

2.0A, 1~4 节锂电池开关型充电管理芯片

产品概述

HM4090 是一款 5V-24V 输入，支持 1~4 节锂电池同步开关降压充电管理芯片。集成了低导通阻抗的 N-MOS，采用 1MHz 同步开关架构，实现高效率充电并简化外围器件，降低 BOM 成本。通过调节检测电阻，可实现最大 2A 充电电流，效率高达 93%。芯片有多重保护功能：过温热反馈调节、过温关断、充电计时、电池过压与短路保护、电池温度检测、异常时停止充电并作灯号异常指示。

热反馈调节为降低充电电流以维持芯片内部温度以不超过 125°C 的条件下工作，如果结温超 155°C，它将进行过热关断保护，停止工作以确保可靠度。

HM4090 提供两种封装 ESOP-8 和 DFN-10。

特点

- 1MHz 同步降压
- MOS 集成
- 可编程(最大 2A)恒流充电
- 支持 1~4 节电池充电
- 宽电压输入范围：5~24V
- 高达 93%的效率
- 双 LED 充电状态指示
- 内置软启动
- 内置环路补偿
- 集成多重保护
 - 输出短路保护
 - 过温保护
 - 电池过电压保护 (BOVP)
 - 充电定时器
 - 热反馈调节
 - NTC 检测，温度异常充电暂停
- 充电状态指示
 - ±1% 电池电压调节(CV)
 - ±10% 充电电流调节(CC)

应用领域

- 平板电脑
- 电动工具
- 蓝牙音箱
- POS 机
- 无线对讲机
- 电动工具
- 其他以 1~4 节锂/聚合物电池供电设备

订购信息

产品型号	封装规格	温度范围
HM4090ID10GA	DFN-10 3*3	-40°C to 85°C
HM4090IE08GA	ESOP-8	-40°C to 85°C

