



Is Now Part of



**ON Semiconductor®**

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at  
[www.onsemi.com](http://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](http://www.onsemi.com). Please email any questions regarding the system integration to [Fairchild\\_questions@onsemi.com](mailto: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](http://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.

## FAN5903 带旁通模式的降压转换器 (用于3G / 3.5G 和 4G PAs)

### 特性

- 2.7 V至5.5 V的输入电压范围
- $V_{OUT}$  范围从 0.40 V 至 3.50 V (或  $V_{IN}$ )
- 小型电感
  - 2012 470 nH或540nH, 适用于最小PCB面积
  - 2520 1.0  $\mu$ H, 可实现更高效率
- 500 mA时的旁通压差为60 mV (典型值)
- 适合低压差操作的100%占空比
- 输入欠压闭锁/热关断
- mm x 1.29 mm 9焊点、0.4 mm间距、晶圆级芯片封装 (WLCSP)
- 3MHz / 6MHz 可选开关频率有助于优化系统
- 低功耗高效率 PFM 操作
- 适合极低  $I_o$ 操作的睡眠模式
- 在高功耗条件下效率高达 96% 的同步操作
- 10  $\mu$ s输出电压阶跃响应适合更早达到功率环路设置

### 应用

- 用于 3G/3.5G 和 4G PA 的动态电源偏压
- 用于 WCDMA/LTE PA 的电源

### 资源

如需更多信息或完整数据表, 请联系飞兆代表。

### 说明

FAN5903是一种高效率、低噪声的同步降压DC-DC转换器, 专为手机及其他移动应用中3G / 3.5G / 4G RF功率放大器 (PA) 的供电而设计。

输出电压可从0.40 V动态调整到高达3.50 V, 与外部DAC提供的0.16 V<sub>至1.40</sub> V范围内的模拟输入VCON成比例。这样就可以凭借能提供最高功率附加效率的电压为PA供电。

在电池电压下降得过于接近所需输出电压的情况下 ( $V_{OUT}=V_{BAT}$  - 200 mV时), 集成的旁通FET会自动打开。压差超过375 mV时, DC-DC会切换回同步模式。V<sub>CON</sub>在名义上高于1.5 V时, 集成的旁通FET也会启用。

FAN5903可实现快速转换, 能够在不到10  $\mu$ s的时间内改变到输出电压。支持快速瞬态响应的电流模式控制环路可确保提供卓越的线路和负载调节。

通过在负载电流通常不低于100mA的PFM模式下操作优化了轻负载效率。

开关频率可以设置为3MHz或6MHz, 从而能够进一步优化系统性能。FAN5903通常使用单个470 nH或540 H的小型电感。在3 MHz的频率下运行时, 可以使用一个1.0  $\mu$ H的电感进一步提高效率。

不需要输出调节时, 可通过将V<sub>CON</sub>标称值设置为50mV让FAN5903转入睡眠模式。这样可以在快速恢复输出调节的同时确保非常低的  $I_o$  (<70  $\mu$ A)。FAN5903有助于显著降低电流并延长通话时间, 可采用1.34 mm x 1.29 mm的9凸块0.40 mm-间距WLCSP封装。

### 订购信息

器件编号	工作温度范围	封装	包装方法
FAN5903UCX	-40 至 +85° C	1.34 mm x 1.29 mm 9焊点、0.4 mm间距、晶圆级芯片封装 (WLCSP)	卷带

应用框图

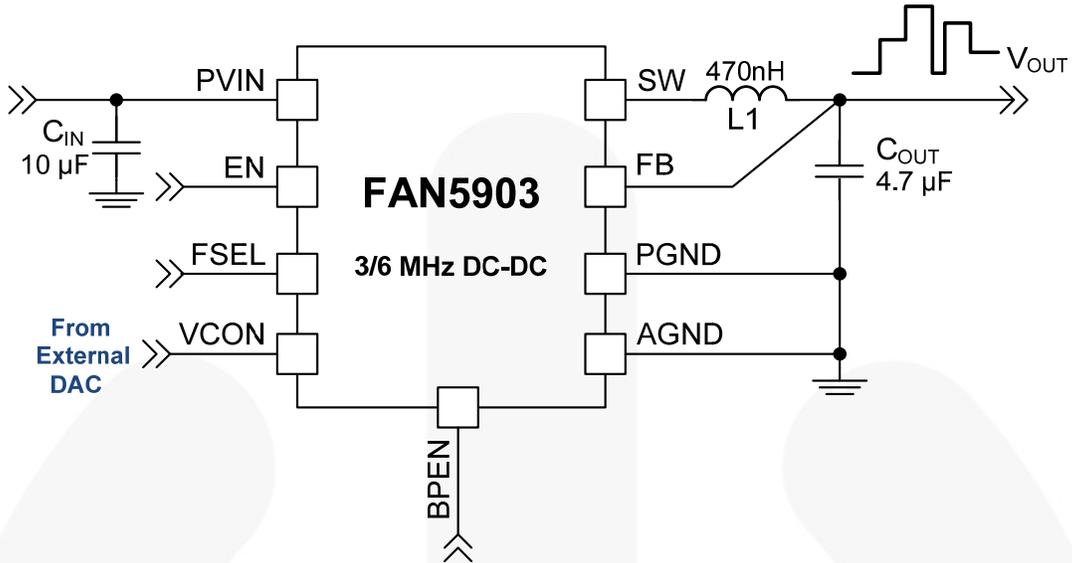


图1. 应用电路

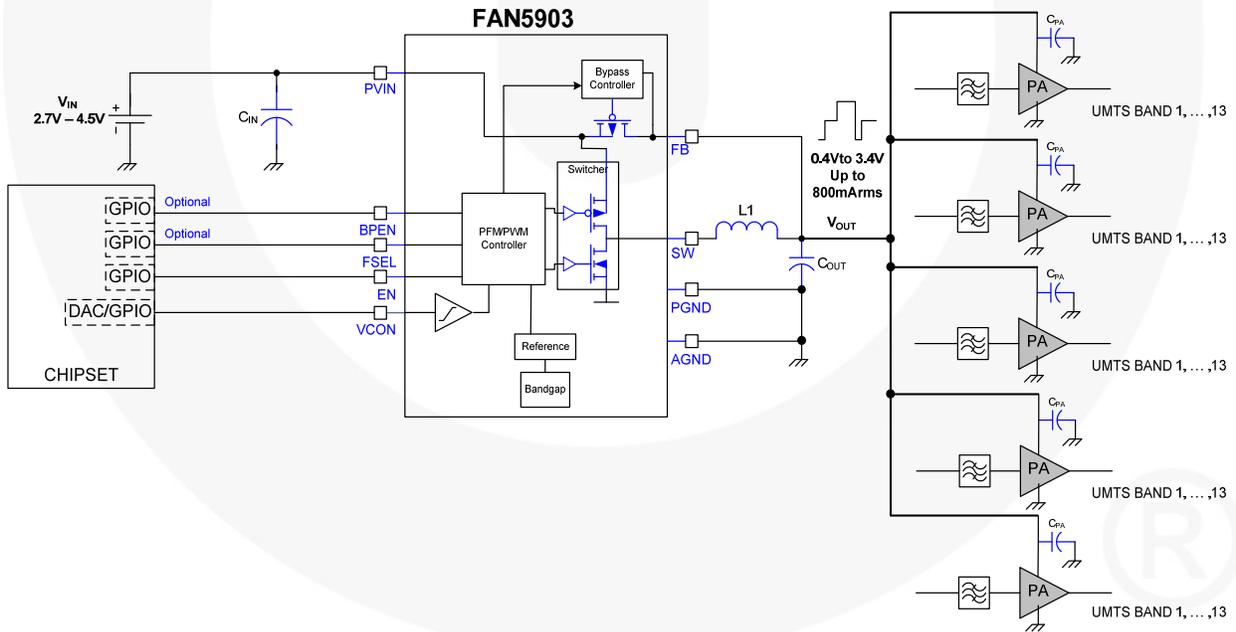


图2. 5 波段 WCDMA / HSPA PA 系统典型应用

## 引脚布局

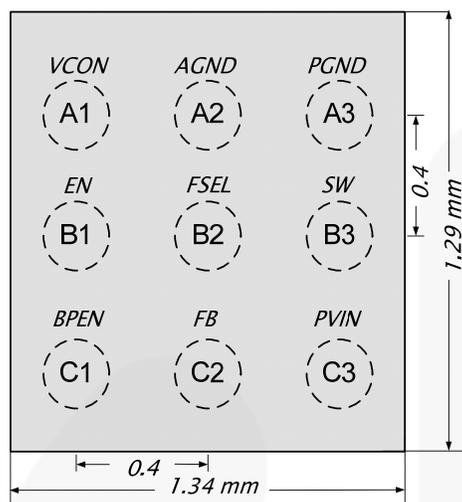


图3. 顶部视图, 焊点朝下

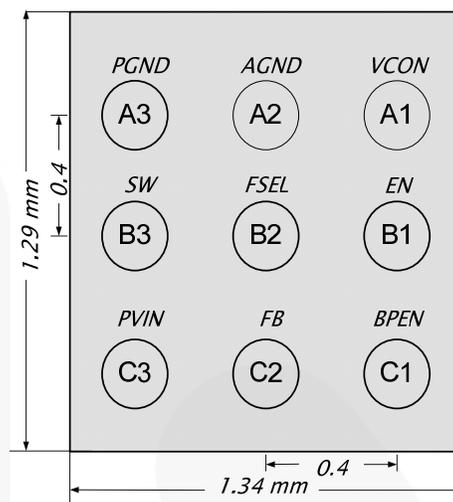


图4. 顶部视图, 焊点朝上

## 引脚说明

引脚号	名称	说明
A1	VCON	模拟控制引脚。屏蔽信号, 布线远离噪声。
A2	AGND	模拟地, IC参考地。按照PCB布线规则连接该引脚。
A3	PGND	内部MOSFET开关的功率地。按照布线规则连接PGND与AGND。
B1	EN	高电平时使能开关, 低电平时为关闭模式。该引脚切勿悬浮。
B2	FSEL	开关频率选择。当FSEL为低电平时, DC-DC工作频率为6 MHz。当FSEL为高电平时, DC-DC工作频率为3 MHz。该引脚切勿悬浮。
B3	SW	内部MOSFET开关的切换节点。连接至输出电感。
C1	BPEN	高电平时为强制旁路晶体管, 低电平时为自动旁路。该引脚切勿悬浮。
C2	FB	输出电压检测引脚 与 VOUT相连为调节点建立反馈路径。
C3	PVIN	电源电压输入到内部 MOSFET 开关; 连接到输入电源。

