

双路高性能同步 CV/CC 降压转换器

概述

HM1499 是一款高效率带 CC/CV 功能的双路输出同步降压芯片，在 6 V ~ 36 V 宽输入范围内可提供 21 W 输出功率。HM1499 既可以 CV（恒压）输出也可以 CC（恒流）输出，并为每路分开提供限流功能。为了达到更好的 EMI 特性，符合苹果的 MFi 标准，开关频率固定为 130 kHz。从便携式设备过流到输出电压下降到 3V 以下的软短路保护之前，HM1499 能够工作于 CC 模式。

其他保护特性包括，输出过压保护(OVP)，软启动，打嗝模式输出欠压保护(UVP)，热关断(TSD)，输入 UVLO。打嗝模式输出欠压保护可以将输入平均电流减少至 50 mA。输出线电压补偿和低压降工作的特点更适用于汽车充电器。HM1499 采用 SO8-EP 封装，既有利于紧凑的解决方案又能更好的散热。

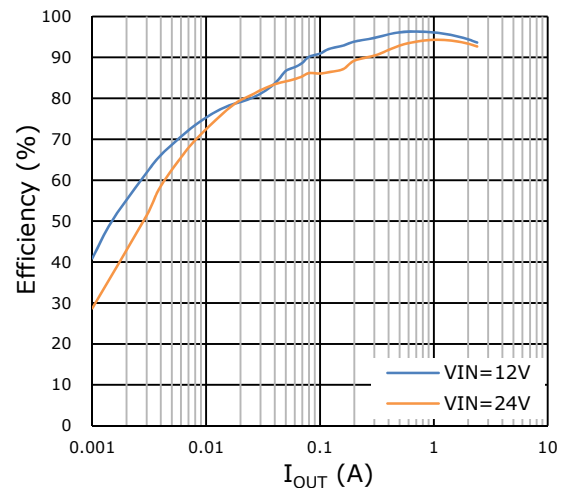
应用

- 汽车充电器
- 便携式充电设备
- CC / CV 控制 DC/DC 转换器

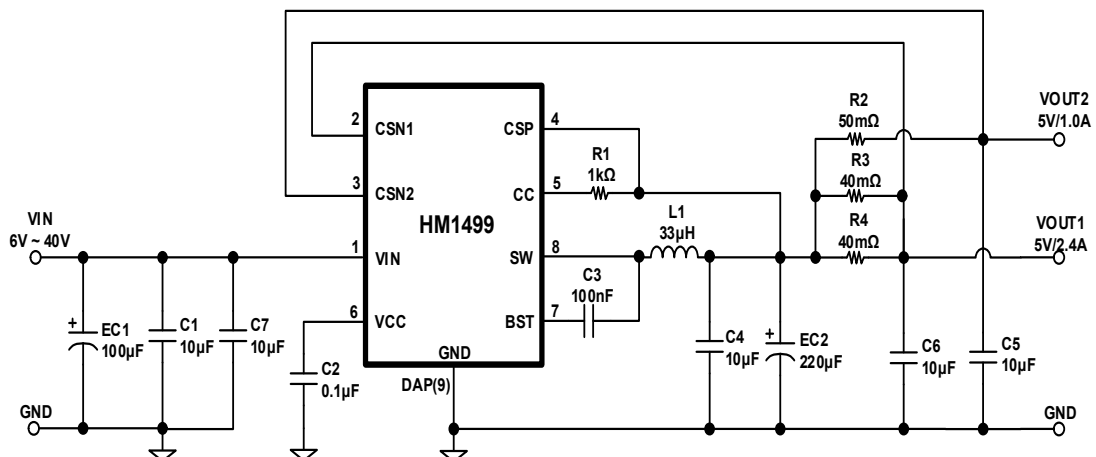
特性

- 宽输入电压范围 6 V ~ 40 V
- 高达 4.2 A 输出电流
- 高达 94 % 效率
- 减少EMI设计，130 kHz 固定开关频率
- 内部软启动电路
- 内置输入 OVP, UVLO
- 输出线电压补偿
- 可调恒流限制
- 输出过压保护
- 软短路电压 < 3 V 进入打嗝模式输出UVP
- 热关断
- 较强散热 SO8-EP 封装

典型效率



典型应用电路

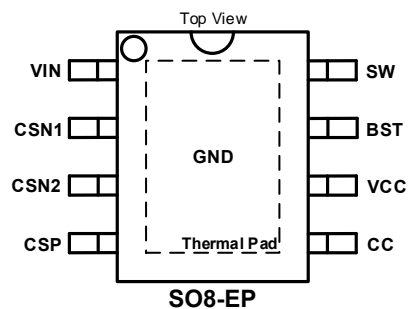


订货信息

订购代码	包装信息	顶层标记
HM1499	4000/Reel	HM1499 YYWW ⁽¹⁾

(1). YYWW = 日期代码

引脚配置



引脚描述

引脚序号	引脚名称	引脚功能
1	VIN	输入电压。在 VIN 和 GND 之间用最短距离连接一个去耦电容。
2	CSN1	通道 1 电流限制反馈引脚负端。推荐从此引脚到检测电阻用开尔文接法。
3	CSN2	通道 2 电流限制反馈引脚负端。推荐从此引脚到检测电阻用开尔文接法。
4	CSP	电流限制反馈引脚正端。推荐从此引脚到检测电阻中心点用开尔文接法。
5	CC	线补引脚。连接一个电阻到输出来调节线补增益。
6	VCC	内部 5V 供电输入。在 VCC 和 GND 之间连接一个 100nF 的电容，使其稳定和噪声耦合。
7	BST	自举引脚。提供上管 NFET 栅极驱动。在 BST 和 SW 之间连接一个 100 nF 电容。
8	SW	上管 NFET 和下管 NFET 之间的开关节点。连接此引脚到电感的开关节点。
DAP(9)	GND	地和 IC 底部散热片。内部电路地引脚和功率返回引脚，和同步管源极连接。