I: Industrial, -40°C~85°C,

D: DFN; E: ESOP

10: 10pins; 08: 8pins

G: Lead Free

封装图

封装	顶视图
DFN-10 3*3	
ESOP-8	

典型应用

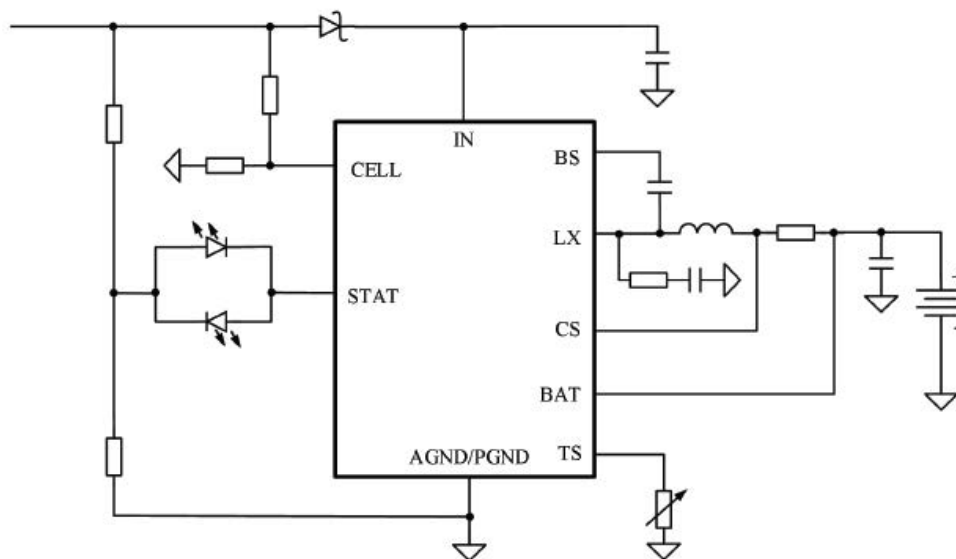


图 1. 典型应用原理图

引脚描述

DFN-10 引脚编号	SOP-8 引脚编号	引脚名称	描述			
8	1	BS	Bootstrap 引脚。使用 22nF BS 电容跨接于 LX 与 BS 引脚之间用于上管驱动线路供电。			
9	2	STAT	状态输出			
			Hi-Z	High	Low	Blinking
			休眠模式	充电完成	充电中	异常
10	3	TS	电池温度采样端口，连接到电池温度调节器端子(NTC)，如果不连接到电池，可以连接至地以屏蔽NTC功能。推荐选料10K NTC(B-Constant=3950K)。(TS引脚对须使用0.1uF瓷片电容，避免干扰)			
1	4	CELL	充电节数选择引脚。10K 下拉做 1 节充电;浮空为预设 2 节电池充电; 50K 下拉做 3 节充电;上拉为 4 节充电;			
3	5	BAT	电池电压检测、充电电压调节和电流检测输入。BAT 与 AGND 使用 0.1uF 电容做共模滤波。 (PCB 电池接点 B+对地建议使用 1.0uF 并联 10uF 瓷片电容)			
4	6	CS	电流检测输入引脚。CS 与 AGND 建议接 0.1uF 做共模滤波。			
5	7	LX	开关电流输出引脚，连接电感。 (LX 对地须使用 2Ω+1nF 的 RC 电路)			
6,7	8	IN	芯片电源。使用 1uF 瓷片电容连接 AGND。 (输入电压超过 12V 以上时，建议于电源接点处使用 100uF 电解电容做为浪涌电压的吸收与保护)			
2,11	9	PGND/ AGND	底部焊盘，接地引脚。			

最大极限值

参数	最大范围
IN, CS, BAT, STAT	-0.3V to 24V
BS	-0.3V to 28V
LX	-2V to 24 V
TS	-0.3V to 7V
PGND	-0.3V to +0.3V
CS-BAT	-0.5V to +0.5V
Junction temperature range	-40°C to +150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Lead Temperature	260°C
Maximum Power Dissipation	2W
ESD (HBM)	2000V

电气特性

Symbol	Parameter	Condition	SPEC			Unit
			Min.	Typ.	Max	
Operating Conditions						
V _{IN_OP}	IN input voltage operation range during charging		4.5		24	V
Quiescent Current						
I _{BAT}	Battery discharge current (sum of currents into IN, CS, BAT)	V _{IN} < V _{UVLO} , V _{BAT} > V _{IN} , T _J =0°C to 85°C, Sleep Mode		20	50	uA
		V _{IN} > V _{UVLO} , V _{IN} > V _{BAT} , Charge Done		10	30	uA
I _{AC}	Adapter supply current (current into IN)	V _{IN} > V _{UVLO} , V _{IN} > V _{BAT} , Charge disabled		2	3	mA
		V _{IN} > V _{UVLO} , V _{IN} > V _{BAT} , Charge enabled, switching		10		mA
Charge Voltage Regulation						
V _{BAT_REG}	BAT regulation voltage	1 cell, measured on BAT	4.15	4.2	4.22	V
		2 cells, measured on BAT	8.30	8.35	8.41	V
		3 cells, measured on BAT, CELL=Lo	12.45	12.6	12.65	V
		4 cells, measured on BAT, CELL=Hi	16.6	16.8	16.85	V
	Charge voltage regulation accuracy	T _J =-20°C to 125°C	-1		1	%

