

适用于 TypeC, 输入 36V 高耐压, 内置优化 EMI 特性的频率抖动功能,

2.5A 同步降压型单节多类型锂电池充电管理 IC

1. 概述

FBC4032 是一款 5V 输入, 支持单节锂电池或锂离子聚合物电池的降压充电管理 IC。FBC4032 集成功率 MOS, 采用同步开关架构, 使其在应用时仅需极少的外围器件, 可有效减少整体方案尺寸, 降低 BOM 成本。FBC4032 转换器具有 2.5A 的充电电流能力, 充电电流可以通过外部电阻灵活可调。

FBC4032 内置四个环路来控制充电过程, 分别为恒流(CC)环路、恒压(CV)环路、芯片温度调节环路可智能调节充电电流, 防止拉垮适配器输出, 并匹配所有适配器的输入自适应环路。FBC403

2 输入自适应点内部固定为 4.5V。

FBC4032 通过调节电池外部反馈电阻分压比例, 得到不同的恒压充电电压值, 从而适配不同规格的单节锂电池。如果 FB 直接接地, 则默认为 4.2V 的电池规格。FBC4032 具有完善的保护功能, 包括输入欠压/过压保护、电池过压和短路保护、电池温度保护 NTC 功能、芯片温度保护。此外芯片通过外接 LED 指示灯对充电过程实现全程监控。

2. 特征

- 同步降压充电
- 充电电流外部可调
- 输入自适应电流限制功能
- NTC 功能
- 恒压充电电压独立可调, 适配不同规格的单节锂电池
- 输入内置 36V 耐压的功率 MOS
- 充电状态指示
- 内置频率抖动功能, 明显优化 EMI 特性
- 芯片过温保护, 芯片温度自适应调节
- 输入欠压和过压保护
- 电池短路和过压保护