## 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
$V_{IN}$	PVIN		-0.3	6.0	V
	任意其他引脚上的电压		-0.3	$PV_{IN} + 0.3$	
$T_J$	结温		-40	+125	°C
$T_{STG}$	存储温度		-65	+150	°C
$T_L$	引脚焊接温度，10秒			+260	°C
ESD	静电放电防护	人体模式，JESD22-A114	2.0		kV
		充电器件模式，JESD22-C101	1.5		

## 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	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	电源电压范围		2.7		5.5	V
$V_{OUT}$	输出电压范围		0.35		$\leq V_{IN}$	V
$I_{OUT\_BYP}$	输出电流（旁路模式）				2.4	A
$I_{OUT\_DCDC}$	输出电流（DCDC 模式）				1.0	A
$L_1$	电感	$f_{SW} = 6 \text{ MHz}$		470		nH
		$f_{SW} = 3 \text{ MHz}$		540		
				1.00		$\mu\text{H}$
$C_{IN}$	输入电容 <sup>(1)</sup>			10		$\mu\text{F}$
$C_{OUT}$	输出电容		2.2	4.7		$\mu\text{F}$
$T_A$	工作环境温度范围		-40		+85	°C
$T_J$	工作结温范围		-40		+125	°C

### 注意：

1. 在进发、旁路切换或者较大输出电压切换期间，为了限制输入电压跌落，需要采用一个足够大的输入电容。确保输入电容值大于输出电容值。查看以下浪涌电流规格。

## 额定散热

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$\Theta_{JA}$	结-环境之间热阻 <sup>(2)</sup>		110		°C/W

### 注意：

2. 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 $T_{J(MAX)}$ 。

## 电气特性

$V_{IN} = V_{OUT} + 0.6 \text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 200 \text{ mA}$ ,  $EN = V_{IN}$ ,  $T_A = -40^\circ \text{ C to } +85^\circ \text{ C}$ , 除非另有说明。  
 $T_A = +25^\circ \text{ C}$ ,  $V_{IN} = 3.7 \text{ V}$ 为典型值。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>电源</b>						
$V_{IN}$	输入电压范围	$I_{OUT} \leq 800 \text{ mA}$	2.7		5.5	V
$I_{SD}$	停机电源电流	$EN = 0 \text{ V}$		1	3	$\mu\text{A}$
$I_O$	静态电流	睡眠模式已启用		70		$\mu\text{A}$
$V_{UVLO}$	欠压闭锁阈值	$V_{IN}$ 升	2.30	2.45	2.60	V
		滞环		175		mV
$V_{IH}$	逻辑阈值电压: EN、FSEL 和 BPEN	输入 HIGH 阈值	1.2			V
$V_{IL}$		输入 LOW 阈值			0.5	V
$I_{EN}$	EN 输入偏置电流	$EN = V_{IN}$ 或 GND		0.01	1.00	$\mu\text{A}$
<b>振荡器</b>						
$f_{SW}$	振荡器平均频率	FSEL = 0	5.4	6.0	6.6	MHz
$f_{SW}$	振荡器平均频率	FSEL = 1	2.7	3.0	3.3	MHz
<b>DC-DC 模式</b>						
$R_{DS(on)}$	PMOS 导通电阻 <sup>(3)</sup>	$V_{IN} = V_{GS} = 3.7 \text{ V}$		230		$\text{m}\Omega$
	NMOS 导通电阻 <sup>(3)</sup>	$V_{IN} = V_{GS} = 3.7 \text{ V}$		150		$\text{m}\Omega$
$I_{LIMp}$	P-通道电流限制		1.2	1.5	1.8	A
$I_{LIMn}$	N-通道电流限制		0.8	1.1	1.4	A
$V_{OUT\_MIN}$	最小输出电压	$V_{CON} = 0.16 \text{ V}$	0.35	0.40	0.45	V
$V_{OUT\_MAX}$	最大输出电压	$V_{CON} = 1.40 \text{ V}$	3.45	3.50	3.55	V
增益	控制范围内0.16 V 至 1.40 V 增益			2.5		
$V_{OUT\_ACC}$	$V_{OUT}$ 精度	Ideal = $2.5 \times V_{CON}$	-50		+50	mV
<b>旁路模式</b>						
$R_{FET}$	旁路 FET 阻抗 <sup>(4)</sup>	$V_{IN} = V_{GS} = 3.7 \text{ V}$		210		$\text{m}\Omega$
$\Delta V_{OUT\_BP}$	旁路模式输出电压跌落	$I_{OUT} = 500 \text{ mA}$		60		mV
<b>输出调整</b>						
$V_{OUT\_RLine}$	$V_{OUT}$ 线性调整			$\pm 5$		mV
$V_{OUT\_RL}$	$V_{OUT}$ 负载调整	$I_{OUT} \leq 800 \text{ mA}$		$\pm 25$		mV
$V_{CON\_SL\_EN}$	$V_{CON}$ 睡眠模式进入	$V_{CON}$ 强制非常低的 $I_O$ 睡眠模式电压	50			mV
$V_{CON\_SL\_EX}$	$V_{CON}$ 睡眠模式退出电压	$V_{CON}$ 退出睡眠模式电压			135	mV
$V_{CON\_BP\_EN}$	$V_{CON}$ 强制旁路模式进入电压	$V_{CON}$ 强制旁路电压, $V_{IN} = 2.70 \text{ V}$ - 4.75 V	1.6			V
$V_{CON\_BP\_EX}$	$V_{CON}$ 强制退出旁路模式电压	$V_{CON}$ 强制退出, 旁路模式, $V_{IN} = 2.70 \text{ V}$ - 4.75 V			1.4	V
$V_{BP\_THH}$	进入旁路模式的电压阈值	$V_{IN} - V_{OUT}$	160	200	240	mV
$V_{BP\_THL}$	退出旁路模式的电压阈值	$V_{IN} - V_{OUT}$	320	375	440	mV
$T_{OTP}$	过温保护	升温		+150		$^\circ \text{C}$
		滞环		+20		

## 电气特性

$V_{IN} = V_{OUT} + 0.6 \text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 200 \text{ mA}$ ,  $EN = V_{IN}$ ,  $T_A = -40^\circ \text{ C to } +85^\circ \text{ C}$ , 除非另有说明。  
 $T_A = +25^\circ \text{ C}$ ,  $V_{IN} = 3.7 \text{ V}$ 为典型值。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>计时</b>						
$t_{SS}$	启动时间	$V_{IN} = 3.7 \text{ V}$ , $V_{OUT}$ 从0 V至3.1 V, $C_{OUT} = 4.7 \mu\text{F}$ , 10 V, X5R		30	40	$\mu\text{s}$
$t_{SP\_en}$	睡眠模式进入时间	$V_{CON} < 50 \text{ mV}$		40		$\mu\text{s}$
$t_{SP\_ex}$	睡眠模式退出时间	$V_{CON} \geq 135 \text{ mV}$		11		$\mu\text{s}$
$t_{DC\_DC\_TR}$	$V_{OUT}$ 步进响应上升时间 <sup>(3)</sup>	$V_{OUT}$ 从5%至95%, $\Delta V_{OUT} < 2 \text{ V}$ (1.4 V - 3.4 V), $R_{LOAD} \leq 7 \Omega$			10	$\mu\text{s}$
$t_{DC\_DC\_TF}$	$V_{OUT}$ 步进响应下降时间 <sup>(3)</sup>	$V_{OUT}$ 从95%至5%, $\Delta V_{OUT} < 2 \text{ V}$ (3.4 V - 1.4 V), $R_{LOAD} \leq 7 \Omega$			12	$\mu\text{s}$
$t_{DC\_DC\_CL}$	持续电流限制的最长允许时间 <sup>(5)</sup>			40		$\mu\text{s}$
$t_{DCDC\_CLR}$	持续电流限制恢复时间 <sup>(3)</sup>			180		$\mu\text{s}$

### 注意:

- 由设计保证; 未经产品测试。
- 在旁路模式下, 旁路 FET 电阻不包括 PFET  $R_{DS(on)}$  和与旁路 FET 并联的电感 DCR。
- 在短路条件下, 可以保护该器件。40  $\mu\text{s}$ 后, 操作停止并在180  $\mu\text{s}$ 后重新启动。在较大的电容性负载下,  $V_{CON}$  的压摆率可能降低, 以避免连续的电流限制。在3 V输出电压变化的典型条件下, 最高只支持40  $\mu\text{F}$ 的电容性负载(假设 $V_{CON}$ 为阶跃输入)。

## 典型特性

除非另有说明,  $V_{IN} = EN = 3.7\text{ V}$ ,  $L1 = 1.0\ \mu\text{H}$ ,  $C_{LOAD} = 4.7\ \mu\text{F}$ 且 $T_A = +25^\circ\text{ C}$ 。