Symbol	Parameter	Condition	SPEC			Unit
			Min.	Typ.	Max	
Charge Current Regulation						
V _{CS-BAT_PC}	Charge Current Full Scale Sense Voltage in Pre-Charge	R _{SNS} =20mΩ	1.5	3	4.5	mV
V _{CS-BAT_CC}	Charge Current Full Scale Sense Voltage in Constant Current Charge	R _{SNS} =20mΩ	27	30	33	mV
Charge Termination						
K _{TERM}	Termination set factor	Termination of fast charge current		10		%
t _{TERM_DEG}	Deglitch time	V _{BAT} > V _{RCH} and I _{CHG} < I _{TERM}		1.3		S
Input Under-Voltage Lock-Out Comparator (UVLO)						
V _{UVLO}	DC under-voltage rising	Measure on IN		4.1		V
V _{UVLO-HSY}	DC under-voltage	Measure on IN		3.9		V
Sleep Comparator (Reverse Discharging Protection)						
V _{SLEEP}	Sleep mode threshold	V _{IN} -V _{BAT} falling		50		mV
V _{SLEEP-HYS}	Hysteresis	V _{IN} -V _{BAT} rising		250		mV
t _{SLEEP-DC}	Deglitch to disable charge	V _{IN} -V _{BAT} falling		1		mS
t _{SLEEP-FALL}	Deglitch to enter Sleep	V _{IN} -V _{BAT} falling		1		mS
t _{SLEEP-RISE}	Deglitch to exit Sleep	V _{IN} -V _{BAT} rising		1.3		S
Bat Low Comparator						
V _{LOWV}	Pre-charge to fast charge transition threshold	1 cell, measured on BAT	2.8	2.9	3.0	V
		2 cells, measured on BAT	5.7	5.8	5.9	V
		3 cells, measured on BAT, CELL=Lo	8.5	8.7	8.9	V
		4 cells, measured on BAT, CELL=Hi	11.3	11.6	11.9	V
V _{LOWV-HYS}	Fast charge to pre-charge hysteresis	1 cell, measured on BAT		100		mV
		2 cells, measured on BAT		200		mV
		3 cells, measured on BAT, CELL=Lo		300		mV
		4 cells, measured on BAT, CELL=Hi		400		mV
t _{pre2fast}	V _{LOWV} rising deglitch	Delay to start fast charge current		25		mS
t _{fast2pre}	V _{LOWV} falling deglitch	Delay to start pre-charge current		25		mS
V _{SHORT}	Battery short voltage	measured on BAT		2.2		V

Symbol	Parameter	Condition	SPEC			Unit
			Min.	Typ.	Max	
$V_{\text{SHORT_HY}}$	Battery short voltage hysteresis	measured on BAT		2.4		V
I_{SHORT}	Battery short bias			10		mA
Re-Charge Comparator						
V_{RECHG}	Re-charge Threshold, below regulation voltage limit, $V_{\text{BAT_REG}} - V_{\text{BAT}}$	1 cells, measured on BAT	50	100	150	mV
		2 cells, measured on BAT	100	130	160	mV
		3 cells, measured on BAT, CELL=Lo	200	260	320	mV
		4 cells, measured on BAT, CELL=Hi	300	390	480	mV
$t_{\text{RECH-RISE_DEG}}$	V_{RECHG} rising deglitch	V_{BAT} decreasing below V_{RECHG}		25		mS
$t_{\text{RECH-FALL_DEG}}$	V_{RECHG} falling deglitch	V_{BAT} increasing above V_{RECHG}		25		mS
Bat Over-Voltage Comparator						
$V_{\text{OV_RISE}}$	Over-voltage rising threshold	As percentage of $V_{\text{BAT_REG}}$		110		%
$V_{\text{OV_FALL}}$	Over-voltage falling threshold	As percentage of V_{BAT}		105		%
Thermal Regulation						
$T_{\text{J_REG}}$	Junction Temperature	Charging		125		°C
Thermal Shutdown Comparator						
T_{SHUT}	Thermal shutdown temperature	Temperature rising		155		°C
$T_{\text{SHUT-HYS}}$	Thermal shutdown hysteresis	Temperature falling		30		°C
$t_{\text{SHUT-RISE-DEG}}$	Thermal shutdown deglitch	Temperature rising		25		uS
Thermistor Comparator						
I_{TS}	TS bias current		70	76	82	μA
V_{LTF}	Cold temperature threshold, TS pin voltage rising threshold	Charger suspends charge		3.0		V
$V_{\text{LTF_HYS}}$	Cold temperature hysteresis, TS pin voltage falling threshold	Charger recovery charge		2.6		V