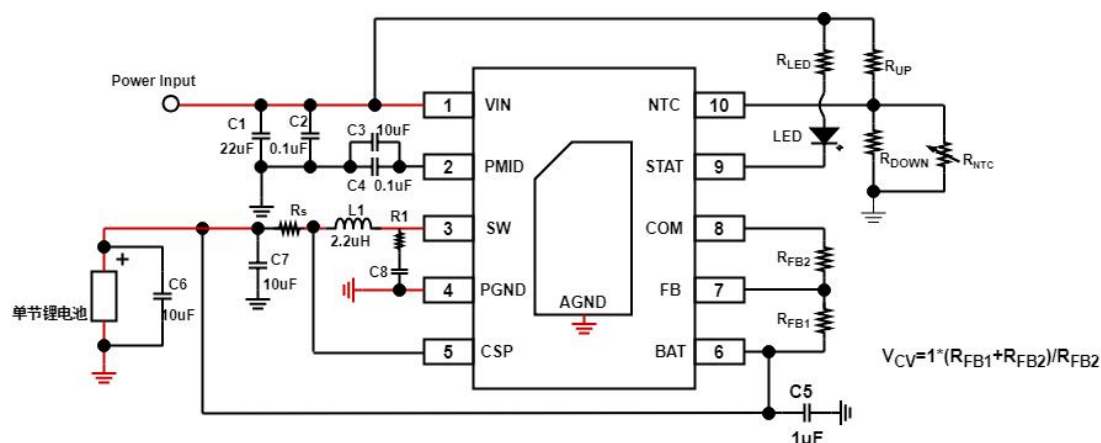
3. 应用

- 磷酸铁锂电池包
- 4.2V/4.3V/4.35V/4.4V 锂电池电池包
- 其他类型单节锂电池包

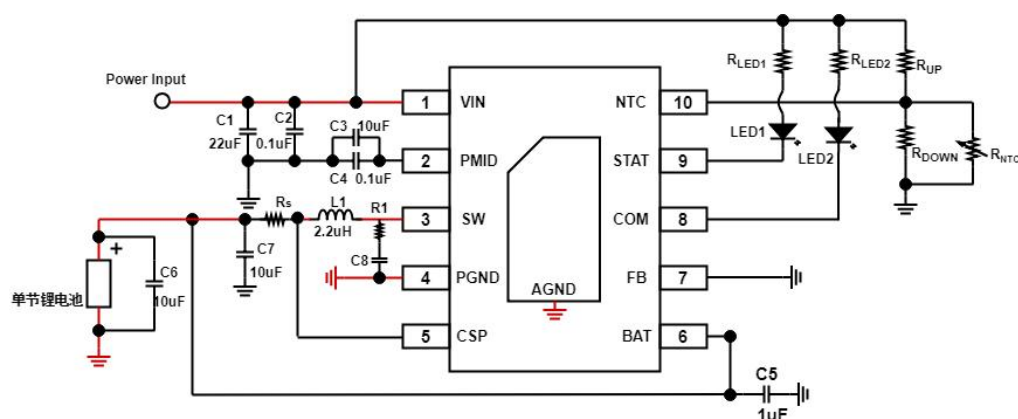
4. 订购信息

型号	封装	订购编号	包装
FBC4032	E-MSOP10	FBC4032YEMSOP10/TR	Tape and Reel,5000

5. 典型应用图



FBC4032 外部设定浮充电压应用电路图

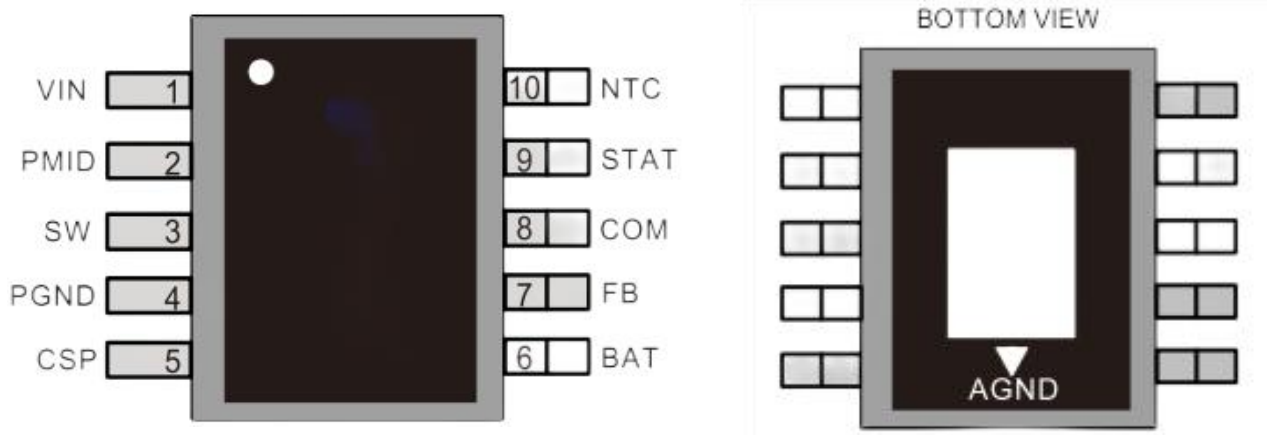


FBC4032 默认 4.2V 电池应用电路图

备注:

- (1) L1 功率电感的饱和电流值须大于所设定的充电电流，并留有足够余量。
- (2) 功率电阻 R_s 用来设定充电电流值，须紧靠其两端进行抽头。
- (3) 功率电阻 R_s 的 BAT 抽头紧靠其贴片电容，其他贴片电容尽量靠近芯片管脚。功率电阻 R_s 的 CSP 线不要围绕电感布局。
- (4) 默认 4.2V 电池规格，必须将 FB 管脚直接接地。
- (5) 设定其他电池规格的浮充电压时，FB 管脚的 R_{FB1} , R_{FB2} 两个电阻值均须大于 30 kΩ 以上
- (6) NTC 功能不用时，NTC 管脚必须接上 R_{UP} , R_{DOWN} 这两个电阻，且阻值比例为 4:6(例如 200K,300K)。NTC 管脚可复用为使能管脚，当 $V_{NTC} < 0.2V$ 时，关闭芯片。
- (7) 为了优化 EMI,可添加图中 R_1 , C_8 。
- (8) 图中红色实线为流大电流路径。

6. 引脚定义



引脚编号	引脚名称	输入/输出	功能
1	VIN	电源	输入电源
2	PMID	电源	反向阻断管与开关功率管之间公共连接点
3	SW	输入	开关节点，电感连接端
4	PGND	-	功率地
5	CSP	输入	电池充电电流检测正向输入端
6	BAT	输入	电池连接端
7	FB	输入	电池电压反馈端
8	COM	输出	电池电压反馈接地输入。将反馈分压电阻的低侧电阻连接到此引脚。当 FB 管脚接地时，此管脚复用成另一个充电状态指示端口。
9	STAT	输出	充电状态指示端口，输出 0 电平或者高阻态
10	NTC	输入	热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度，可复用为使能脚
11	AGND	-	模拟地