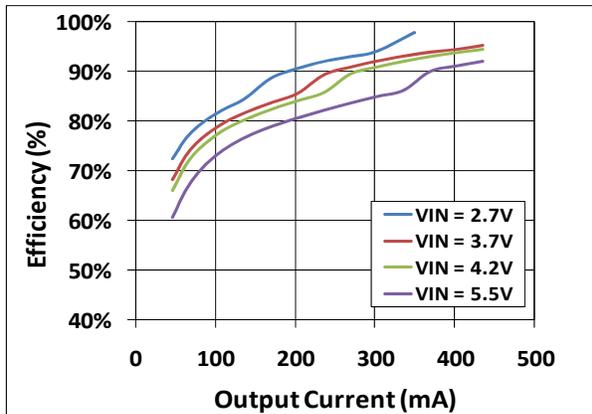


图 5. 效率与 输出电流和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 6\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 7\ \Omega$

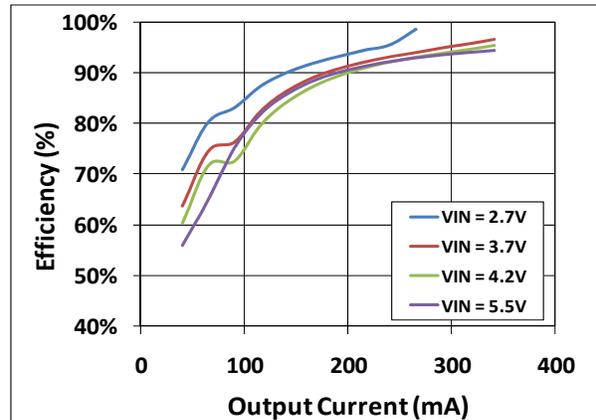


图 6. 效率与 输出电流和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 6\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 10\ \Omega$

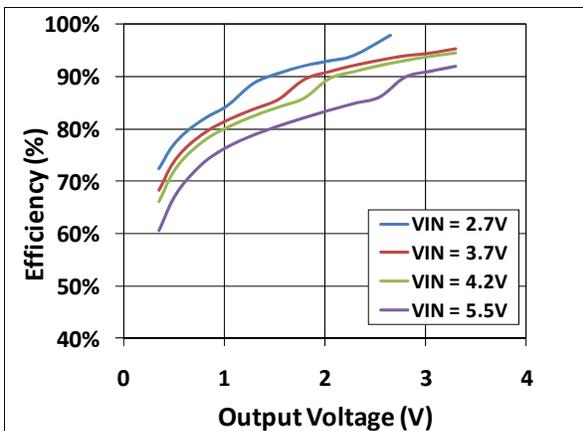


图 7. 效率与 输出电压和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 6\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 7\ \Omega$

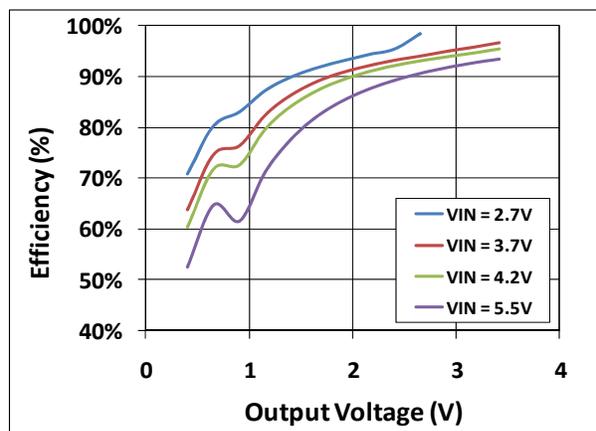


图8. 效率与 输出电压和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 6\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 10\ \Omega$

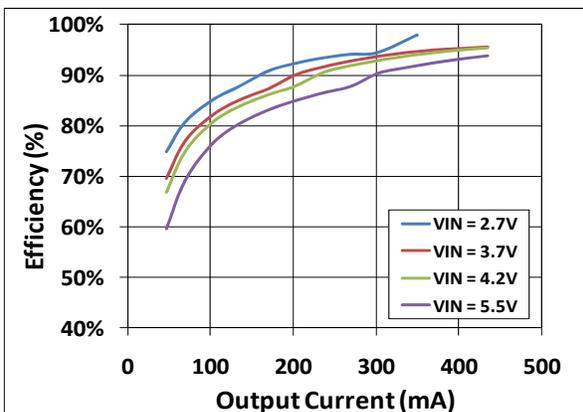


图 9. 效率与 输出电流和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 3\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 7\ \Omega$

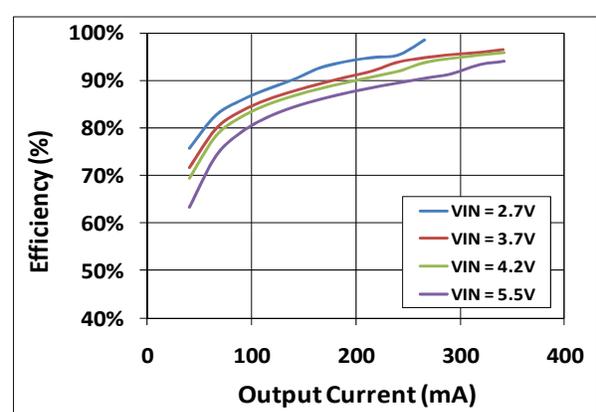


图 10. 效率与 输出电流和 输入电压的关系,  $f_{SW} = 3\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 10\ \Omega$

### 典型特性

除非另有说明,  $V_{IN} = EN = 3.7\text{ V}$ ,  $L1 = 1.0\ \mu\text{H}$ ,  $C_{LOAD} = 4.7\ \mu\text{F}$ 且 $T_A = +25^\circ\text{ C}$ 。

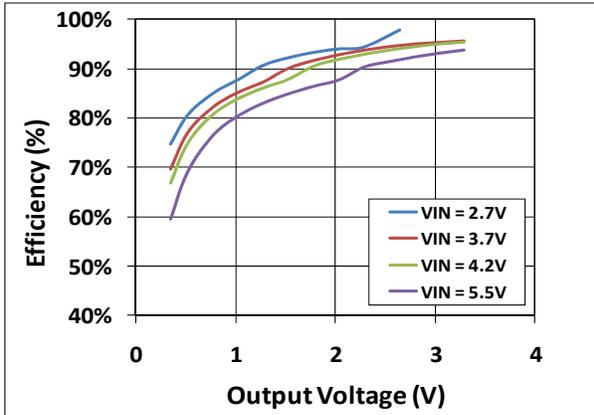


图 11. 效率与输出电压和输入电压的关系,  $f_{sw} = 3\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 7\ \Omega$