功能框图

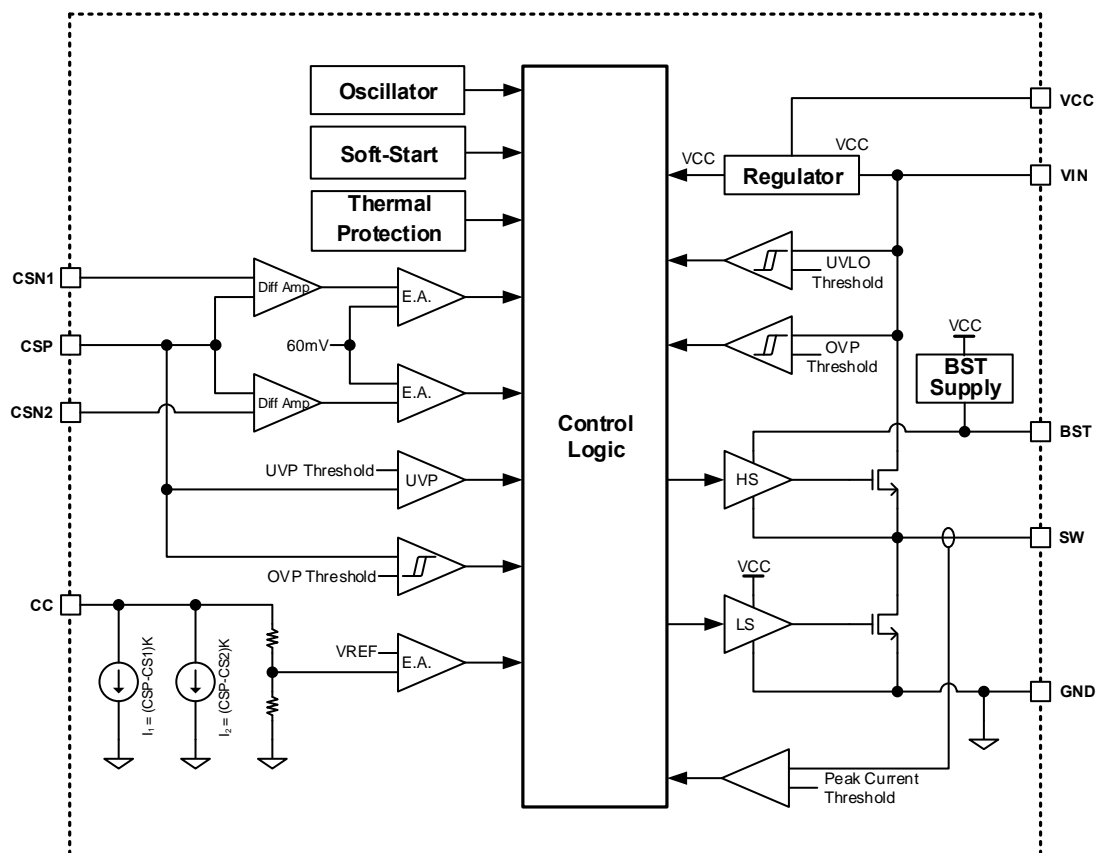


图 1. 功能框图

绝对最大额定值⁽¹⁾

V_{IN}..... -0.3 V ~ 42 V
SW..... -0.3 V ~ (V_{IN} + 0.2 V) ≤ 42 V
BST to SW..... -0.3 V ~ 6 V
CSP, CSN1, CSN2, CC..... -0.3 V ~ 6 V
VCC, FB..... -0.3 V ~ 6 V
ESD 等级 (人体模式)..... ±4 kV⁽²⁾

封装热阻⁽³⁾

Θ_{JA}..... 50°C/W
最小工作温度 T_J..... -40 °C
最大工作温度 T_J..... 内部限制
储存温度..... -55 °C ~ 150 °C
引脚温度 (焊接 10s)..... 260 °C

- (1). 所有电压都是指对GND引脚的电压，除非另有说明；超过这些额定值可能会损坏器件。
(2). 测试等级CLASS 3A按 ESDA/JEDEC JDS-001-2014。
(3). 热阻是在T_A=25 °C自然对流条件下，使用JEDEC 51-3热计量标准的低效单层热导系数测试板测得。

电气特性⁽¹⁾

(V_{IN} = 12V, T_A = 25°C, 除非另有说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压						
输入电压	V _{IN}		6		40	V
输入 UVLO & OVP						
启动阈值	V _{UVLO}	V _{IN} 上升	3.93	4.37	4.82	V
过压保护阈值 ⁽²⁾	V _{IN_OVP}	V _{IN} 上升	36.5	39.5		V
过压保护迟滞 ⁽²⁾	V _{IN_OVPHYS}	V _{IN} 下降		2.5		V
输入电流						
静态电流（无开关）	I _Q	V _{OUT} = 5.3 V	380	470	560	μA
输出电压						
输出电压	V _{CSP}	空载	5	5.08	5.15	V
CSP 过压保护阈值	V _{OVP}	V _{CSP} 上升	5.65	6	6.18	V
CSP 过压保护迟滞	V _{OVP_HYS}	V _{CSP} 下降		270		mV
CSP UVP 阈值	V _{UVP}		2.84	3.01	3.19	V
线补电压 ⁽²⁾	V _{CCOMP}	R _{CC} = 1K Ω, I _{LOAD_CH1} = 2.4 A, I _{LOAD_CH2} = 0 A, R _S = 20 mΩ	75	100	125	mV
		R _{CC} = 1K Ω, I _{LOAD_CH1} = 0 A, I _{LOAD_CH2} = 1 A, R _S = 50 mΩ	75	100	125	mV
振荡器						
开关频率	F _{SW}	I _{LOAD} = 1 A	107	130	160	kHz
最大占空比	D _{MAX}			99		%
MOSFET						
上管 MOSFET 导通电阻 ⁽¹⁾	R _{DS(ON)H}			52		mΩ
下管 MOSFET 导通电阻 ⁽¹⁾	R _{DS(ON)L}			52		mΩ

电气特性⁽¹⁾

($V_{IN} = 12V$, $T_A = 25^{\circ}C$, 除非另有说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
上管 MOSFET 漏电流	I_{LEAK_H}	$V_{SW} = 0 V$		8	10	μA
下管 MOSFET 漏电流	I_{LEAK_L}	$V_{SW} = V_{IN}$		7	10	μA
限流						
上管 MOSFET 峰值限流	I_{LIM_HS}	$V_{OUT} = 5 V$		7.0		A
通道 1 恒定限流阈值	I_{CS1}	$R_{CS1} = 20 m\Omega$	2.85	3.05	3.24	A
通道 2 恒定限流阈值	I_{CS2}	$R_{CS2} = 50 m\Omega$	1.13	1.22	1.31	A
调节器						
VCC 电压	V_{CC_5}	$T_A = 25^{\circ}C$, $0 < I_{CC} < 5 mA$	4.541	4.896	5.109	V
VCC 输出电流	I_{CC_10}	$V_{IN} = 12 V$, $V_{CC} = 4.3 V$, $T_A = 25^{\circ}C$	10			mA
软启动						
软启动时间	T_{SS}			1		ms
打嗝周期 ⁽²⁾	T_{UVP}			250		ms
热关断						
热关断阈值 ⁽¹⁾	T_{SDN}			165		$^{\circ}C$
热关断迟滞 ⁽¹⁾	T_{SDNHYS}			40		$^{\circ}C$