7. 极限参数

参数	描述	数值	单位
VMAX	BAT,SW,CSP,STAT,PMID,FB,COM	-0.3~+6	V
	VIN,NTC	-0.3~+36	V
T _J	结工作温度范围	-40~+150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-55~+150	°C
T _{SDR}	引脚温度(焊接 10s)	260	°C

注：

上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

8.推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	输入电源电压	3.9~5	V
T_J	结工作温度范围	-40~+125	°C
T_A	环境温度范围	-40+85	°C

9.场效应信息

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻-芯片到环境热阻	40	°C/W

注:

PCB 板放置 FBC4032 的地方, 需要有散热设计。使得 FBC4032 底部的散热片和 PCB 板的散热区域相连, 并通过过孔和地相连

10.ESD 范围

ESD 范围 HBM(人体静电模式)-----±2KV

ESD 范围 MM(机器静电模式)-----±200V

11. 电气参数

($V_{IN}=5V$, $R_S=25m\Omega$, $L=2.2\mu H$, 除特殊说明外)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	电源电压	-	3.9	5	5.5	V
V_{INUVLO}	V_{IN} 端欠压保护阈值	V_{IN} Falling	-	3.65	-	V
ΔV_{INUVLO}	V_{IN} 端欠压保护滞回	-	-	135	-	mV
V_{INOVP}	V_{IN} 端过压保护阈值	V_{IN} Rising	-	6	-	V
ΔV_{INOVP}	V_{IN} 端过压保护滞回	-	-	150	-	mV
I_Q	芯片静态电流	$V_{NTC}=5V$	-	0.8	-	mA
I_{SD}	芯片关断电流	$V_{NTC}=0V$	-	170	-	μA
I_{BAT}	电池泄漏电流	不插充电器 or $V_{NTC}=0$	-	-	1	μA
		插充电器, $V_{NTC}=3V$, 不包含反馈电阻电流	-	15	-	
V_{INAJ}	输入自适应电压阈值	-	-	4.5	-	V
V_{FB}	反馈电压调制阈值	-	0.99	1	1.01	V
V_{CV}	充电浮充电压	$K=1+R_{B1}/R_{B2}$	-	$K \cdot V_{FB}$	-	V
		FB 管脚接地	4.158	4.2	4.242	V
V_{RCH}	重充电电压阈值	V_{BAT} Falling	-	$0.975V_{CV}$	-	V
V_{TRK}	涓流转恒流电压阈值	V_{BAT} Rising	-	$0.6V_{CV}$	-	V
V_{SHORT}	电池短路电压阈值	V_{BAT} Falling	-	$0.24V_{CV}$	-	V
V_{OVLPB}	BAT 端过压保护电压	V_{BAT} Rising	-	$1.1V_{CV}$	-	V
V_{SENSE}	电流检测钳位电压	-	-	50	-	mV
I_{CC}	恒流模式充电电流	$R_S=25m\Omega$	1.8	2	2.2	A
I_{TC}	涓流模式充电电流	-	-	10%	-	I_{CC}
I_{BF}	充电终止电流	-	-	10%	-	I_{CC}
V_{cold}	NTC 端低温保护阈值	V_{IN} 的百分比	-	80	-	%
V_{cold_hys}	NTC 端低温保护迟滞	V_{IN} 的百分比	-	0.74	-	%
V_{hot}	NTC 端高温调节阈值	V_{IN} 的百分比	-	45	-	%
V_{hot_hys}	NTC 端高温调节迟滞	V_{IN} 的百分比	-	0.74	-	%
SD_{VNTC}	低电平关断芯片最大阈值	-	-	-	0.2	V
F_{SW}	最大开关频率	-	-	850	-	KHz
T_{REG}	芯片热调节阈值	-	-	120	-	$^{\circ}C$
T_{SD}	芯片热保护温度	-	-	150	-	$^{\circ}C$
ΔT	芯片热保护温度滞回	-	-	40	-	$^{\circ}C$

12.应用要点

●充电过程

FBC4032 采用完整的 TC/CC/CV 充电过程。当单节电池的电压小于涓流点时，系统以 I_{TC} 充电电流充电；当单节电池的电压大于涓流点时，系统以 I_{CC} 充电电流充电；当电池电压接近所设定的浮充电电压时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于 I_{BF} 时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至设定的重充电电压时，系统会重新恢复充电状态。