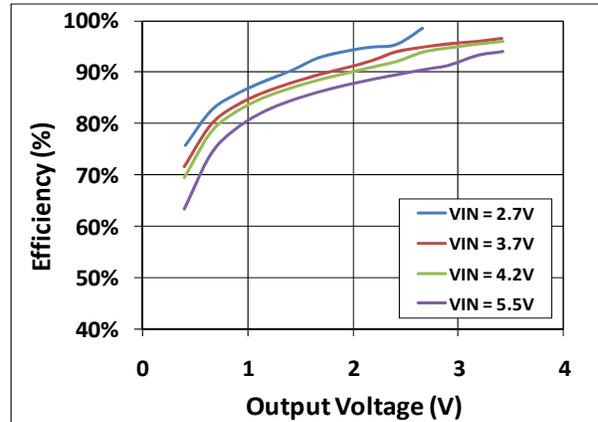


图 12. 效率与输出电压和输入电压的关系,  $f_{sw} = 3\text{ MHz}$ ,  $R_{PA} = 10\ \Omega$

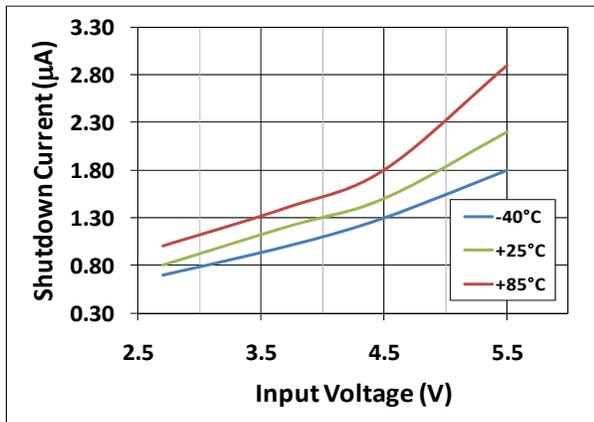


图 13. 关断电流与输入电压和温度的关系

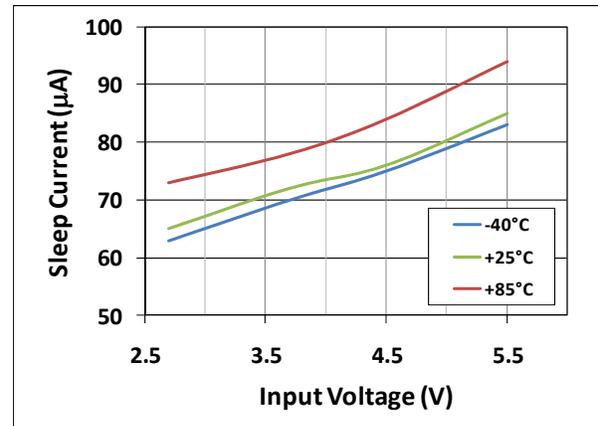


图 14. 睡眠模式电流与输入电压和温度的关系

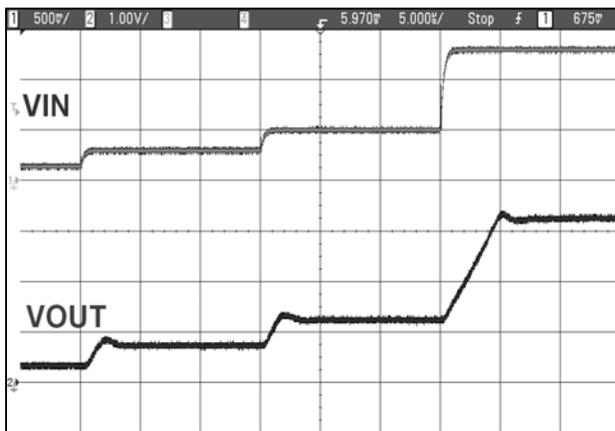


图 15. 300 mV, 500 mV和 2 V  $\Delta V_{OUT}$  ( $V_{IN} = 3.7\text{ V}$ ) 的上升时间

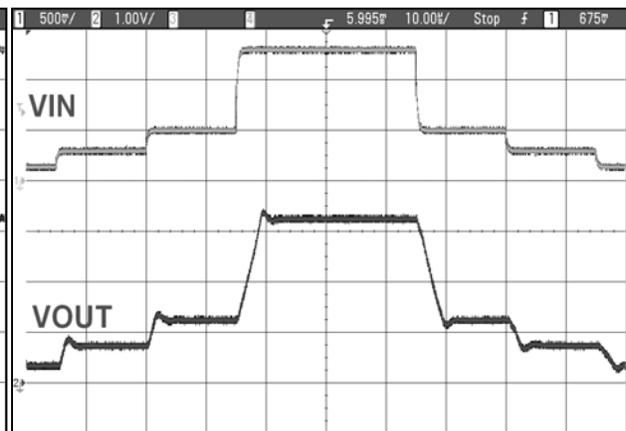


图 16. 300 mV, 500 mV, 和 2V时的上升时间  $2\text{ V } \Delta V_{OUT}$  ( $V_{IN} = 3.7\text{ V}$ )

## 典型特性

除非另有说明,  $V_{IN} = EN = 3.7\text{ V}$ ,  $L1 = 1.0\ \mu\text{H}$ ,  $C_{LOAD} = 4.7\ \mu\text{F}$ 且 $T_A = +25^\circ\text{ C}$ 。

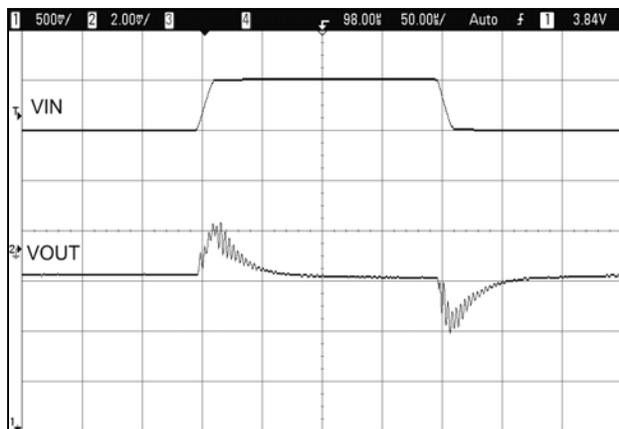


图 17. 线路瞬态变化 $V_{IN} = 3.7\text{ V}$ 至 $4.2\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$ ,  $10\ \Omega$ 负载、 $50\ \mu\text{s}/\text{div}$ 。

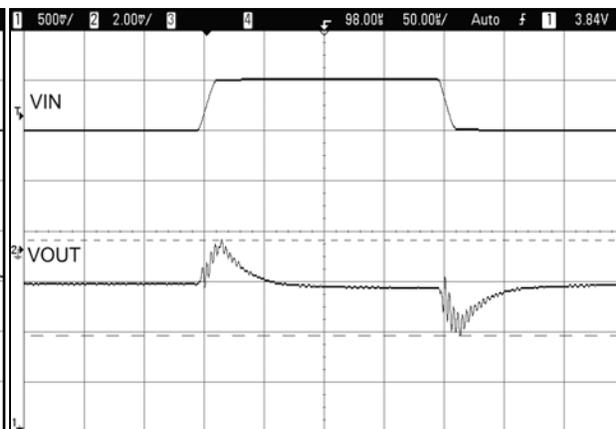


图 18. 线路瞬态 $V_{IN} = 3.7\text{ V}$ 至 $4.2\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 1.0\text{ V}$ 、 $10\ \Omega$ 负载、 $50\ \mu\text{s}/\text{div}$ 。

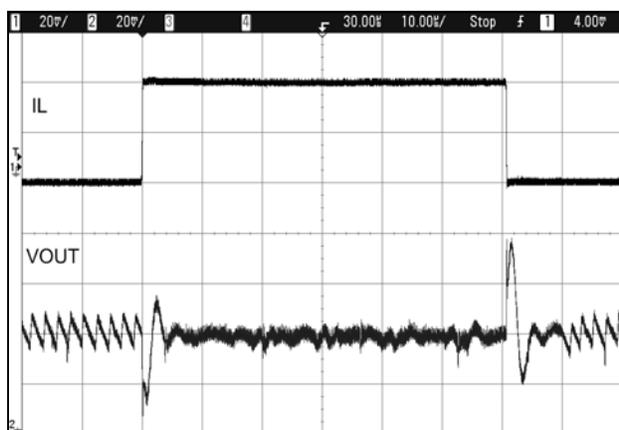


图 19. 负载瞬态,  $0\text{ mA}$ 至 $400\text{ mA}$ 、 $V_{OUT} = 1.0\text{ V}$

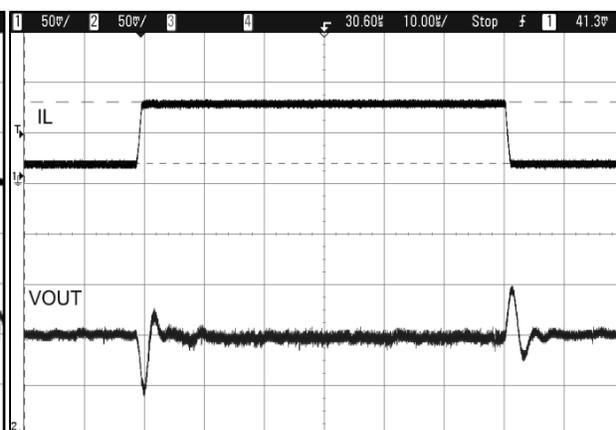


图 20. 负载瞬态,  $200\text{ mA}$ 至 $800\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 1.0\text{ V}$

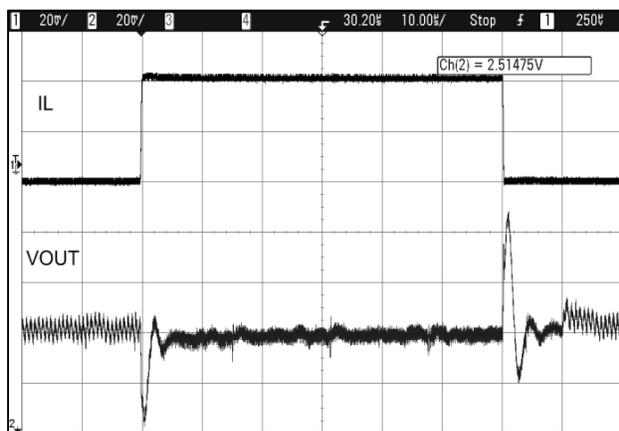


图 21. 负载瞬态,  $0\text{ mA}$ 至 $400\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$

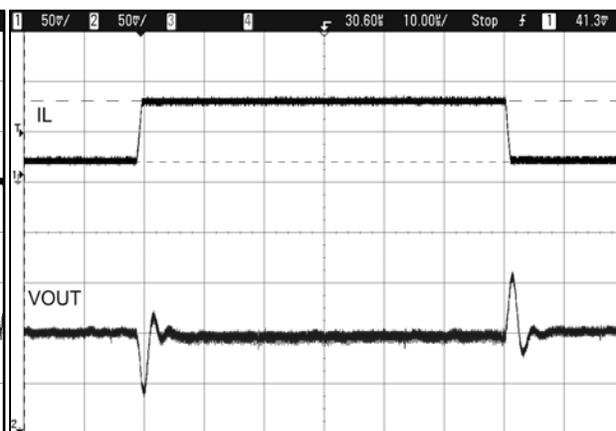


图 22. 负载瞬态,  $200\text{ mA}$ 至 $800\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$

### 典型特性

除非另有说明,  $V_{IN} = EN = 3.7\text{ V}$ ,  $L1 = 1.0\ \mu\text{H}$ ,  $C_{LOAD} = 4.7\ \mu\text{F}$ 且 $T_A = +25^\circ\text{ C}$ 。

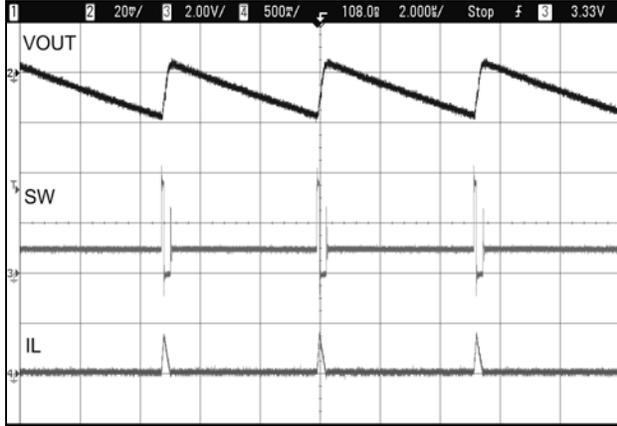


图 23. 开关波形、PFM模式、  
 $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$  (轻载)

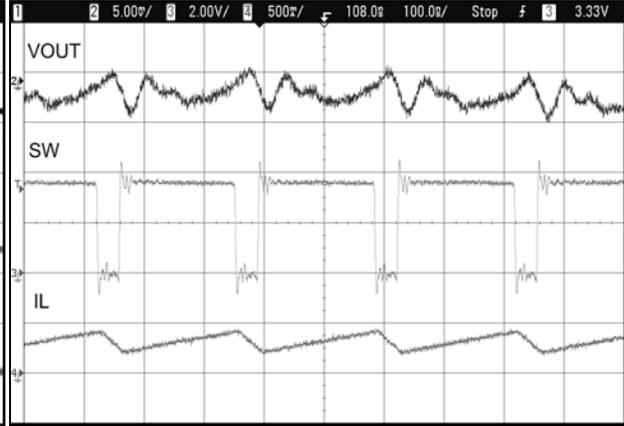


图 24. 开关波形、PWM模式、  
 $f_{SW} = 6\text{ MHz}$ ,  $I_{LOAD} = 300\text{ mA}$  (重载)