Symbol	Parameter	Condition	SPEC			Unit
			Min.	Typ.	Max	
V_{HTF}	Hot temperature TS pin voltage falling threshold	Charger suspends charge		300		mV
$t_{TS-CHG-SUS}$	Deglitch time for temperature out of range detection	$V_{TS} > V_{LTF}$, or $V_{TS} < V_{TCO}$, or $V_{TS} < V_{HTF}$		1.3		S
$t_{TS-CHG-RSM}$	Deglitch time for temperature out of range detection	$V_{TS} < V_{LTF}-V_{LTF-HYS}$ or $V_{TS} > V_{TCO}$, or $V_{TS} > V_{HTF}$		1.3		S
High-Side FET Over-Current Comparator (Cycle by Cycle)						
I_{OCP_HSFET}	Current limit on HSFET	Measure on HSFET		4.0		A
Internal PWM						
F_{SW}	PWM switching frequency		0.80	1.0	1.05	MHz
$T_{SW-DEAD}$	Driver dead time	$V_{IN} > 5V$		50		nS
R_{DS-HI}	High Side RON	$V_{BS}-V_{SW}=5V$			150	mΩ
R_{DS-LO}	Low Side RON	$V_{REGN}=5V$			150	mΩ
Safety Timer						
$T_{PRE-CHARGE}$	Pre-charge timer		52	60	68	min
$T_{TAPER-CHARGE}$	Taper-charge timer	$V_{BAT} > V_{RCH}$ and $I_{CHG} < I_{TERM}$, STAT goes high	34	40	46	min

功能描述

1. 工作原理

HM4090 充电芯片经过优化，可为单节或双节锂离子电池充电。它使用恒定电流（CC）和恒定电压（CV）曲线为电池充电。在 CV 模式下，如果充电电流下降到 1/10 恒定电流值，则 STAT 变为高电平表示充满电。典型的充电曲线图 2 所示。

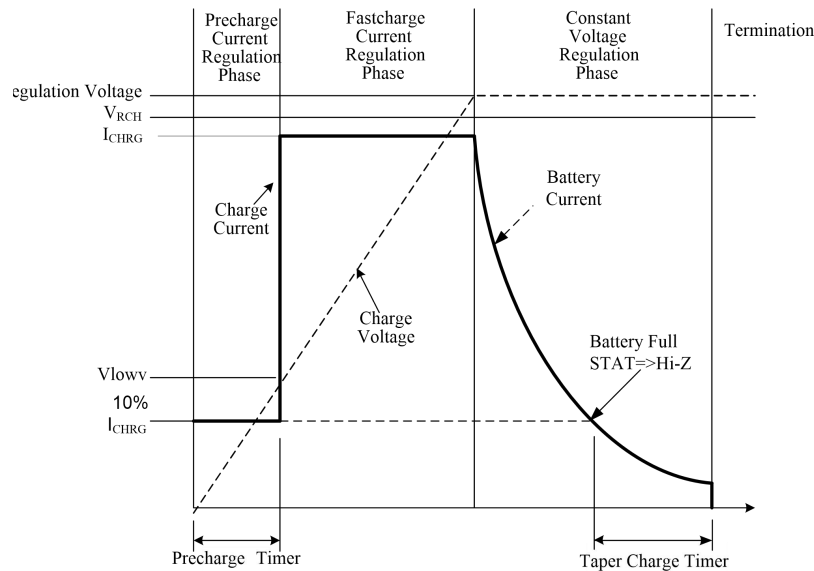


图 2. 典型的充电曲线图

2. 电池电压

HM4090 为饱充电压提供±1% 电池电压高精度，单节电压典型值为 4.20V，双节电压典型值为 8.35V，三节电压典型值为 12.6V，四节电压典型值为 16.8V。

3. 充电电流设定

电池电流由连接在 CS 和 BAT 之间的电流检测电阻 RSNS 设置。CS 和 BAT 之间的检测电压典型值为 30mV。充电电流的公式为：

$$I_{CHG} = \frac{V_{CS-BAT_CC}}{R_{SNS}}$$

在高环境温度下，充电电流将减小以保持 IC 温度不超过 125°C。

4. 预充电模式

充电启动时，如果电池电压低于 VLOWV 阈值，HM4090 将会进入预充电模式，使用 I_{PRECHG} 对电池进行充电。该预充电功能旨在恢复深度放电的电池。如果在进入预充电的 60 分钟内未达到 VLOWV 阈值，充电将关闭并在状态引脚上显示 FAULT。

预充电电流设置为快速充电电流的 10%，公式为：

$$I_{PRECHG} = \frac{0.1 * V_{CS-BAT_CC}}{R_{SNS}}$$

5. 充电终止

HM4090 在进入恒压充电 (CV) 阶段持续监控充电电流。当 BAT 电压高于再充电阈值 (V_{RECHG}) 并且充电电流小于 I_{TERM} 时充电终止。充电终止仅将 STAT 引脚拉高以指示“充电完成”，芯片将不会停止充电，直到涓流充电的 40 分钟定时器计时完成。该涓流充电功能旨在使电子保持流动，让电池电量达到更加饱和。