●输入电流自适应功能

FBC4032 内置特殊的环路可以自动调节充电电流的大小，避免输入的直流电源进入过驱动状态，从而防止任何不当设置导致的拉垮适配器现象。因为大的充电电流会导致输入电源电压的下降，随着电源电压的下降，内部自适应环路运放的输入端也随之下降。当降低到内部基准值时，内置的自适应环路就会自动调节系统占空比，减小充电电流的大小和输入电源的驱动压力，从而使输入电压被固定在 4.5V。

●保护功能

FBC4032 具有完善的电池充电保护功能。当芯片出现输入端过压，输出端过压或芯片过温时，系统充电会被禁止一直到保护状态解除；当电池电压低于 V_{SHORT} 时，输出短路保护功能启动；当输入电压低于欠压保护阈值 V_{INUVLO} 时，芯片主要功能模块会全部关闭以避免系统由于电源电压过低而误动作。

●充电指示功能

芯片的 STAT 状态脚，输出 0 电平或者高阻态。如果不接 LED 灯，而是直接与主控相连，须有一个上拉电阻把高阻态转化成确切的高电平。

- STAT 脚充电过程常亮，充电完毕熄灭。

- 当电池过压、电池短路、NTC 端口检测到温度异常以及芯片过温时，STAT 脚会以 1.5Hz 的频率闪烁。

- 当芯片关断或输入过压/欠压时，STAT 脚熄灭。

- 当未接电池时，STAT 脚闪烁几次后熄灭。

当芯片 FB 管脚接地时，芯片的 COM 脚变成另一个充电状态指示脚，输出 0 电平或者高阻态。此时两个状态指示脚为：

- COM 脚充电过程熄灭，充电完毕常亮。

- 当电池过压、电池短路、NTC 端口检测到温度异常以及芯片过温时，STAT 脚与 COM 脚会以 1.5Hz 的频率交替闪烁。

- 当芯片关断或输入过压/欠压时，STAT 脚与 COM 脚都熄灭。

- 当未接电池时，STAT 脚与 COM 脚交替闪烁几次后，STAT 脚熄灭，COM 脚常亮。

●充电电流设定

恒流充电电流可以通过电阻 R_s 设定，具体计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{50\text{mV}}{R_s(\text{m}\Omega)} (\text{A})$$

如果需要获得 2A 的充电电流 I_{CC} , 只需要选择阻值为 25mΩ 的检测电阻 R_s 就可以了。从而 TC 阶段的充电电流 I_{TC} 由以下公式确定：

$$I_{TC} = 10\%I_{CC} = \frac{5\text{mV}}{R_s(\text{m}\Omega)} (\text{A})$$

特别注意，由于对应的 R_s 会流过所设定的恒流充电电流这般大小的电流，因此需要选取足够额定功率的 R_s 电阻。

●芯片温度自适应调节功能

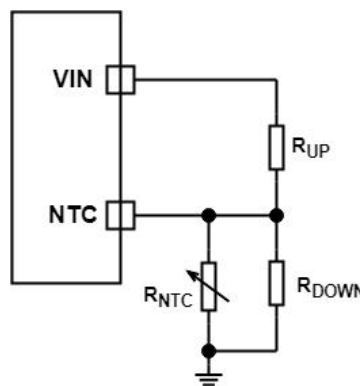
FBC4032 内置温度自适应调节环路，当芯片充电时，如果温度升高至 120℃ 时温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度会随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

●NTC 电阻设定

电池充电支持 NTC 保护功能，通过 NTC 引脚检测电池温度的高低。当 NTC 检测到电池温度在所设定的温度窗口区间之内时正常充电；当 NTC 检测到电池温度低于所设定的低温保护点或者高于所设定的高温保护点时，则停止充电并报警。