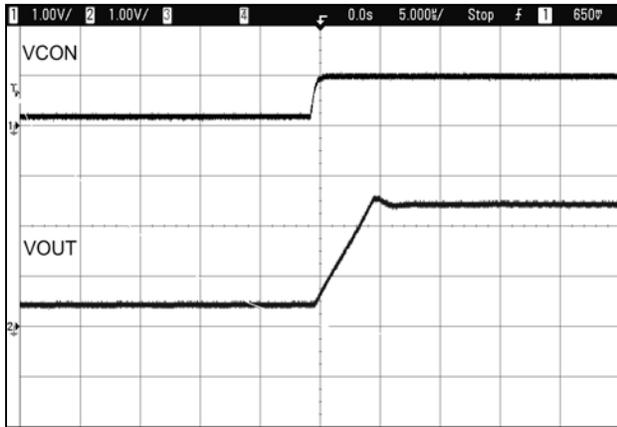


图 25.  $V_{OUT}$  上升跃迁0.5 V至2.5 V、 $V_{IN} = 3.7\text{ V}$



图 26.  $V_{OUT}$  下降跃迁2.5 V至0.5 V、  
 $V_{IN} = 3.7\text{ V}$

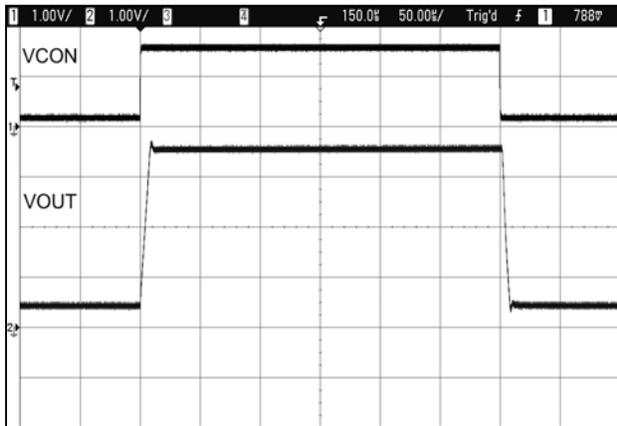


图 27.  $V_{OUT}$  瞬态响应 $\Delta V_{OUT} = 3\text{ V}$

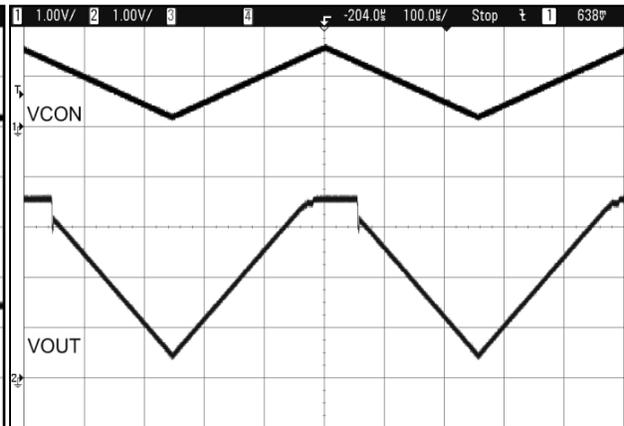


图 28.  $V_{OUT}$  瞬态和旁路响应 $\Delta V_{OUT} > 3\text{ V}$ ,  $V_{CON}$  阶跃高于1.5 V

### 典型特性

除非另有说明,  $V_{IN} = EN = 3.7\text{ V}$ ,  $L1 = 1.0\ \mu\text{H}$ ,  $C_{LOAD} = 4.7\ \mu\text{F}$ 且 $T_A = +25^\circ\text{ C}$ 。