(1). 此温度范围外的规格由设计以及电路特性保证。

(2). 设计及电路特征保证。

功能描述

工作说明

HM1499 是一款高效率带 CC/CV 功能的同步降压芯片，在 6 V ~ 36 V 宽输入范围内可提供 4.2 A 输出电流。每路 CC 限流可通过 CSP, CSN1 和 CSN2 编程得到。从便携式设备过流到输出电压下降到 3 V 以下的软短路保护之前，HM1499 能够工作于 CC 模式。

随着斜波补偿电流模式 PWM 控制，提供的开关和周期电流限制，获得优异的负载和线性响应并保护内部开关。正常工作期间，内部主开关打开一段时间，电感电流在内部振荡器的每个上升沿上升，当峰值电感电流采样电压高于误差电压，主开关关闭。电流比较器限制峰值电感电流。一旦主开关关闭，同步整流管立即开启并维持直到电感电流衰减到零，此状态由过零电流比较器标志给控制电路，然后开始下一个周期。

输出压降补偿

在充电器应用中，大电流充电过程，要注意输出线电压压降。在某些情况下，如果使用高阻输出线，过多的线电压压降甚至会延长充电时间。HM1499 集成线补功能。当输出电流增加，CC 引脚吸收电流进入 IC，通过电阻 R_{CC} 增加压降，以增加输出电压。CC 引脚吸收电流与 CSP 和 CSN1, CSN2 引脚电压和成正比。因此，线补功能可以通过负载增加输出电压。这个 CSP 引脚测得电压的增量为线补 (V_{CCOMP})。 R_{CC} 的取值决定线补增益。根据后面给出的检测电阻 R_S 压降， R_{CC} 的值可以用公式 1 计算。

$$R_{CC} = \frac{V_{CCOMP}}{(I_{OUT1} \times R_{S1} + I_{OUT2} \times R_{S2}) \times K} \quad (1)$$

这里：

- R_{CC} ，CC 引脚和电感节点之间的电阻值。
- V_{CCOMP} ，CSP 引脚测量的线补。
- I_{OUT1} ，通道 1 输出电流。
- I_{OUT2} ，通道 2 输出电流。
- K ，一个常数，0.002A/V。
- R_{S1} ，通道 1 检测电阻值。
- R_{S2} ，通道 2 检测电阻值。

可编程的 CV / CC 模式控制

HM1499 有 CC/CV 功能特性。它工作在 CC 或 CV 模式。每路 CC 限流可通过 CSP, CSN1 和 CSN2 编程得到。

CC 模式提供精确的电流限制功能，可通过检测电阻 R_{S1} 和 R_{S2} 编程。输出电流逐渐增加直至达到检测电阻设定的 CC 限流值。在这一点开始，HM1499 将通过调整输出电压来调整输出电流，随着负载增加，输出电压会下降。HM1499 可输出高达 4.2 A 电流并提供双路独立 CC 限流。图 2 显示了 CC 限流对应的检测电阻 R_{S1} 或 R_{S2} 。CC 限流必须高于要求的输出电流。例如，要求通道 1 和通道 2 输出电流分别为 2.4 A 和 1.0A。根据图 2 可知选择 20 mΩ 和 50 mΩ 检测电阻可以确保 2.4 A 和 1.0 A 持续输出电流。

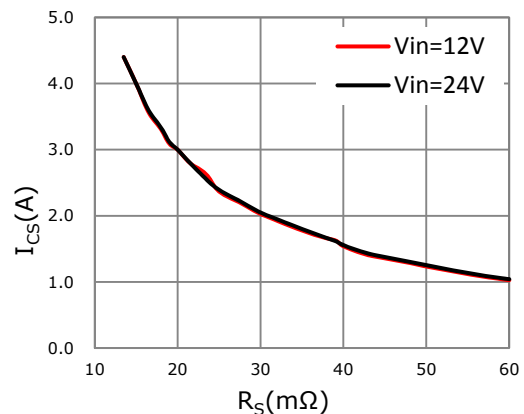


图 2. CC 限流 V.S. 感应电阻

在 CV 模式中，CC 引脚电压为 5.1 V。无负载时输出电压为 5.1 V。通道 1 输出电压 (V_{OUT1}) 和通道 2 输出电压 (V_{OUT2}) 可通过公式 2 计算。

$$V_{OUT*} = 5V + V_{CCOMP} - (I_{OUT*} \times R_{S*}) \quad (2)$$

这里

- V_{OUT*} ，通道 1 和通道 2 的输出电压。
- V_{CCOMP} ，CSP 引脚测量的线补电压。
- R_{CC} ，CC 引脚和电感节点之间的电阻值。
- I_{OUT*} ，通道 1 和通道 2 的输出电流。
- R_{S*} ，通道 1 和通道 2 的检测电阻值。

逐周期峰值电流限制

峰值电流限制可防止HM1499 电感或输入端拉出过大电流。 过大电流可能发生短路或使电感饱和。如果电感电流达到峰值电流阈值，上管 MOSFET 关闭，下管 MOSFET 开启，以使电感电流斜坡下降。

输入欠压锁定(UVLO)

输入 UVLO 电路阻止转换器开启工作直至输入电压达到典型阈值4.37 V。

CSP 过压保护 (OVP)

CSP 引脚检测电阻 R_{S1} 和 R_{S2} 之间的节点电压。如果 CSP 引脚电压高于 CSP OVP 阈值 5.8 V，芯片立即停止开关直到 CSP 引脚电压下降到 CSP OVP 迟滞以下。此功能防止输出电容被输出端高压损坏即使是反馈电阻失效开路，也就是 R_{CC} 开路。

输入过压保护(OVP)

输入过压保护时为了防止芯片在超过指定输入电压范围时被损坏。一旦输入电压超过 OVP 阈

值，典型 39.5 V，HM1499 停止开关以防止 SW 引脚尖峰电压损坏芯片。直至输入电压下降到低于输入 OVP 约 2.5 V 迟滞时回到正常工作。

打嗝模式输出欠压保护(UVP)

芯片有一个 CSP UVP 阈值。如果达到这个阈值，打嗝模式输出 UVP 被触发，转换器被禁用并间隔大概 0.25 s 后重新软启动。HM1499 重复这个模式直到欠压条件被移除。此功能防止系统由于便携式设备的硬短路和过流软短路引起损坏。

