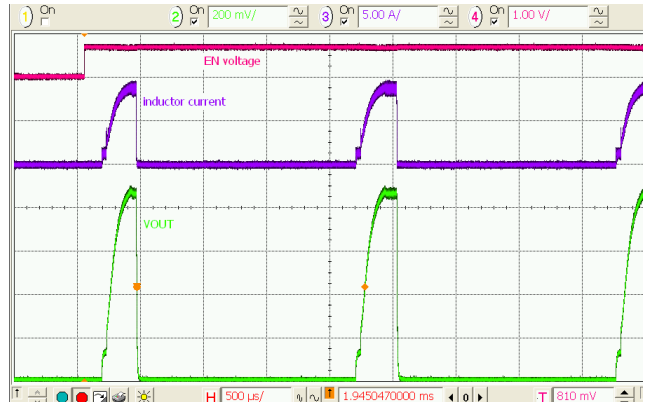


图 33. 启动持续到负载出现故障， $V_{OUT} = 0.9\text{ V}$

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 μF。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：

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

其中，C_{OUTMAX}用μF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 12. 硬件和软件使能

引脚		位		输出
EN	VSEL	BUCK_EN0	BUCK_EN1	
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：

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

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：

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

对于13选型，输出电压可由下式给出：

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

对于23选型，输出电压可由下式给出：

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

对于24选型，输出电压可由下式给出：

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

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x9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 13. 转换压摆率

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

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/μs x 12.5 mV/10 mV = 10.00 mV/μs。

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 $VSDWN$ (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。结温即启动热关断的温度通常为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 14. I²C从地址

选项	十六进制	位							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00 至 24, 79	C0	1	1	0	0	0	0	0	R/ $\overline{W}$
42	C4	1	1	0	0	0	1	0	R/ $\overline{W}$

其它从机地址可以分配。请联系安森美公司代表。

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。

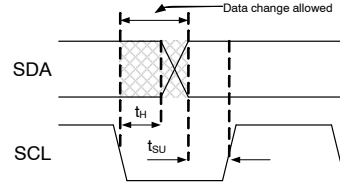


图 34. 数据传输时序

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。

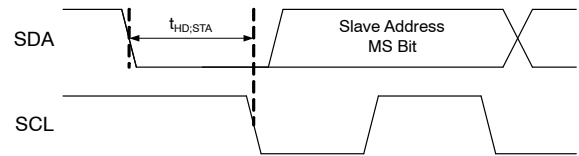


图 35. 起始位

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。

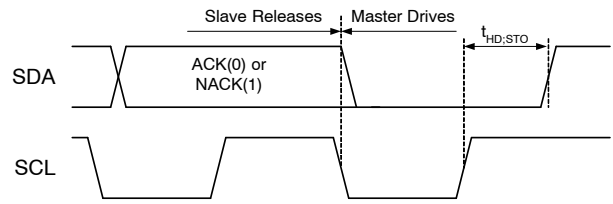


图 36. 停止位

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SCD从1到0的切换，如图所示图37。

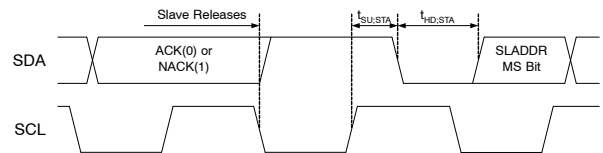


图 37. 停止位

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 15. 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。
$\overline{A}$	NACK. 从驱动发送1，不确认前面的数据包。
R	Repeated START，参见图37
P	STOP，参见图36

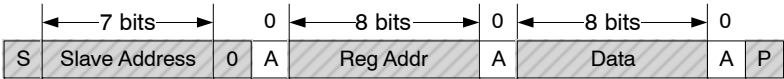


图 38. 写操作

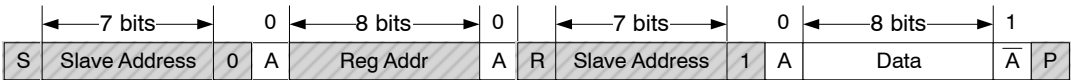


图 39. 读操作

表 16. 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
			79	0.85	10011001	99
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
			79		10000010	82
			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