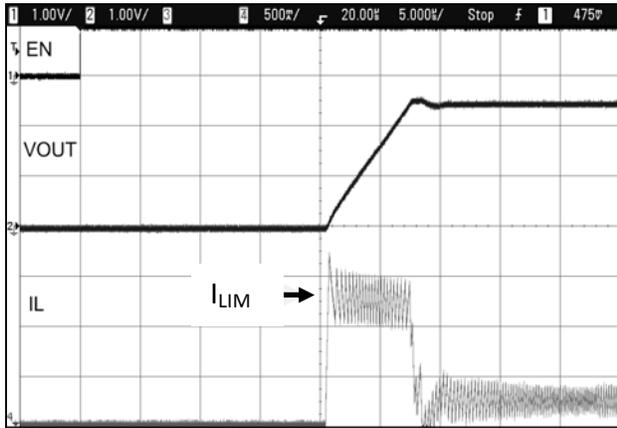


图 29. 软启动瞬态响应, 从 0 mA 至 100 mA

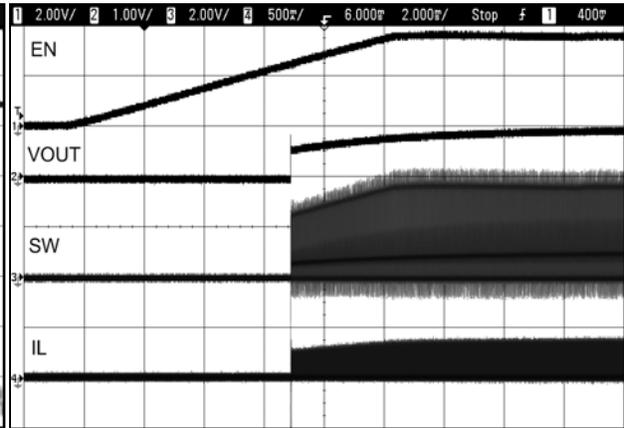


图 30. 冷启动瞬态响应, 从 0 mA 至 100 mA

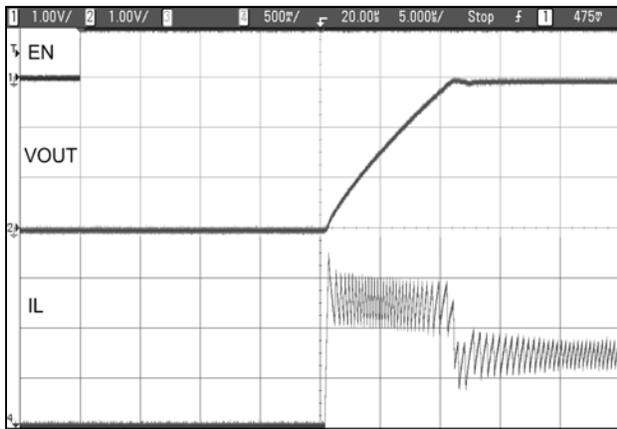


图 31. 软启动瞬态响应, 从 0 mA至800 mA

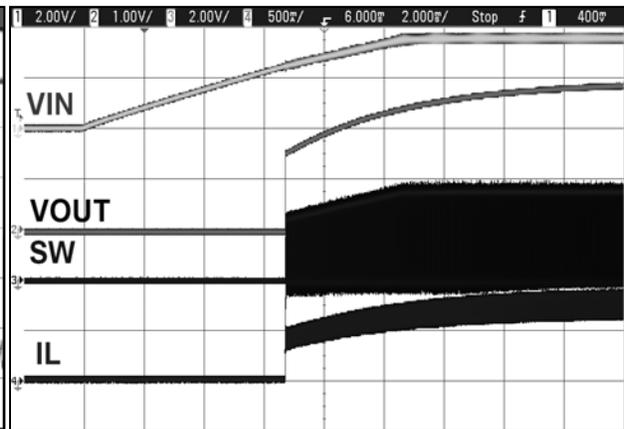


图 32. 冷启动瞬态响应, 从 0 mA至800 mA

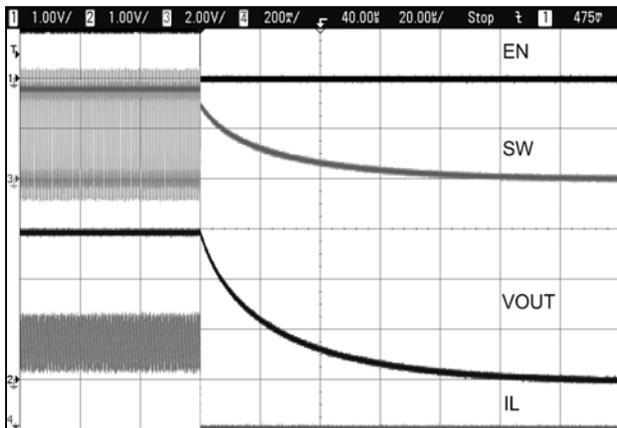


图33. 关断瞬态响应

## 框图

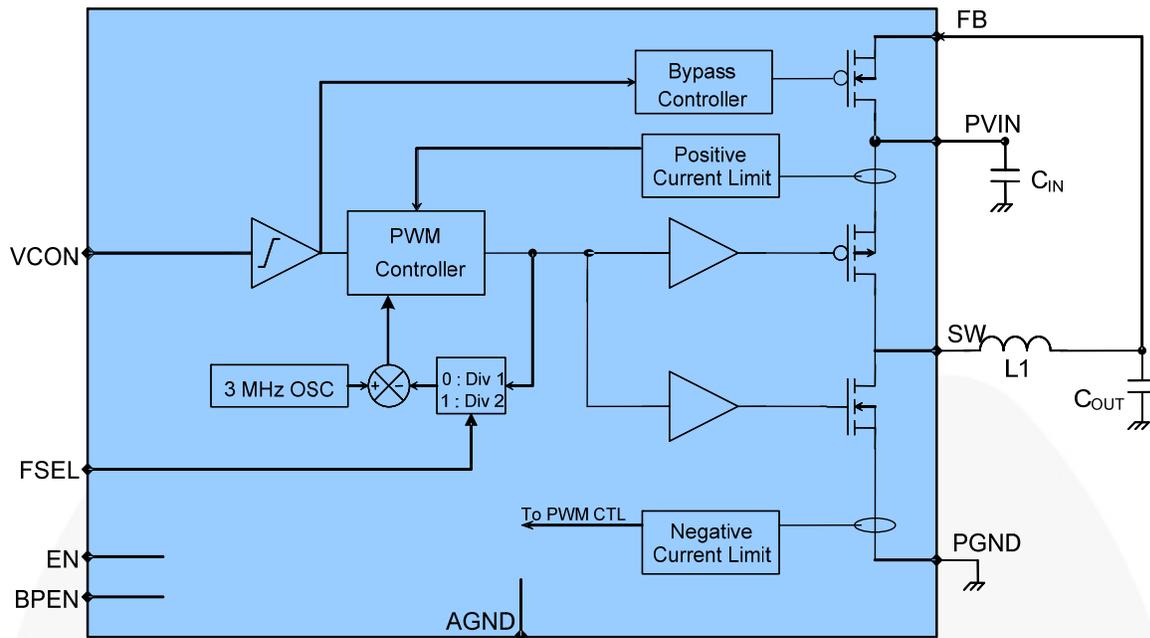


图 34. 框图

## 工作模式说明

FAN5903 是一款具有电流模式控制的高效率、同步降压 DC-DC 转换器。它会根据外部 DAC 提供的设定电压  $V_{CON}$  调整输出电压  $V_{OUT}$ 。调整后的  $V_{OUT}$  被设定为输入电压  $V_{CON}$  的 2.5 倍。

根据输出电压和负载电流，这一 DC-DC 转换器可以在 PWM 或 PFM 模式下工作。在输出电压通过较低的导通状态电阻旁路 FET 短路到输入电压的情况下，支持旁通模式。

FAN5903 支持广泛的负载电流。支持高电流应用，例如 3G / 3.5G 和 4G 应用要求高达 800 mA 的直流输出。可以通过让 DC-DC 转换在 3 MHz 或 6 MHz 开关速率下运行来优化系统性能。

## 自动模式

**在脉宽调制 (PWM) 模式下**，随着 P 沟道晶体管导通，稳压器开始进入调节状态，电感电流开始升高，直到该 P 沟道晶体管进入关断状态为止。关断状态下，P 沟道截止，随之 N 沟道晶体管导通，电感电流开始下降，维持其平均值与直流负载电流相等。该电感电流受到持续监视。当 P

沟道晶体管电流超过电流限值时，电流传感器检测到电流超限，交换机关闭以减小电感电流，从而防止磁饱和。同样，当 N

沟道晶体管电流超过电流限值时，电流传感器检测到电流超限，同时重新导向放电电流通过电感回馈到蓄电池。

**在脉冲频率调制 (PFM) 模式下**，输出电压和负载电流（通常低于 100 mA）较低时，DC-DC 转换在恒定导通时间模式下工作。导通状态下，P 沟道在一个明确定义的导通时间内导通，然后再切换到关断状态，由此，N 沟道开关打开时，电感电流下降到 0 A。开关输出被置于高阻抗状态，直到新的调整周期开始。

PFM 模式可实现高效率，同时保持 RF 系统性能（降至低负载电流）。

## 旁路模式

**旁路模式下**，旁路 FET 导通后，FAN5903 以 100% 的占空比工作。这可实现非常低的压差（DC 负载电流高达 2.4 A）。在 3G / 3.5G 和 4G PA 的应用中，旁路模式通常可处理 800 mA 的电流。

**表1. 模式说明**

#	MODE	模式说明	工作条件			
			FSEL	BPEN	EN	VCON
1	关断模式	整个 IC 失效。	X	X	0	0
2	睡眠模式	DC-DC处于睡眠模式时, 消耗的电流小于70 $\mu$ A。	X	X	1	0
3	6 MHz自动模式	DC-DC处于自动模式时, 在6 MHz时转换 <sup>(6,7)</sup>	0	0	1	1
4	3 MHz自动模式	DC-DC处于自动模式时, 在3 MHz时转换。	1	0	1	1
5	旁路模式	旁路 FET 强制导通。DC-DC 占空比设置为 100%	X	1	1	1

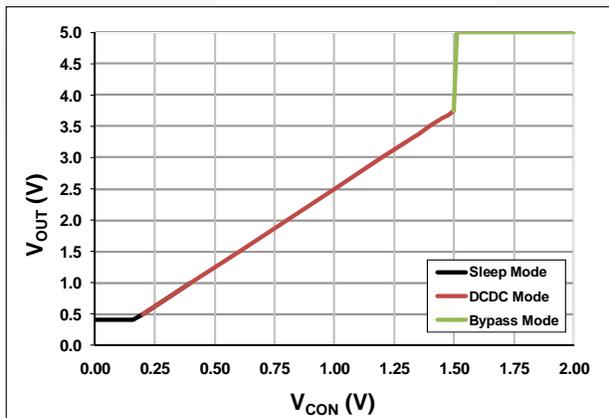
**注意:**

- 当 $V_{OUT}$ 超过 $V_{IN} - 200$  mV时, 旁路FET使能且DC-DC占空比转为100%。当 $V_{OUT} \leq V_{IN} - 375$  mV时, 旁路FET失效, DC-DC进入自动模式。
- 当负载电流小于 PFM 电流阈值时, DC-DC 转为 PFM 模式。

**直流输出电压**

DC-DC 的输出电压取决于  $V_{CON}$  决定, 其由外部 DAC 或者参考电压给定:

$$V_{OUT} = 2.5 \times V_{CON} \quad (1)$$



**图 35. 输出电压 vs. 控制电压**

只有当 $V_{CON}$ 介于0.16 V至1.40 V之间时, DC-DC 才能够提供稳定的  $V_{OUT}$ 。这样即可在0.40 V至3.50 V之间调整 $V_{OUT}$ 。如果 $V_{CON}$ 低于此范围, 则 $V_{OUT}$ 箝位至0.40 V的最小值, 并且在 $V_{CON} > 1.50$  V时进入旁路模式。如果 $V_{CON}$ 低于50 mV, FAN5903将进入无调整的睡眠模式。这会使电流消耗降至70  $\mu$ A以下, 同时允许快速返回调整。

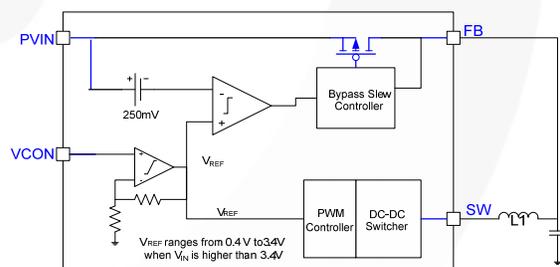
FAN5903 自动在 PFM、PWM 和旁路模式中转换。

只有当电池电压高于  $V_{OUT} + 200$  mV 时, DC-DC 才能够提供稳定的  $V_{OUT}$ 。

**旁路模式**

进入旁路模式的触发器基于电池电压 (通过 AVIN 引脚感测) 和内部产生的参考电压  $V_{REF}$  之间的压差, 如中所述图 36。DC-DC在 $V_{IN} = V_{OUT} + 200$  mV时进入旁路模式。然后转为 100% 的占空比, 且低  $R_{DS(ON)}$  旁路 FET 导通。随着  $V_{OUT}$  接近  $V_{IN}$ , DC-DC 在恒定关断时间模式下工作, 频率降低以实现高占空比, 并且系统将继续在调整模式下运行, 直到满足旁路模式条件。

如上所述, 当 $V_{CON}$ 超过1.5 V时, 也会进入旁路模式。



**图 36. 使能旁路晶体管电路**

通过使用压摆率控制器来限制浪涌电流, 旁路 FET 逐渐导通。该涌流可以表示为如下指定压摆率的函数:

$$I_{INRUSH} \approx C_{OUT} \frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta t} = C_{OUT} \cdot V_{BP\_SLEW} \quad (2)$$

释放旁路模式时, 不使用压摆率控制器。

## 开关频率选择 (FSEL)

在某些情况下, 最好将DC-DC的开关频率从6 MHz (FSEL = 0)更改为3 MHz (FSEL = 1)。在3 MHz下运行时, DC-DC的工作效率通常高于其在6 MHz时的效率。主要代价是增加了在较低频率下的电压纹波。在3 MHz下工作可使用1.0  $\mu$ H电感, 以优化效率和纹波。

FAN5903 在任一开关频率下对 RF 输出范围的影响都微乎其微。

## 动态输出电压切换

FAN5903 具有一个复杂的电压转换控制器, 可实现小于10  $\mu$ s的转换时间, 同时具有较大的输出电容和输出电压范围。

切换控制器可实现5种切换:

- $\Delta V_{OUT}$  正阶跃
- $\Delta V_{OUT}$  负阶跃
- $\Delta V_{OUT}$  切换自或切换至旁路模式
- $\Delta V_{OUT}$  启动阶段的切换
- $\Delta V_{OUT}$  BPEN之后的切换

在大多数情况下, 建议采用急剧的转换, 并使用转换控制器优化输出电压摆率。

### $\Delta V_{OUT}$ 正阶跃

$V_{CON}$  正阶跃之后, DC-DC 进入电流限制模式。在此模式下,  $V_{OUT}$  以一个恒定的压摆率上升, 该压摆率由输出电容和电流限值决定。

$V_{CON}$

### $\Delta V_{OUT}$ 负阶跃

$V_{CON}$  负阶跃之后, DC-DC 进入电流限制模式, 在此模式下,  $V_{OUT}$  以一个恒定的压摆率下降, 该压摆率由输出电容和电流限值决定。