软启动

HM1499 实现软启动功能以减少启动时的浪涌电流。一旦输入电压上升到 UVLO 阈值以上，软启动开始。软启动时间典型值 1 ms。

热关断

热关断功能防止由于过热和功耗引起芯片损坏。通常情况下，热关断发生在结温 165 °C 时。当热关断触发，芯片停止开关，直至结温下降到热关断迟滞以下，芯片又开始开关。

应用信息

设计要求

设计参数	目标值
输入电压范围	6 V ~ 40 V
典型输入电压	24 V
输出电压	5 V
通道 1 输出电流	2.4 A
通道 2 输出电流	1.0A
满载线补 (V _{CCOMP})	200 mV

表 1. 设计特性

设置 CC 限流

典型应用电路如首先所示。图 2 显示了 CC 限流对应的检测电阻。根据此图，R_{S1} 和 R_{S1} 应该分别设置为 20 mΩ 提供 2.4 A 持续输出电流，50 mΩ 提供 1.0 A 持续输出电流。

设置线补电阻(R_{CC})

电阻 R_{CC} 决定线补增益。通过公式 1 中 V_{CCOMP}, I_{OUT}, R_S 和 K, 计算出 R_{CC} = 1kΩ。表 2 显示了 R_{CC} = 1 kΩ, R_{S1} = 20 mΩ, R_{S2} = 50 mΩ 时, 不同负载对应的线补电压。

Total I _{LOAD} (%)	Total I _{LOAD} (A)	I _{LOAD1} (A)	I _{LOAD2} (A)	V _{CCOMP} (mV)
0	0.00	0.00	0.0	0
10	0.25	0.24	0.1	20
20	0.50	0.48	0.2	40
30	0.75	0.72	0.3	60
40	1.00	0.96	0.4	80
50	1.25	1.20	0.5	100
60	1.50	1.44	0.6	120
70	1.75	1.68	0.7	140
80	2.00	1.92	0.8	160
90	2.25	2.16	0.9	180
100	3.40	2.40	1.0	200

表 2. 不同负载对应的线补电压

电感选择

由于电感的选择影响电源工作稳定性，瞬态，环路稳定和整体效率，因此电感是开关电源设计中最重要的一部分。电感三个最重要的参数是电感值，DC 电阻和饱和电流。

HM1499 设计的工作电感值为 15 μH ~ 47 μH 。15 μH 电感封装小，而 47 μH 电感具有较低的电感纹波电流。如果输出电流通过 IC 的峰值电流限制，用 47 μH 电感可以最大限度提供输出电流能力。

电感额定公差范围是 10 % ~ 30 %。根据不同电感制造商对电感饱和的规定，在零偏置电流时，可能会进一步减少到 20 % ~ 35 %。

选择电感的最基本要求是饱和电流必须大于峰值开关电流和 DC 额定电流大于正常工作的平均电流。在降压转换器中，平均电感电流等于输出电流。电感值可以通过公式 3 计算。

$$L = \frac{(V_{\text{OUT}} + V_{\text{CCOMP}}) \times (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} - V_{\text{CCOMP}})}{V_{\text{IN}} \times \Delta I_L \times F_{\text{SW}}} \quad (3)$$

这里

- ΔI_L ，电感峰值纹波电流。
- $V_{\text{OUT}} = 5 \text{ V}$ (无负载时输出电压)。
- V_{CCOMP} ，CSP 引脚测量的线补。
- V_{IN} ，输入电压。
- F_{SW} ，开关频率。

较低电感值产生较高的纹波电流，反之亦然。电感纹波电流约等于最大负载电流 3.4 A 的 30 %，即 $\Delta I_L = 1.02 \text{ A}$ 。通过上式中的 V_{IN} 、 V_{OUT} 、 V_{CCOMP} 、 ΔI_L 和 F_{SW} (典型值)，计算出电感值 $L = 30.7 \mu\text{H}$ 。通常为 33 μH 。

在最糟糕的情况下，电感饱和电流必须大于最大负载电流 3.4 A，再加上电感纹波电流的一半。例如，最大工作电压 V_{IN} (36 V)，最小频率 (107 kHz)，最小电感值 (标称值的 -10 % ~ -30 %)，以防止饱和。表 3 列出了一些符合设计要求的典型环形电感规格。

制造商	零件号	L(μH)	匝数	线径 \varnothing (mm)	μ	AL (nH/N ²)	尺寸 [OD \times ID \times H] (mm)
KDM Magnetic Powder Cores	KS040-125A	33 \pm 10%	23	0.7	125	66	10.20 \times 5.08 \times 3.96

表 3. 推荐环形电感

输入电容选择

输入电容可降低输入浪涌电流和芯片开关噪声。输入电容在开关频率时的阻抗必须小于输入源阻抗，以防止高频开关电流传到输入。必须选用满足最大 RMS 电流的低 ESR 电容。推荐使用 X5R 或 X7R 的多层陶瓷电容，它们具有低 ESR，低温度系数和紧凑的尺寸。一个 22 μF 的多层陶瓷电容可以满足大多数应用。

输出电容选择

输出电容要求保持输出电压纹波小且确保环路稳定。输出电容必须在开关频率时具有低阻抗。推荐使用 X5R 或 X7R 的多层陶瓷电容，它们具有低 ESR 和紧凑的尺寸。输出纹波 ΔV_{OUT} 通过下式计算：

$$\Delta V_{\text{OUT}} \leq \frac{V_{\text{OUT}} \times (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}})}{V_{\text{IN}} \times F_{\text{SW}} \times L} \times \left(\text{ESR} + \frac{1}{8 \times F_{\text{SW}} \times C_{\text{OUT}}} \right) \quad (4)$$

布局建议

在布局 PCB 时，应考虑以下建议以确保 HM1499 正常工作。这些建议在图 3 和图 4 中显示。

1. 功率路径包括 GND，SW 和 VIN，应该尽可能的短，直和宽。
2. 线补电阻必须直接连接到两个检测电阻的中点。
3. 输入电容必须靠近 VIN 和 GND 引脚，并尽可能直接连接到输入电源平面和地平面。这个电容给内部功率 MOSFET 提供 AC 电流。
4. 输出电容功率路径 C4，和功率电感必须短，和其他电容端子应直接连接到地平面以减少噪声排放。
5. 保持开关节点 SW，远离敏感的 FB 节点。
6. 保持输入电容和输出电容的负端尽可能靠近。
7. 用开尔文接法从检测电阻 Rs1 和 Rs2 到 CSP，CSN1 和 CSN2 直接连接，以实现精确的 CC 限流。
8. GND 使用大面积铺铜和散热过孔来获得最佳散热和噪声抑制