表 17. 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) (等式(2))。
		08, 18 选型 101010	
		01, 03, 05 选型 011110	
		79 选型 011001	
		04 选型 100111	将V _{OUT} 值设置为0.603至1.411 V (12.826 mV 步幅) (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) (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) (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) (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。

表 17. 位定义 (continued)

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
VSEL1 R/W 寄存器地址: 01			
5:0	NSEL1	00 选型 111100	将V _{OUT} 值设置为0.6至1.23 V (10 mV 步幅) (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) (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) (等式(4))。
		23 选型 010100	将V _{OUT} 值设置为0.6至1.3875 V (12.5 mV 步幅) (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) (等式(6))。
CONTROL R/W 寄存器地址: 02			
7	OUTPUT_DISCHARGE	08, 09, 18, 79 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13。
		011	13、23 选型的默认值
3	保留	0	始终读回 0
2	04, 09, 24, 79 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	VENDOR	100	表示安森美为IC供应商
4	保留	0	始终读回0

FAN53555

表 17. 位定义 (continued)

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
ID1 R 寄存器地址: 03			
3:0	DIE_ID	0000	IC 类型 = 00 选型 (FAN53555UC00X / FAN53555BUC24X)
		0001	IC 类型 = 01 选型 (FAN53555UC01X)
		0010	IC 类型 = 79 选型 (FAN53555BUC79X)
		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	
		24-选型 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	
		79 选型 1000	
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:

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

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:

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

优化的FAN53555以 $L = 330 \text{ nH}$ 进行操作,但在电感高达 $1.0 \text{ }\mu\text{H}$ (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。

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

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电流降低。

表 18. 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:

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

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 $1.0 \text{ }\mu\text{H}$,则至少应使用 $30 \text{ }\mu\text{F}$ 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:

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

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 $C_{OUT} = 20 \text{ }\mu\text{F}$,一个 $22 \text{ }\mu\text{F}$ 的0805所产生的方波纹波可达到两个 $10 \text{ }\mu\text{F}$ 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°C/W。将覆铜厚度减半会使得 θ_{JA} 增大到48°C/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:

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

其中， η 是从图7到图12的效率。

3. 使用下式估计电感铜损:

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

4. 通过从总损耗中减去电感损耗(步骤3)来确定IC损耗:

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

5. 确定器件工作温度:

$$\Delta T = P_{IC} \times \theta_{szie7JA} \quad (\text{eq. 15})$$

和

$$T_{IC} = T_A + \Delta T \quad (\text{eq. 16})$$

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%/°C。这会导致效率(η)随裸片温度上升而下降。

推荐布局

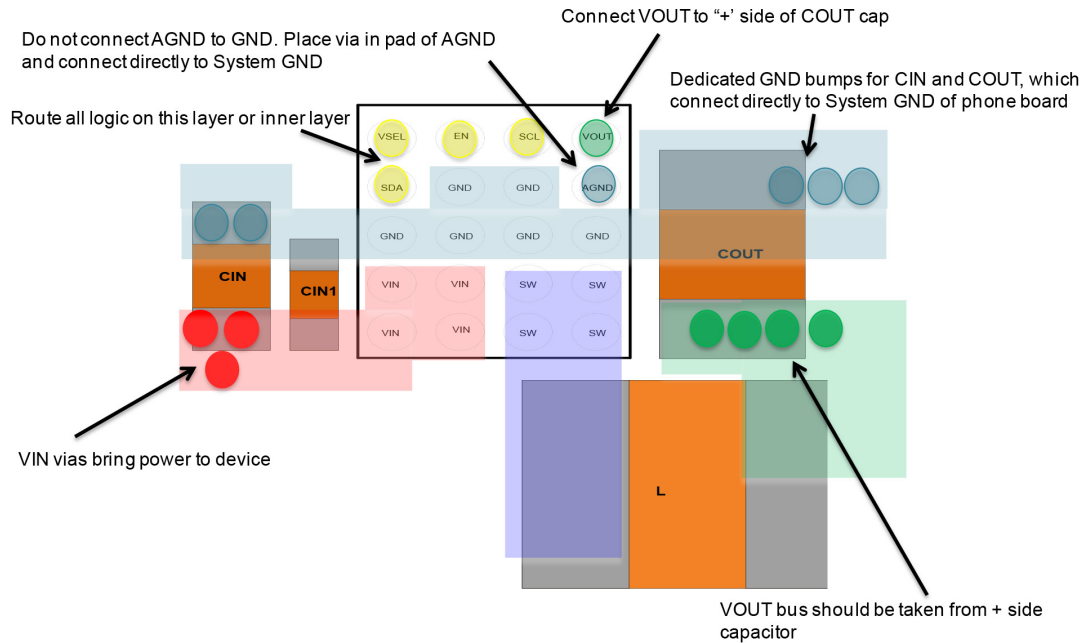


图 40. 第1层指南

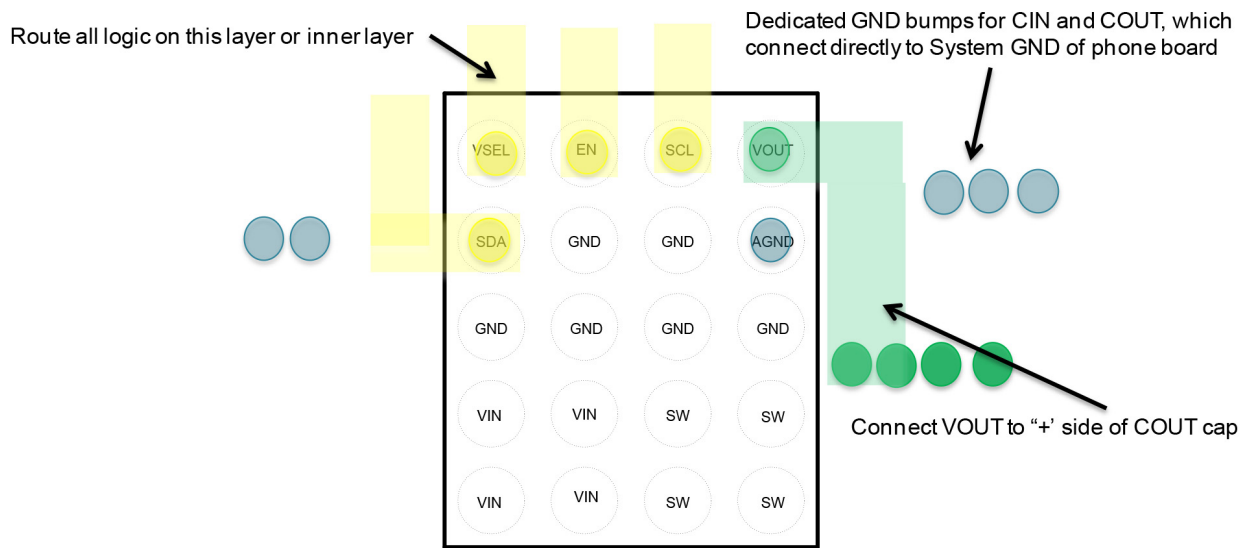


图 41. 第2 层指南

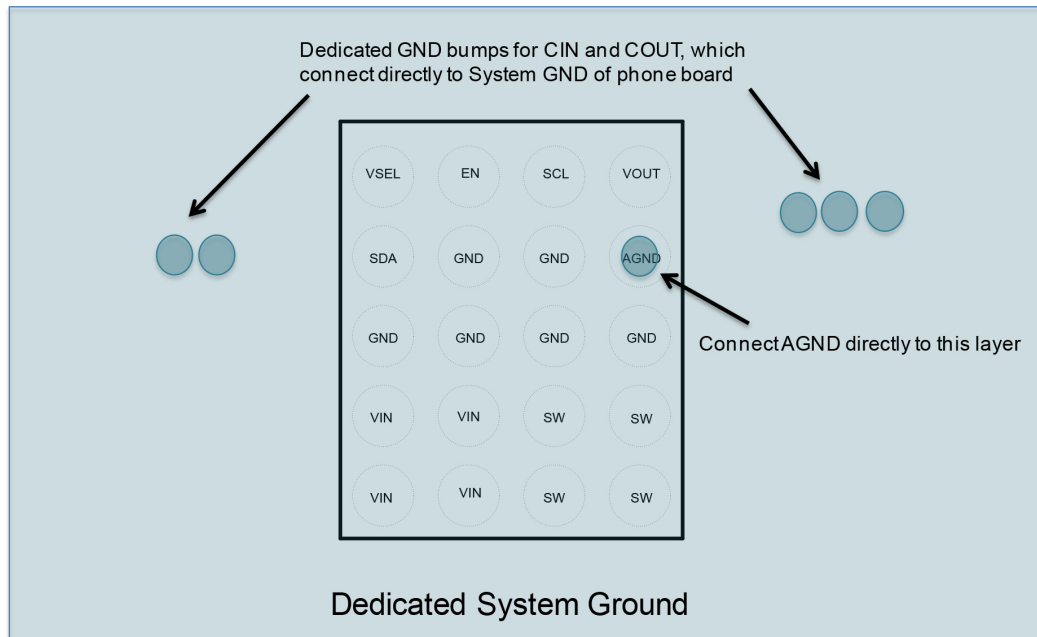


图 42. 第3 层指南

FAN53555