### $V_{OUT}$ 切换自或切换至旁路模式

旁路模式来回转换需满足旁路条件。在  $V_{CON}$  完成转换2  $\mu$ s之后, FAN5903 开始检测旁路条件, 并使所需的充电/放电电路实现10  $\mu$ s的转换时间。

### $V_{OUT}$ 启动阶段转换

在启动阶段, 检测到 EN 上升沿后, 在 DC-DC 功能使能之前, 系统需要 40  $\mu$ s 时间使能全部内部参考电压和放大器。

### $V_{OUT}$ BPEN之后的切换

当BPEN变为高电平时, 控制器清除内部旁路标志和传感器, 并使能旁路模式。但是, 该切换要求在与常规切换相同的电流限度和转换速率下进行。

## 热保护

当结温超过最大指定结温时, FAN5903 进入省电模式 (热检测电路除外)。

## 睡眠模式

FAN5903 具有睡眠模式以最小化电流消耗, 同时也可以实现快速返回调整。当  $V_{CON}$  保持50 mV以下至少40  $\mu$ s时, 将会进入睡眠模式。在此模式中, 电流消耗降至70  $\mu$ A以下。当  $V_{CON}$  为135 mV以上约12  $\mu$ s时, 将退出睡眠模式。

## 典型的电压转换

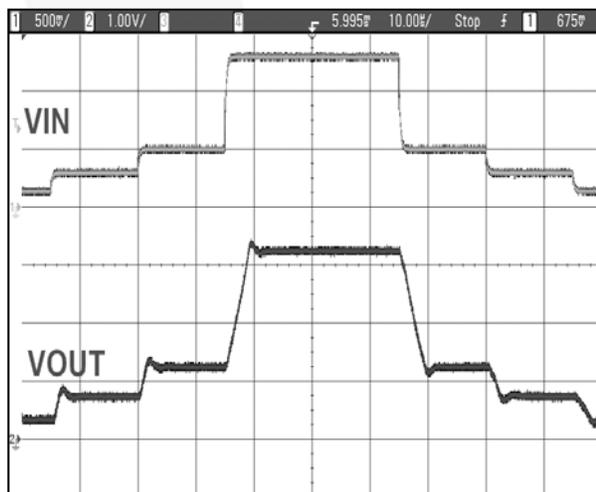


图 37. 300 mV、500 mV和2 V  $\Delta V_{OUT}$  ( $V_{IN} = 3.7$  V)时的上升和下降时间

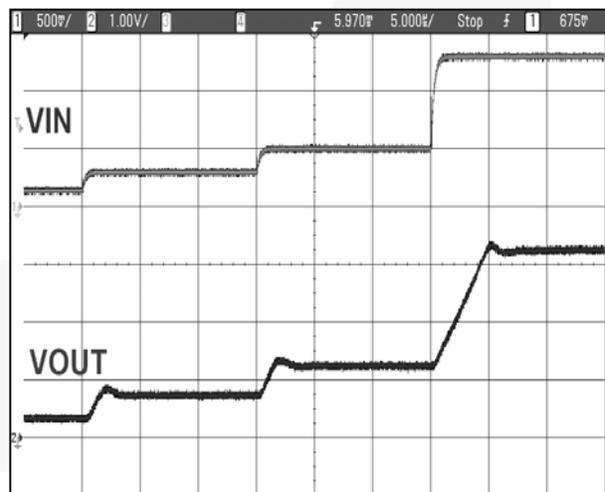


图 38. 300 mV、500 mV, 和 2 V 时的上升时间 $\Delta V_{OUT}$  ( $V_{IN} = 3.7$  V)

### 应用信息

图39阐述了FAN5903在 3G / 4G发射机中的应用。FAN5903 设计用于驱动多个 PA。图40 展示了旨在满足 WCDMA 规范的时序框图。FAN5903支持低于10  $\mu$ s的瞬态电压。

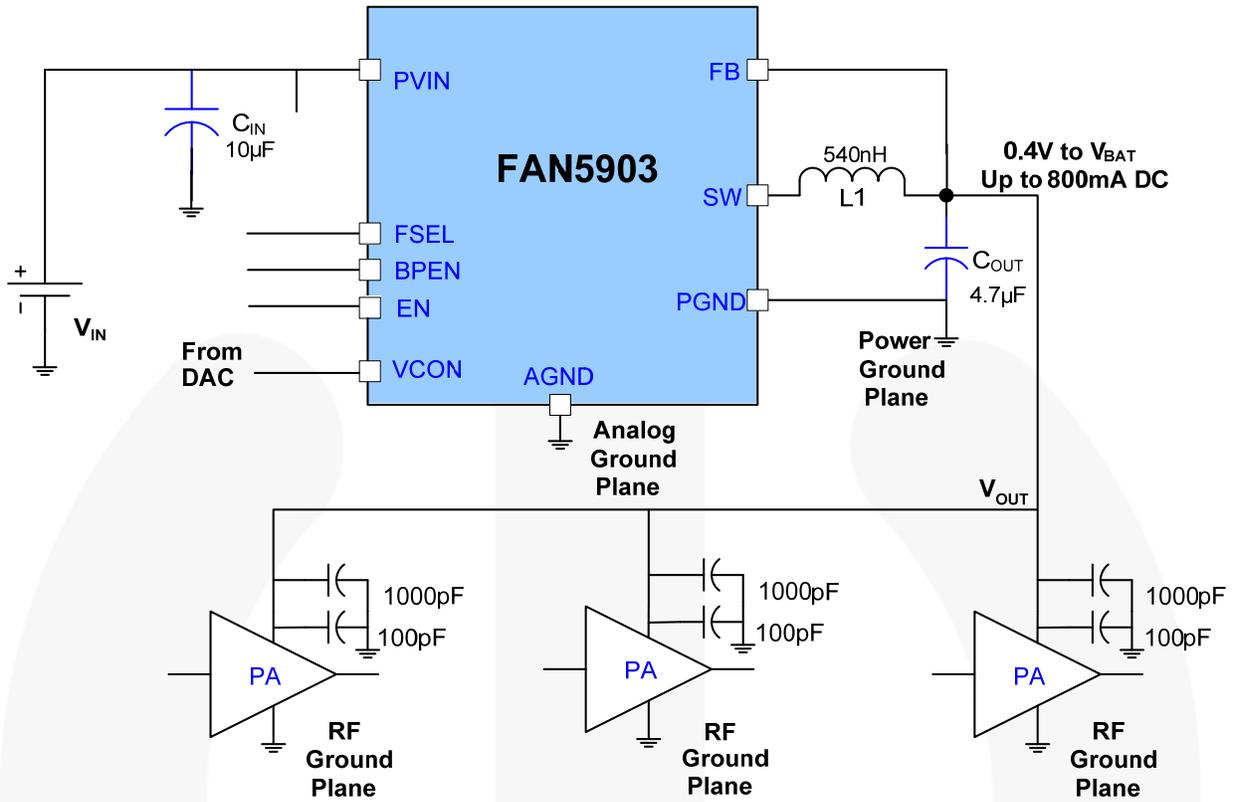


图39 。为三种3G或4G PA供电的FAN5903典型应用框图

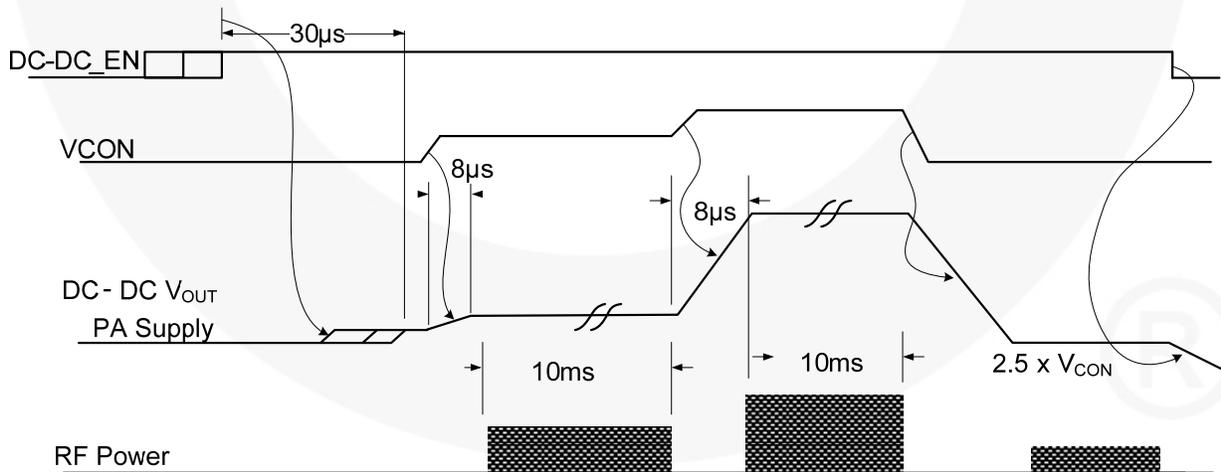


图40 。3G/4G发射机的时序框图

## 应用信息

### 电感选型

FAN5903能够在3 MHz或6 MHz的开关频率下工作，因此可分别使用470 nH（或540 nH）或1.0  $\mu$ H电感。为实现最佳效率，建议将FAN5903切换到3 MHz ( $F_{SEL} = \text{HIGH}$ )，使用1.0  $\mu$ H电感。对于要求尽可能最小PCB面积的应用，FAN5903应配置为在6 MHz下工作 ( $F_{SEL} = \text{LOW}$ )，以允许使用470 nH或540 nH 2012电感。