I_{TERM} 电流计算公式为：

$$I_{TERM} = \frac{0.1 * V_{CS-BAT_CC}}{R_{SNS}}$$

6. 短路/过放充电

HM4090 内置短路保护和电池过放激活，芯片在 BAT 电压低于 2.2V 时，启动短路保护模式，以 10mA 的小电流进行充电，并在状态引脚上显示 FAULT。该功能可以在 BAT 端短路的瞬间进入保护，也可以将过放的电池从 0~2.2V 开始激活。

7. 重新充电

出现以下情况之一时，将启动新的充电周期：

- 电池电压低于充电阈值 (V_{RECHG})
- 发生上电复位 (POR) 事件
- 取出电池并重新插入，然后充电电流高于 0.2CC。

8. 安全计时器

HM4090 内置安全计时器。进入预充电模式时，启动内部固定的 60 分钟预充电安全计时器；当充电终止时，启动 40 分钟涓流充电定时器以让电池电量达到更加饱和。

9. 芯片软启动

每次 HM4090 进入快速充电状态时，HM4090 会进入软启动调节电流功能，以确保充电器或电源转换器不会出现过冲或压力。软启动包括将充电调节电流按 8 档逐渐上升到设置的充电电流。如 8 档上升未全部完成而 VIN 电压已经低于 V_{UVLO} 时，HM4090 将会锁定当前电流值，确保充电能够正常完成。

10. 温度保护

TS 引脚输出 TC 电流，以偏置连接到 AGND 的负温度系数热敏电阻 (NTC)。芯片通过检测 TS 引脚和 AGND 之间的电压来持续监控电池温度，它将此电压与其内部阈值进行比较，以确定是否允许充电。要启动充电周期，电池温度必须在 VLTF 至 VHTF 阈值范围内。如果电池温度超出此范围，芯片将暂停充电并等待，直到电池温度恢复 VLTF 至 VHTF 范围内。芯片通过关闭 PWM MOSFET 来暂停充电。建议使用 10K TS, B 恒定值约为 3950k。