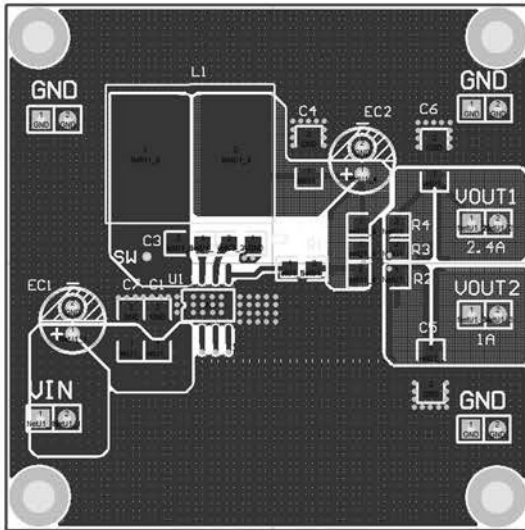


图 3. 顶层

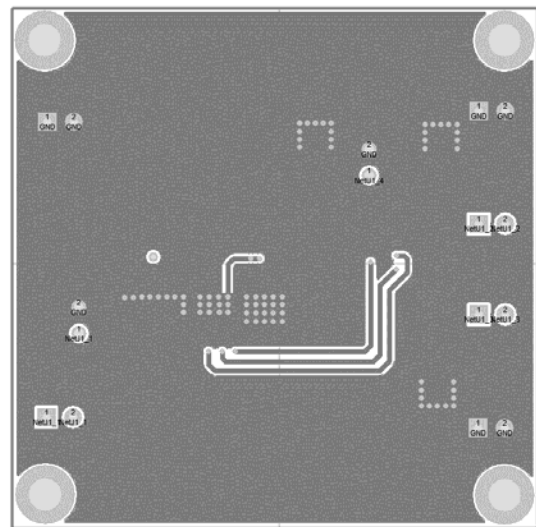


图 4. 底层

典型性能特征

所有波形测试条件为 $V_{IN} = 12V$, 配置见手册中典型应用电路所示。 $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明。

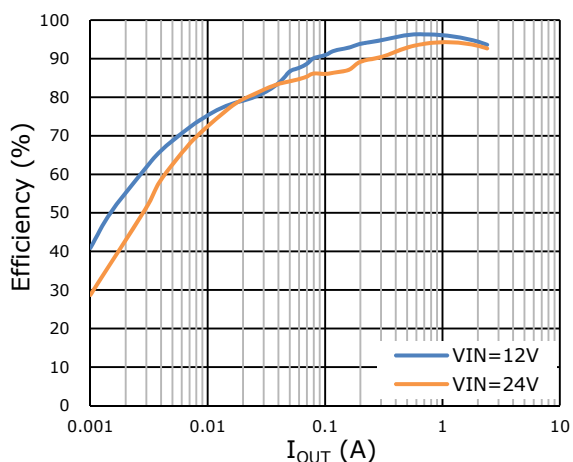


图 5.

输出 1 效率 vs. 负载电流

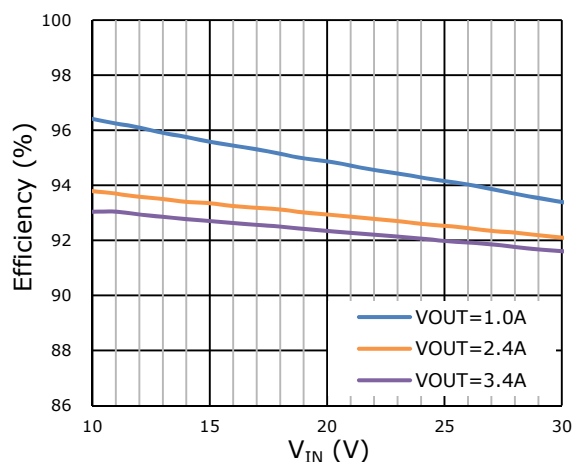


图 6.

输出 2 效率 vs. 输入电压

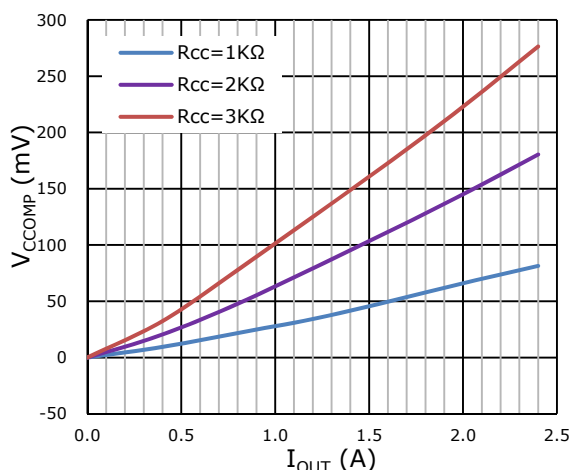


图 2. 线补

V_{CCOMP} vs. 输出 1 负载电流 ($R_{CS} = 20m\Omega$)

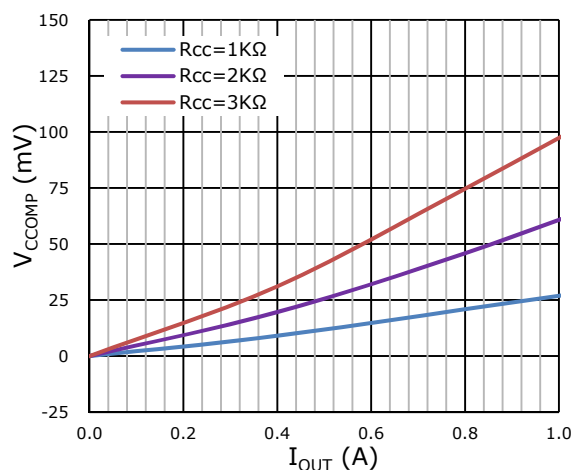


图 3. 线补

V_{CCOMP} vs. 输出 2 负载电流 ($R_{CS} = 50m\Omega$)