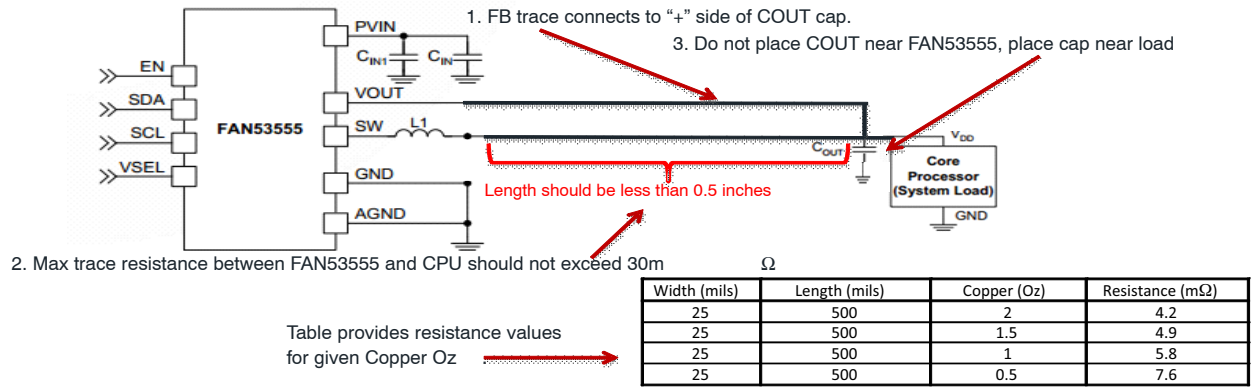


图 43. 远程感测原理图

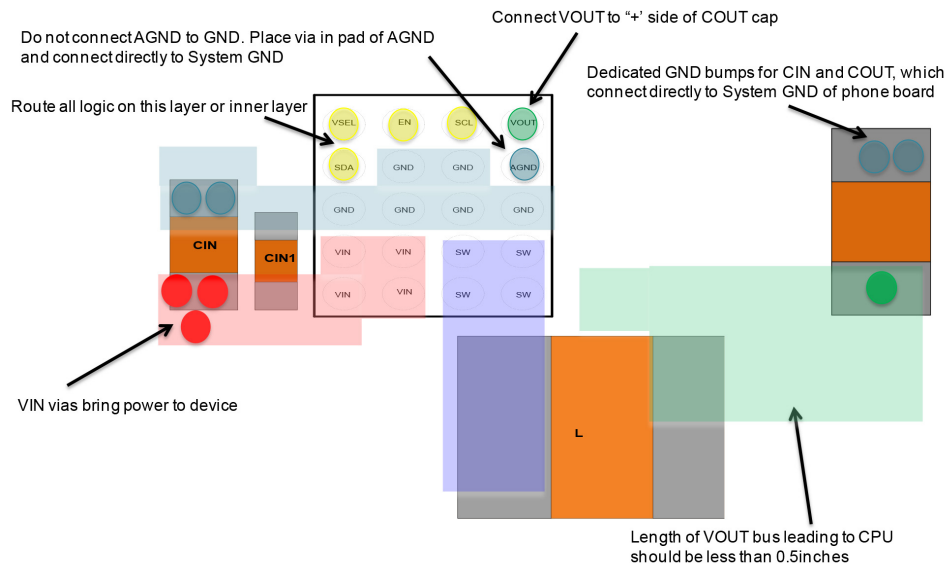


图 44. 远程感测指南，顶层

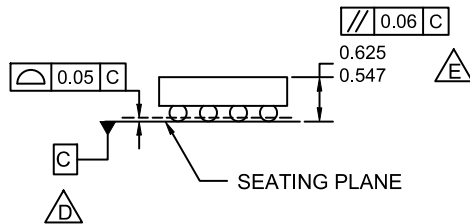
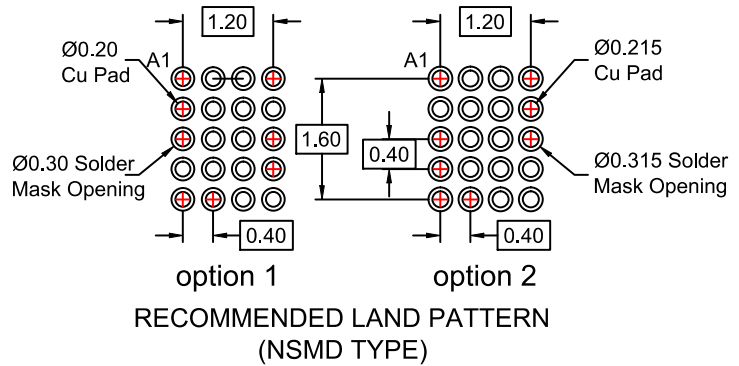
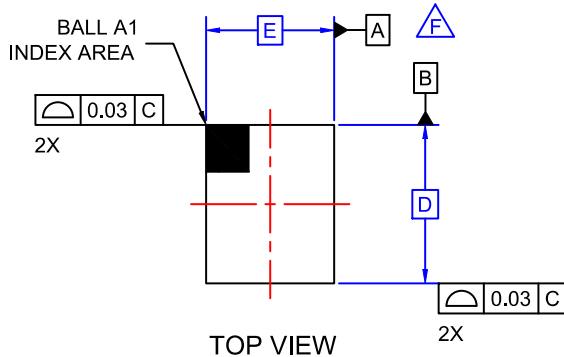
表 19. 产品规格尺寸

产品	D	E	X	Y	焊盘布局
FAN53555UC00 to FAN53555UC08X, FAN53555BUC05X, FAN53555UC042X	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, FAN53555BUC79X	2.015 ±0.03	1.615 ±0.03	0.2075	0.2075	选项 2

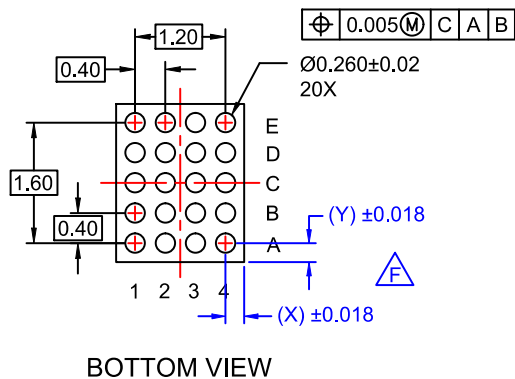
OMAP is a trademark of Texas Instruments Incorporated. NOVATHOR is a trademark of ST-Ericsson SA. Arm is a registered trademark of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere. All other brand names and product names appearing in this document are registered trademarks or trademarks of their respective holders.