如不用 NTC 功能，NTC 管脚必须接上 R_{UP}, R_{DOWN} 这两个电阻，且阻值比例为 4:6 (例如 200K, 300K)。

下图为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为 $V_{IN} \times 80\%$ ，高温参考点为 $V_{IN} \times 45\%$ 。通过选择合适的外部电阻来设定 NTC 的正常工作的温度范围。



$$\frac{R_{DOWN} // R_{NTC_Cold}}{R_{UP} + R_{DOWN} // R_{NTC_Cold}} = 80\%$$

$$\frac{R_{DOWN} // R_{NTC_Hot}}{R_{UP} + R_{DOWN} // R_{NTC_Hot}} = 45\%$$

上面式中 R_{NTC_Cold} 为 NTC 电阻在设定的低温点所对应的阻值，而 R_{NTC_Hot} 为 NTC 电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于 R_{DOWN} 和 R_{UP} 这两个电阻可以分别独立设定低温和高温窗口，使得 FBC4032 可以满足大部分 NTC 电阻型号，这为应用带来了极大的便利。电阻 R_{DOWN} 和 R_{UP} 与 NTC 电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

$$R_{UP} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{36 * (R_{NTC_Cold} - R_{NTC_Hot})}$$

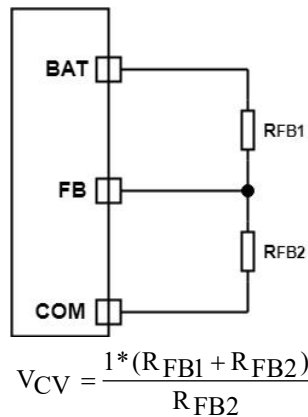
$$R_{DOWN} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{9 * R_{NTC_Cold} - 44 * R_{NTC_Hot}}$$

同时，NTC 管脚可复用为使能管脚，当 $V_{NTC} < 0.2V$ 时，关闭芯片。

● 电池浮充电压设定

当 FB 管脚接地时，芯片的浮充电压默认设置成 4.2V。

当 FB 管脚不接地时，可通过两个分压电阻 R_{FB1} 和 R_{FB2} (两个电阻值均须大于 30kΩ 以上) 设定其他电池规格的浮充电压，此时 FB 管脚对应的内部钳位电压阈值为 1V，具体公式如下所示：



● 频率抖动功能

FBC4032 内置频率抖动的功能，系统会在正常工作的频率点上叠加微小抖动(即扩展频率),从而使能量不会集中在一个固定频率点上，从而大大改善系统的 EMI 特性。

●电感值选取

为了选择合适的电感量，需要在成本，尺寸和效率之间进行折中。较小的电感值具有小的体积但会导致高的峰值电流和高的磁损以及大的输出滤波电容。相反，大的电感值具有小的峰值电流和小的输出滤波电容，但其高的 DCR 会导致大的功率损耗。基于实践经验，电感的峰值电流值在最差情况下不应超过最大充电电流值的 30%。电感量具体值的确定可按照下面公式确定：

$$L = \frac{V_{IN} - V_{BAT}}{\Delta I_{L_MAX}} * \frac{V_{BAT}}{V_{IN} * F_S}$$

其中 V_{IN} , V_{BAT} 和 F_S 分别表示输入电压、电池电压和系统工作频率。 ΔI_{L_MAX} 为最大的电感峰峰值电流，一般取 CC 充电电流的 30%, 如下所示：

$$\Delta I_{L_MAX} = 30\% * I_{CC}$$

同时应该注意，选取的电感的饱和电流应该至少大于 2.6A 并留有一定的余量。为了更高的系统效率，选取的电感的直流电阻值应该小于 50mΩ。

●输入电容选取

输入电容用于吸收降压变换器的输入尖峰电流，选取的输入电容应该确保由于尖峰电流导致的温升的值不能大于 10℃。由于其较小的温度系数和较低的 ESR, 可以选取介电常数为 X5R 或者 X7R 的陶瓷电容。对于大多数应用，22μF 的电容就能满足要求。

●输出电容选取

输出电容和电池并联，可以吸收高频开关尖峰电流并平滑输出电压，其阻抗必须要比电池小很多从而确保其可以吸收大部分的高频电流，22μF 的电容就能满足要求。可以选取具有小的 ESR 和小体积的陶瓷电容。输出电压纹波的值由以下公式给出：

$$\Delta V_o = \frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1 - \frac{V_o}{V_{IN}}}{8 C_o F_s^2 L}$$