表2. 推荐电感量

电感	$f_{SW}$	说明
L1	6 MHz	470 nH、 $\pm 20\%$ 、1100 mA、2012（公制） Murata: LQM21PNR47MCO
		470 nH、 $\pm 30\%$ 、 1200 mA、2012（公制） Panasonic: ELGTEAR47NA
		540 nH、 $\pm 20\%$ 、1300 mA、2012（公制） Murata: LQM21PNR54MG0
	3 MHz	1.0 $\mu$ H、 $\pm 20\%$ 、2500 mA、3030（公制） Coilcraft: XFL3010-102ME

### 电容选型

所需最小输出电容 $C_{OUT}$ 为4.7  $\mu$ F，6.3 V，X5R的ESR为10 m $\Omega$ 或更低，ESL为0.3 nH或更低。更大的尺寸就意味着产生更多的回路寄生电感和噪声。

为减少电容的寄生电感效应，应将一个0.1  $\mu$ F电容并联在 $C_{OUT}$ 上。

表3. 推荐电容值

电容	说明
$C_{IN}$	10 $\mu$ F， $\pm 20\%$ ，X5R，10 V
$C_{OUT}$	4.7 $\mu$ F， $\pm 20\%$ ，X5R，6.3 V
C 用于 $V_{CON}$	470 pF， $\pm 20\%$ ，X5R

### 滤波器 $V_{CON}$

$V_{CON}$ 是DC-DC的模拟控制引脚，与一个外部数模转换器(DAC)相连。推荐在 $V_{CON}$ 引脚和AGND之间放置一个470 pF的去耦电容，来过滤DAC噪声。这个电容也可以用来防止DAC受到通过 $V_{CON}$ 引脚耦合的DC-DC高频开关噪声的影响。

$V_{CON}$ 输入端的任何噪声都会被放大2.5倍传送到 $V_{OUT}$ 端。如果DAC输出端有噪声，需将一个电阻串联于DAC输出端和电容之间，形成一个RC滤波器。

遵循以下指导原则：

- 采用低噪声电源或具有良好PSRR的驱动器产生 $V_{CON}$ 。
- $V_{CON}$ 驱动器须以AGND为参考地。
- $V_{CON}$ 布线须避开PVIN、SW和PGND引脚上的信号，以及其它噪声信号。使用AGND屏蔽可以获得更好的隔离效果。
- 确保DAC输出可驱动 $V_{CON}$ 上的470 pF电容。为保证DAC的稳定性且不减慢 $V_{CON}$ 的快速转换时间，有必要插入一个低值电阻。

### 非悬空输入端

FAN5903

的输入端没有内部下拉电阻。因此，不使用的输入端不能悬空，应拉高或拉低。

### PCB 布局与元件安置

- 确保FAN5903、 $C_{IN}$ 和 $C_{OUT}$ 全部连接至相同的电源接地(PGND)。良好的连接可最小化开关回路的寄生电感。
- 将PGND布于顶层，并邻近 $C_{OUT}$ 且采用若干过孔将其与AGND接地层连接。
- 确保布线回路，PVIN - PGND - VOUT尽可能最短。
- 电感须远离FB连接，以防止不可预测的环路变化。
- 尽可能使用图41中的应用电路布局。此布局的性能已经得到验证。
- 阅读IC封装布局指南。这对于WLCSP封装特别重要。请参阅Amkor公司网站提供的“采用表面贴装的Amkor共晶和无引脚CSPn1™晶圆级芯片尺寸封装”。
- PVIN和PGND必须采用可能最短最宽路径布线。与电感相连的走线宁可较长，PVIN和PGND的线路绝对不可过长。SW节点是电气开关噪声的源头。不要将其安置在敏感模拟信号附近的路径。
- 使用两个小过孔连接SW节点与电感L1。如果可行，尽量采用焊锡填充过孔。
- $C_{OUT}$ 和FB之间的连线应尽量宽，以减少旁路模式压降和串联电感。即使旁路模式下电流较小，也应保持此连线较短且宽度至少为5 mm。
- 接地层不可分块。地电流必须有一个方向，并且从输入到输出须有较宽的路径。

- 每一个电容应至少拥有两个专用的接地过孔，并且该过孔应放置在电容0.1 mm范围内。
- 为能够处理最大的电流值，应确保足够线宽，尤其是在旁路模式中更是如此。
- 确保过孔能够处理电流密度。如果可行，尽量采用金属填充过孔。

### 装配

- 如果可行，尽量采用金属或焊锡填充过孔。
- 粗劣的焊接会导致DC-DC转换效率降低。如果效率较低，可采用X射线检查焊接，以验证其完整性。

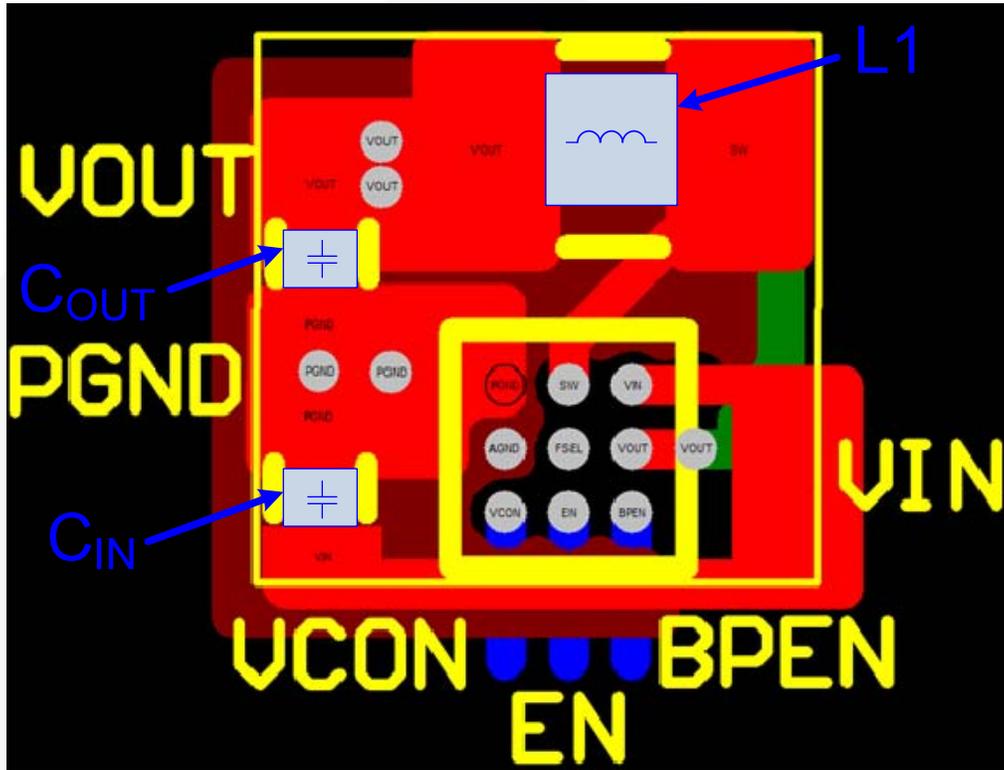
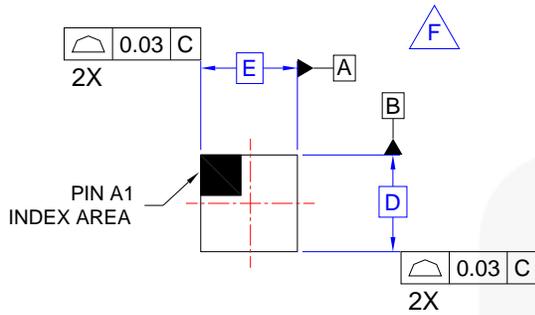
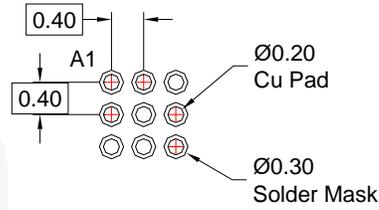


图41. 推荐PCB布局

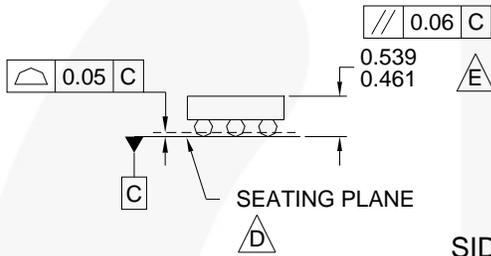
### 物理尺寸测试



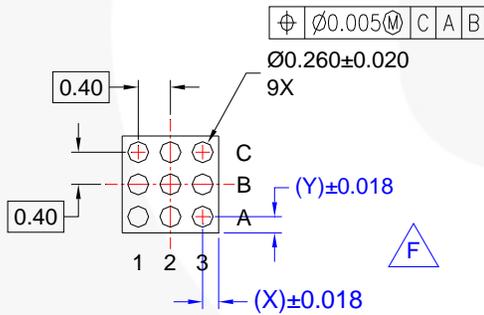
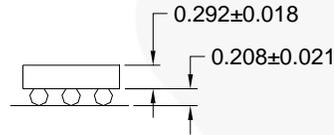
TOP VIEW



LAND PATTERN RECOMMENDATION (NSMD PAD TYPE)



SIDE VIEWS



BOTTOM VIEW

#### 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 500 MICRONS ±39 MICRONS (461-539 MICRONS).
- F. FOR DIMENSIONS D, E, X, AND Y SEE PRODUCT DATASHEET.
- G. DRAWING FILNAME: MKT-UC009ARev1

产品	D	E	X	Y	单位
FAN5903UCX	1.292 ± 0.030	1.342 ± 0.030	0.271	0.246	mm

图42. 1.34 mm x 1.29 mm、9 焊点、0.4 mm间距 WLCSP 封闭

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，可以获得最新的封装图：<http://fsce132/dwg/UC/UC009AE.pdf>。



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

\* 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](http://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. I64

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](http://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](mailto: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](http://www.onsemi.com)  
**Order Literature:** <http://www.onsemi.com/orderlit>  
For additional information, please contact your local  
Sales Representative