典型应用原理图

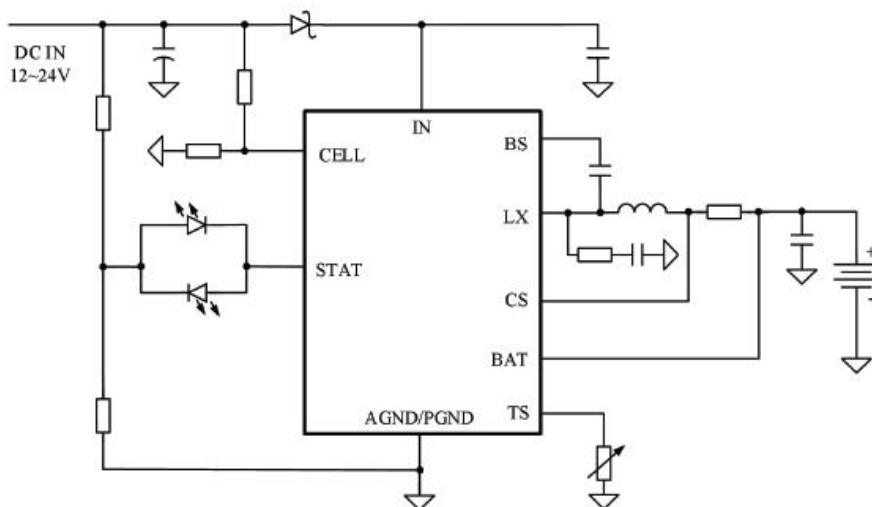


图 3. 输入电压超过 12V 时，添加 C1 = 100uF 电解电容用于浪涌保护

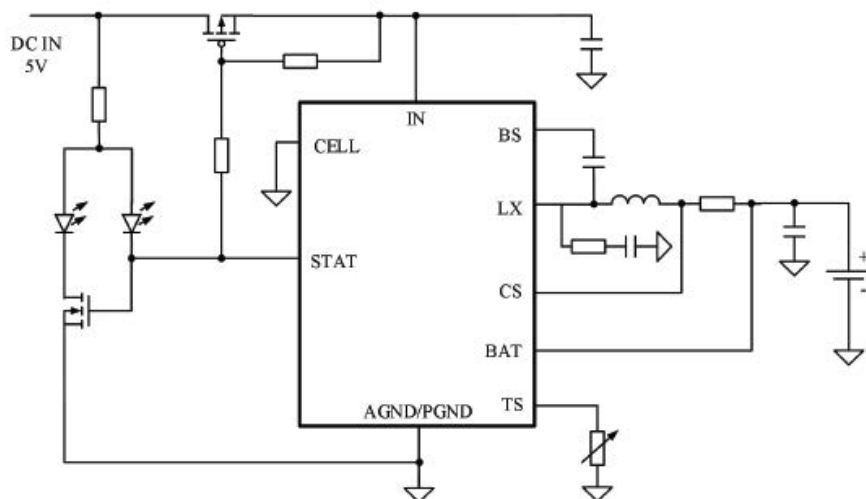


图 4. 5V 充单节电池的典型应用原理图，使用 PMOS 做防逆灌功能

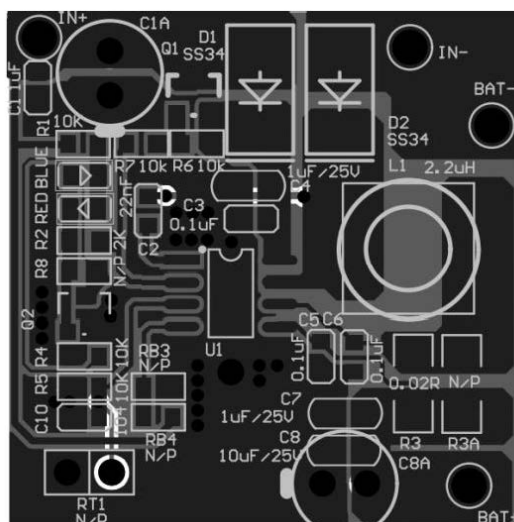
LAYOUT 注意事项:

1、输入 1uF+0.1uF (C4+C3) 的 Cap 起稳压及滤波作用,布板时尽量靠近 IC,并且 GND 端要与 IC 的地 (底部焊盘) 以最短距离相连.

特别注意: 如此点未处理好, 会导致工作异常或数据跑偏。

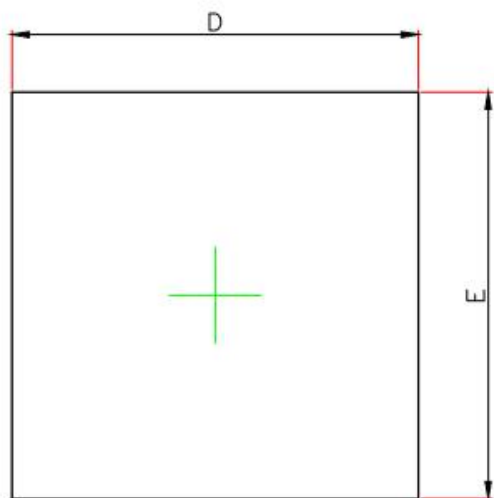
2、BS pin 的 Cap (C2), 要尽量靠近 IC, 走线不宜过长.

3、CS、BAT pin 前的两颗 0.1uF 的滤波电容 (C5+C6), 布板时尽量靠近 IC, 两颗电容需要共地, 且 GND 端要与 IC 的地 (底部焊盘) 以最短距离相连.