为了保证±1%的输出电池电压精度，最大的输出电压纹波不能高于 1%。

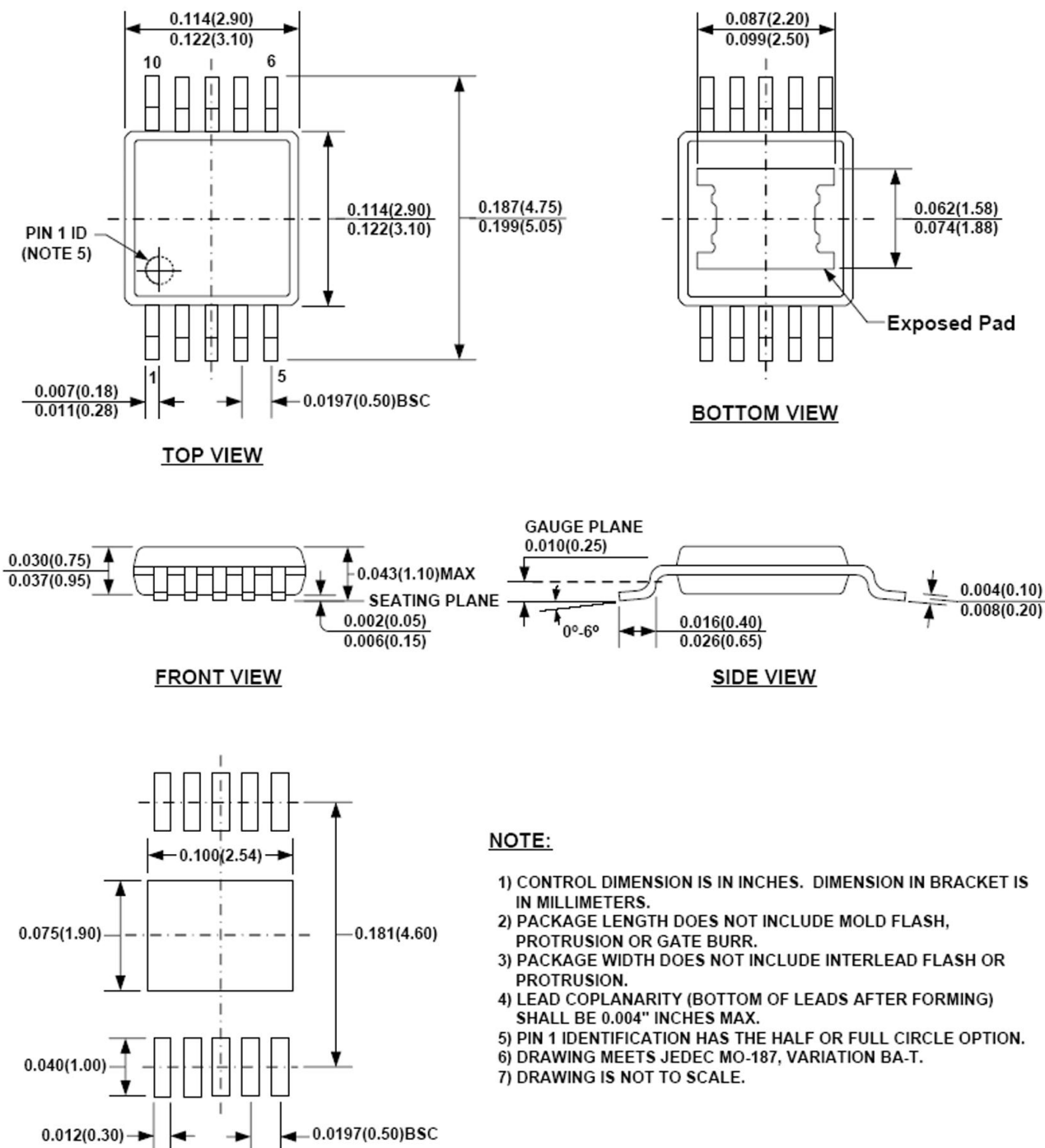
●PCB 注意事项

我司 DEMO 板所示 PCB 只作为参考，不代表客户一定完全按照 DEMO 来布局布线自己的产品。请根据实际所用元器件和产品需求进行布局布线，但有其通用性原则：

- 电源走线应尽量宽，单独从电源走线为芯片供电。
- 地线在同一层走线，避免过孔跳线，同时短而粗。
- LX 走线尽量短，以减少 EMI。
- 电感和 R_S 。电阻连接短而粗，避免过孔跳线。
- 电源端的电容应尽可能的靠近芯片放置。

13.封装信息(单位: mm)

(1) 封装类型: E-MSOP10



14.MOS 电路操作注意事项:

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

15.声明

- 我公司保留说明书更改权利，恕不另行通知。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用我司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，我司将竭诚为客户提供更优秀的产品！