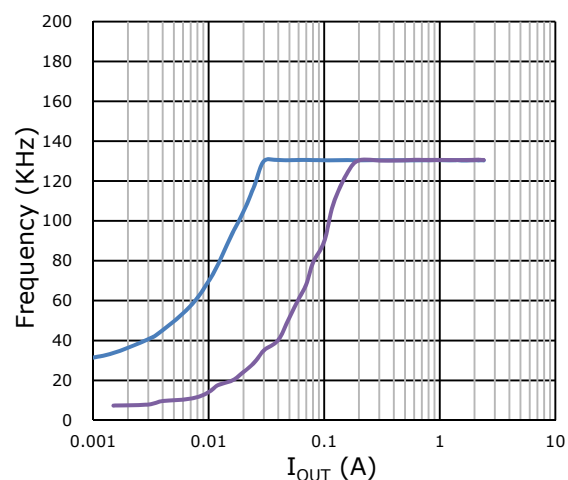


图 9. 开关频率 vs. 负载

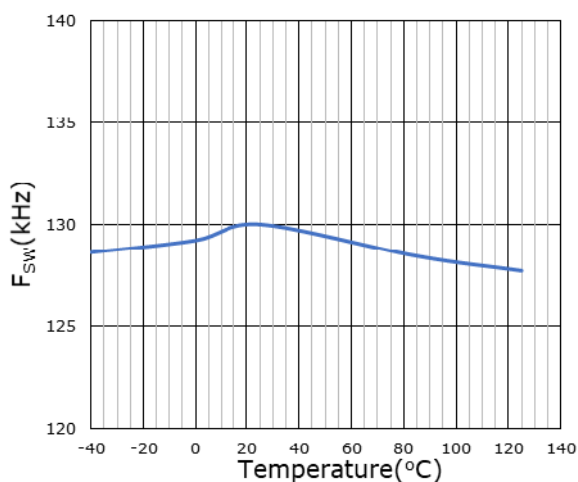


图 10. 连续模式开关频率 vs. 温度

典型性能特征（续）

所有波形测试条件为 $V_{IN} = 12\text{ V}$, 配置见手册中典型应用电路所示。 $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 除非另有说明。

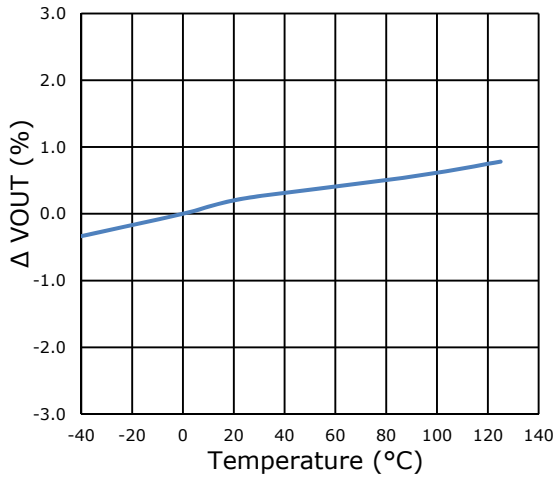


图 11. 输出电压 vs. 温度

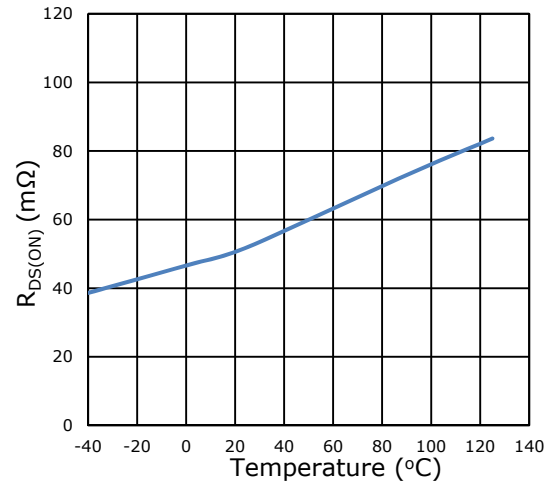


图 12. 导通电阻 vs. 温度

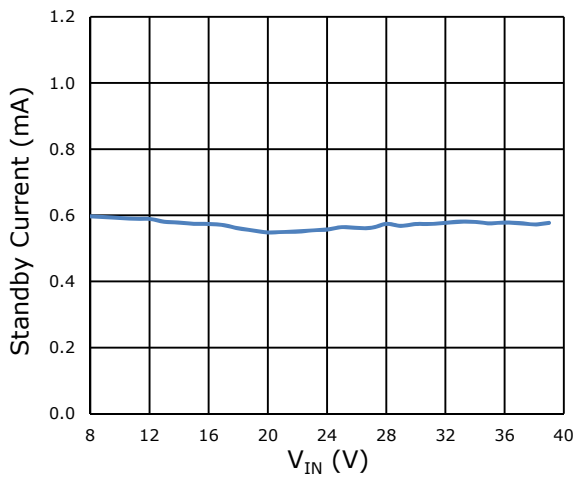


图 13. 静态电流 vs. 输入电压

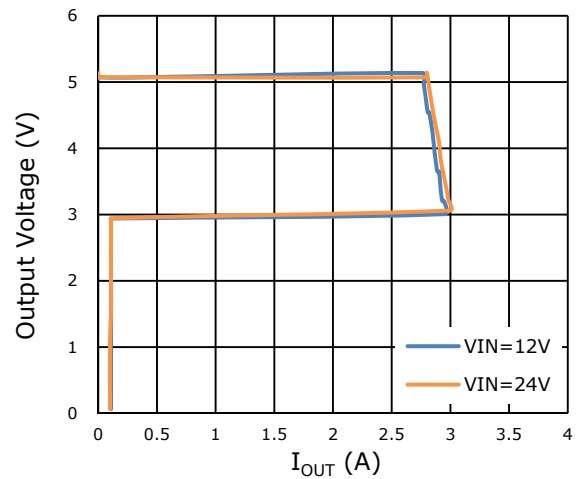


图 14. 输出 CC/CV 曲线 $R_{CS} = 20\text{ m}\Omega$

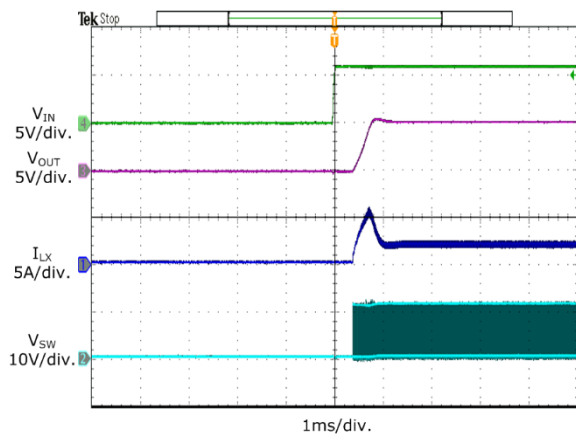


图 15. 电源启动

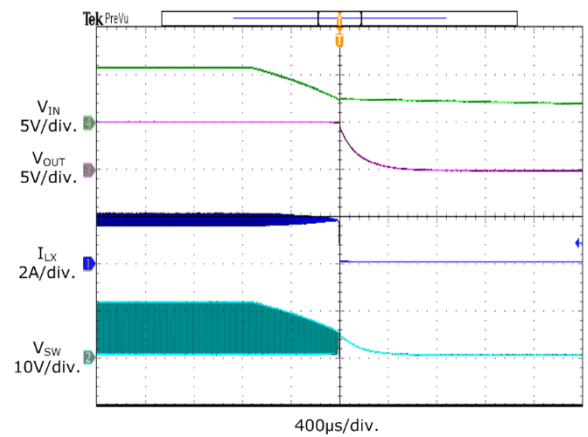


图 16. 电源关断

典型性能特征（续）

所有波形测试条件为 $V_{IN} = 12V$, 配置见手册中典型应用电路所示。 $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明。

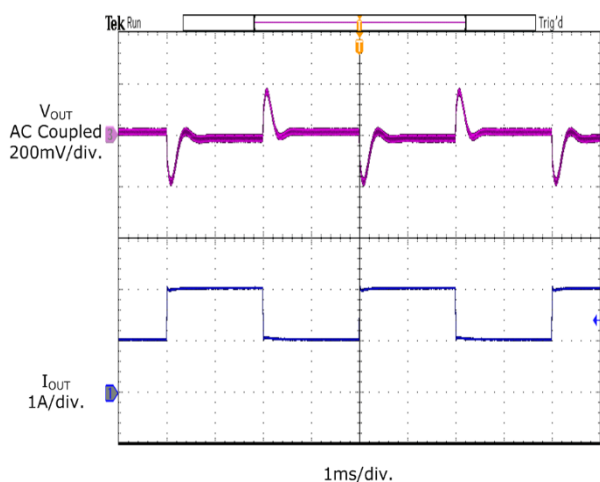


图 17. 负载响应

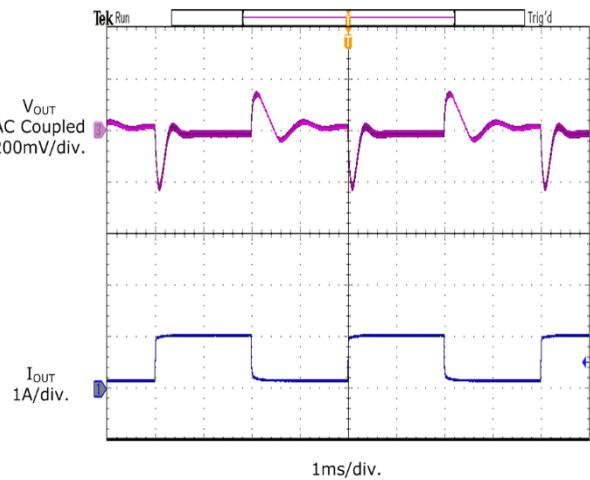


图 18. 负载响应

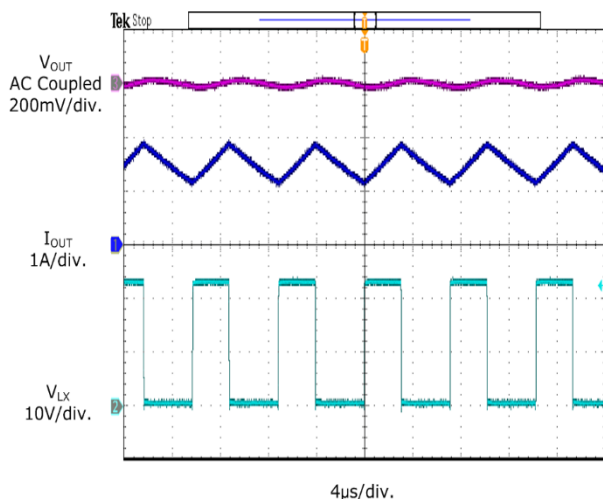


图 19. 连续模式工作

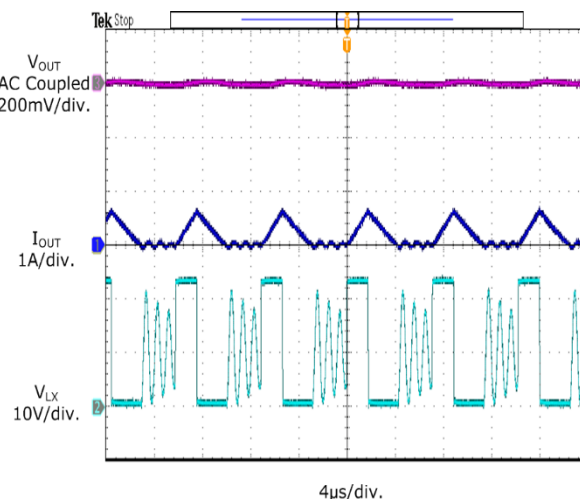


图 20. 断续模式工作

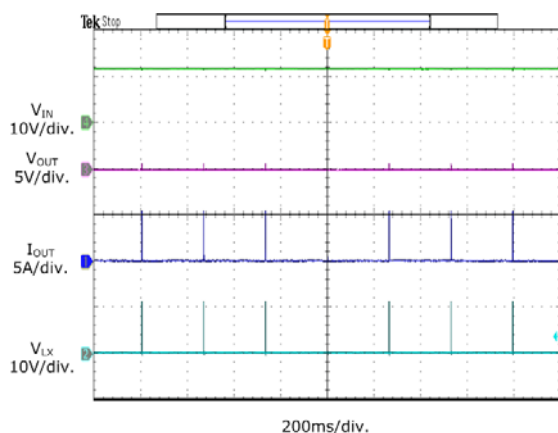


图 21. 短路保护

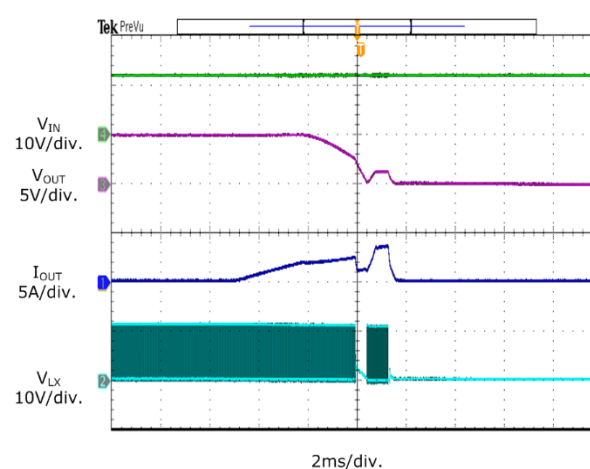
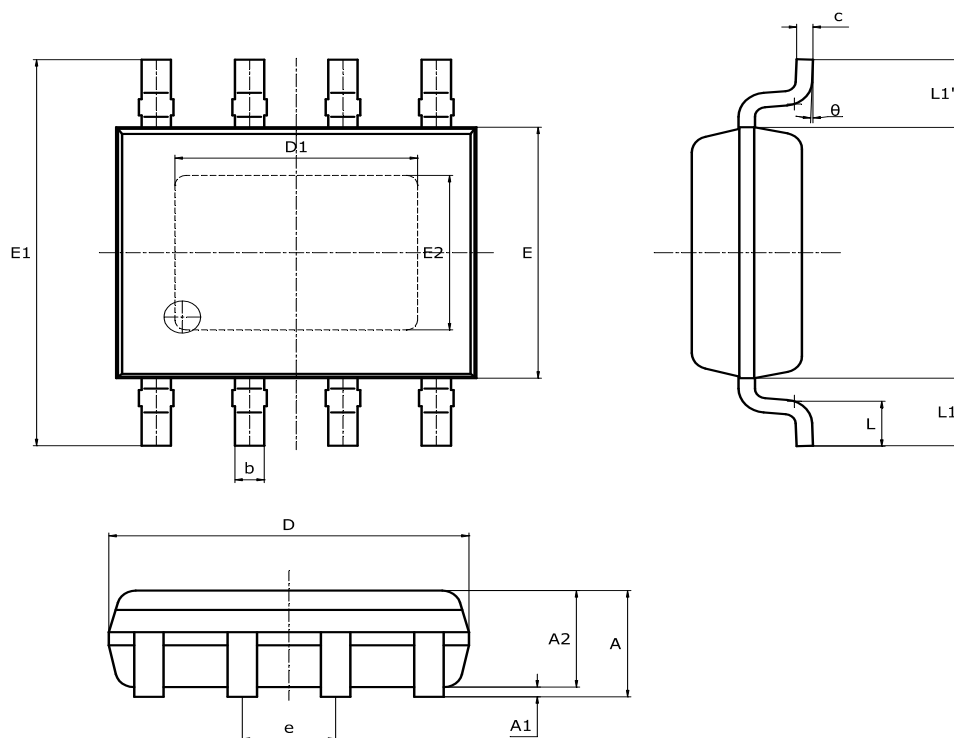


图 22. 短路保护（放大）

封装信息

封装外形尺寸

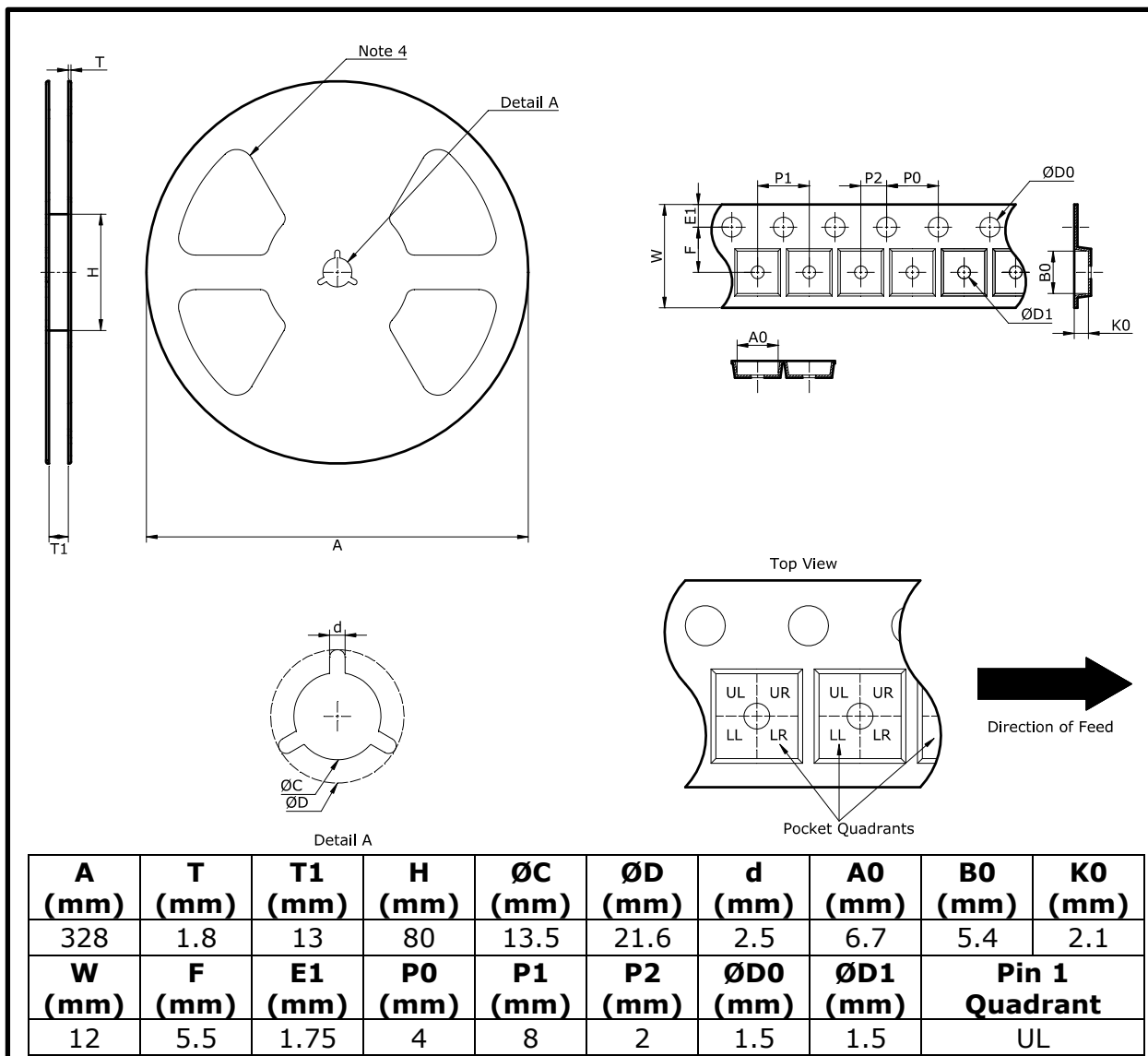


Symbol	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.400	1.700	0.055	0.067
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 BSC		0.050 BSC	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
L1	1.04 REF		0.041 REF	
L1-L1'	—	0.12	—	0.005
θ	0°	8°	0°	8°

备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边;
3. 本封装符合 JEDEC MS-012, variation BA.

卷带和卷轴信息



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例, 且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。