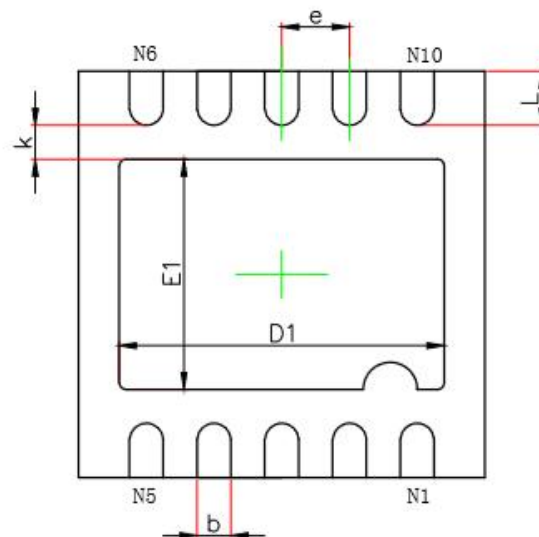


封装信息

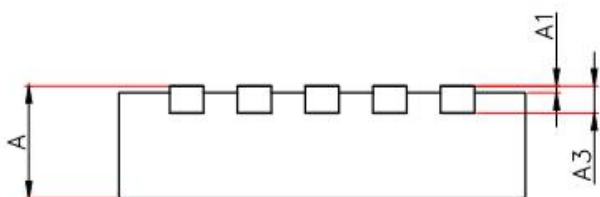
(DFN-10)



TOP VIEW



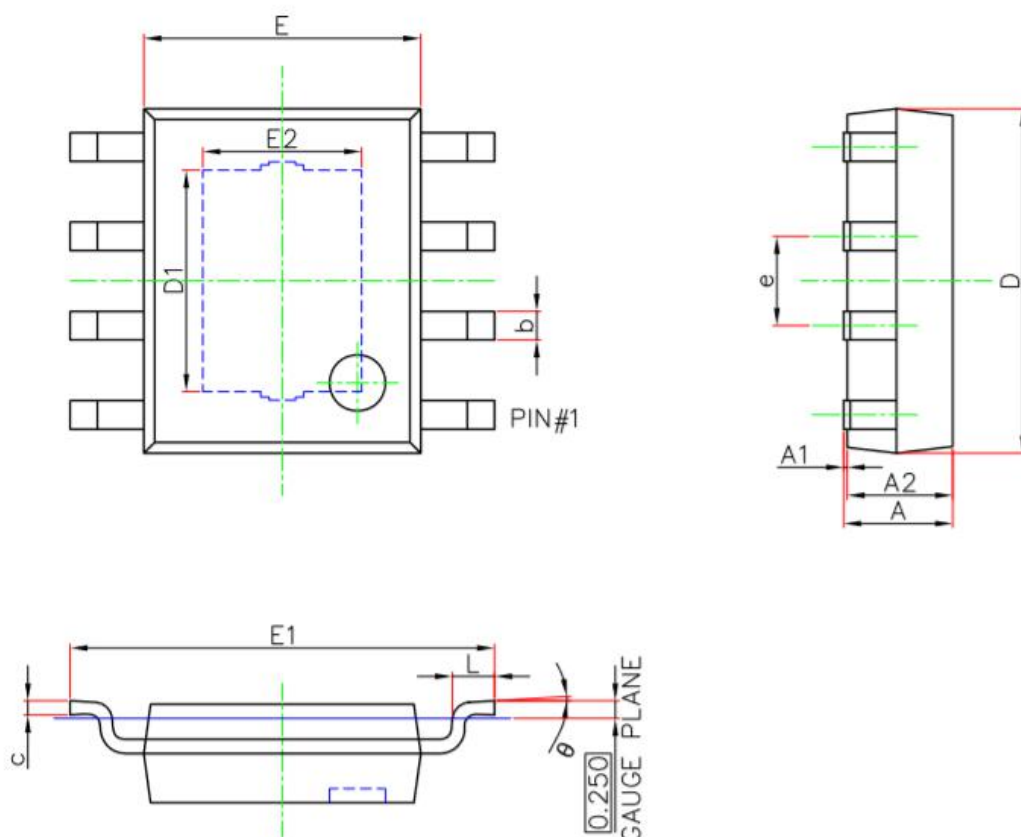
BOTTOM VIEW



SIDE VIEW

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	2.924	3.076	0.115	0.121
E	2.924	3.076	0.115	0.121
D1	2.300	2.500	0.091	0.098
E1	1.600	1.800	0.063	0.071
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.200	0.300	0.008	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.324	0.476	0.013	0.019

(ESOP-8)



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.300	1.700	0.051	0.067
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
D1	3.050	3.250	0.120	0.128
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.160	2.360	0.085	0.093
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°