WLCSP20 2.015x1.615x0.586
CASE 567QK
ISSUE O

DATE 31 OCT 2016



SIDE VIEWS



BOTTOM VIEW

NOTES:

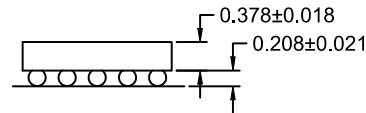
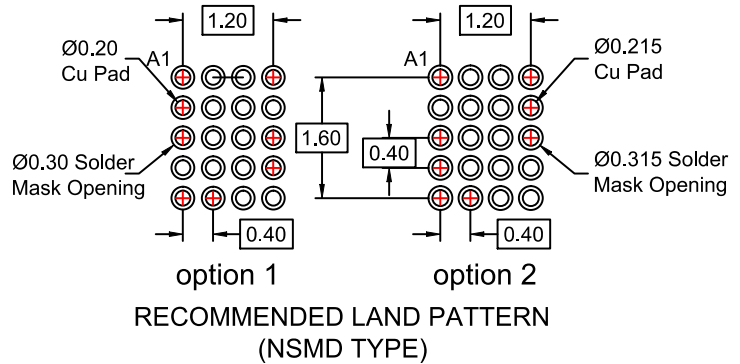
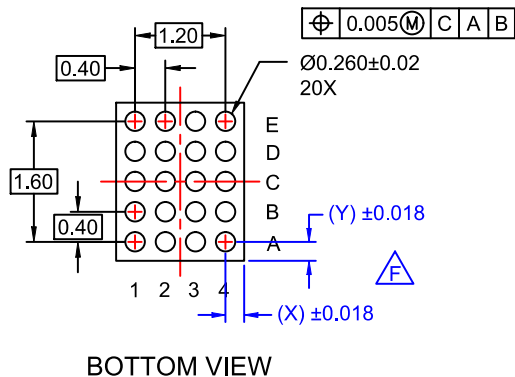
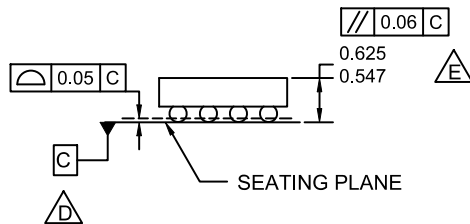
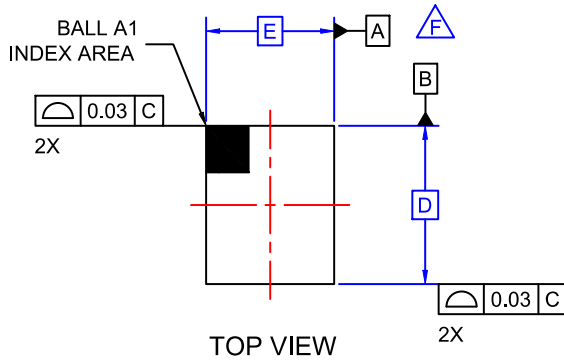
- A. NO JEDEC REGISTRATION APPLIES.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS AND TOLERANCE PER ASMEY14.5M, 2009.
- D. DATUM C IS DEFINED BY THE SPHERICAL CROWNS OF THE BALLS.
- E. PACKAGE NOMINAL HEIGHT IS 586 MICRONS ±39 MICRONS (547-625 MICRONS).
- F. FOR DIMENSIONS D, E, X, AND Y SEE PRODUCT DATASHEET.

DOCUMENT NUMBER:	98AON13330G	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	WLCSP20 2.015x1.615x0.586	PAGE 1 OF 1

onsemi and Onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba onsemi or its subsidiaries in the United States and/or other countries. onsemi reserves the right to make changes without further notice to any products herein. onsemi makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does onsemi 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. onsemi does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

WLCSP20 2.015x1.615x0.586
CASE 567SH
ISSUE O

DATE 30 NOV 2016



NOTES:

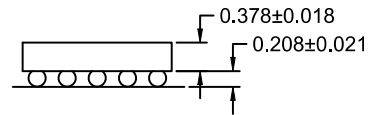
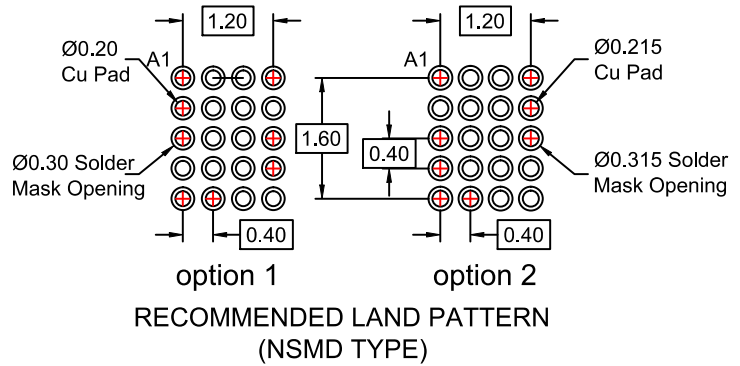
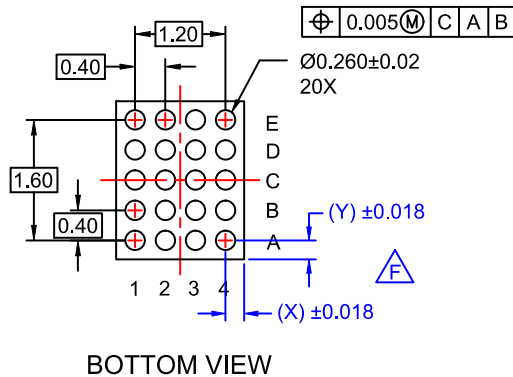
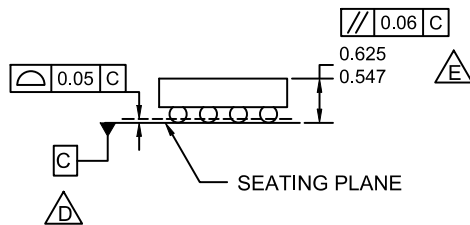
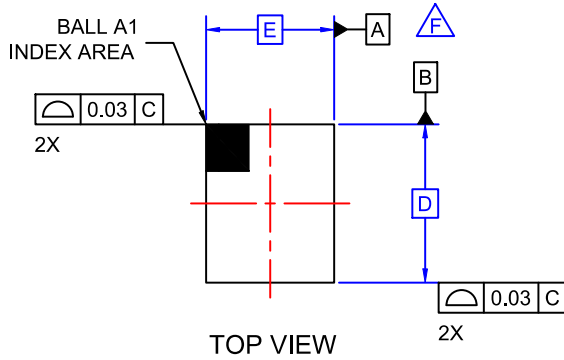
- A. NO JEDEC REGISTRATION APPLIES.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS AND TOLERANCE PER ASMEY14.5M, 2009.
- D. DATUM C IS DEFINED BY THE SPHERICAL CROWNS OF THE BALLS.
- E. PACKAGE NOMINAL HEIGHT IS 586 MICRONS ±39 MICRONS (547-625 MICRONS).
- F. FOR DIMENSIONS D, E, X, AND Y SEE PRODUCT DATASHEET.

DOCUMENT NUMBER:	98AON16602G	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	WLCSP20 2.015x1.615x0.586	PAGE 1 OF 1

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba onsemi or its subsidiaries in the United States and/or other countries. onsemi reserves the right to make changes without further notice to any products herein. onsemi makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does onsemi 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. onsemi does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

WLCSP20 2.0x1.6x0.586
CASE 567SK
ISSUE O

DATE 30 NOV 2016



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.

DOCUMENT NUMBER:	98AON16604G	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	WLCSP20 2.0x1.6x0.586	PAGE 1 OF 1

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba onsemi or its subsidiaries in the United States and/or other countries. onsemi reserves the right to make changes without further notice to any products herein. onsemi makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does onsemi 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. onsemi does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

onsemi, **Onsemi**, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** 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 **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** 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. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** 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 **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** 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 **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:

Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical-documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support

For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales