

4.2V至 20V输入、2A 同步降压转换器

UM5485S SOT23-6
UM5485FSB SOT23-6

1 描述

UM5485 是一款采用 SOT-23 封装、简单易用的 2A 同步降压转换器。该器件经过优化，可使用最少的外部元件工作，并实现了低待机电流。

该开关模式电源（SMPS）器件采用 COT 模式控制，可提供快速的瞬态响应，并支持低等效串联电阻（ESR）输出电容器（如特种聚合物和超低 ESR 陶瓷电容器），无需外部补偿元件。

UM5485 采用 PSM 模式（Pulse skip mode）工作，可在轻载运行时保持高效率。UM5485 采用 6 引脚 SOT 封装，工作结温范围为-40°C 至 125°C。

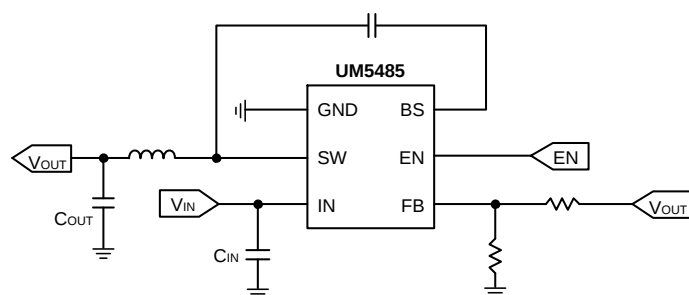
2 应用

- 数字电视电源
- 高清蓝光光盘播放器
- 网络家庭终端
- 数字机顶盒 (STB)
- 监控

3 特点

- UM5485 2A 转换器，集成了 97 mΩ 和 55 mΩ 的场效应管
- 具有快速瞬态响应的 COT 控制模式
- 输入电压范围：4.2 V 至 20 V
- 输出电压范围：0.77 V 至 5 V
- 跳脉冲模式（PSM）
- 650 kHz 开关频率（典型值）
- 低关断电流：< 5μA
- 2.5% 反馈电压精度（25 °C）
- 预偏置输出电压启动
- 断续模式（Hiccup-mode）过流保护
- 逐周期（Cycle-by-Cycle）过流限制
- 非锁存式 UVP 和 TSD 保护
- 固定软启动时间：1 ms

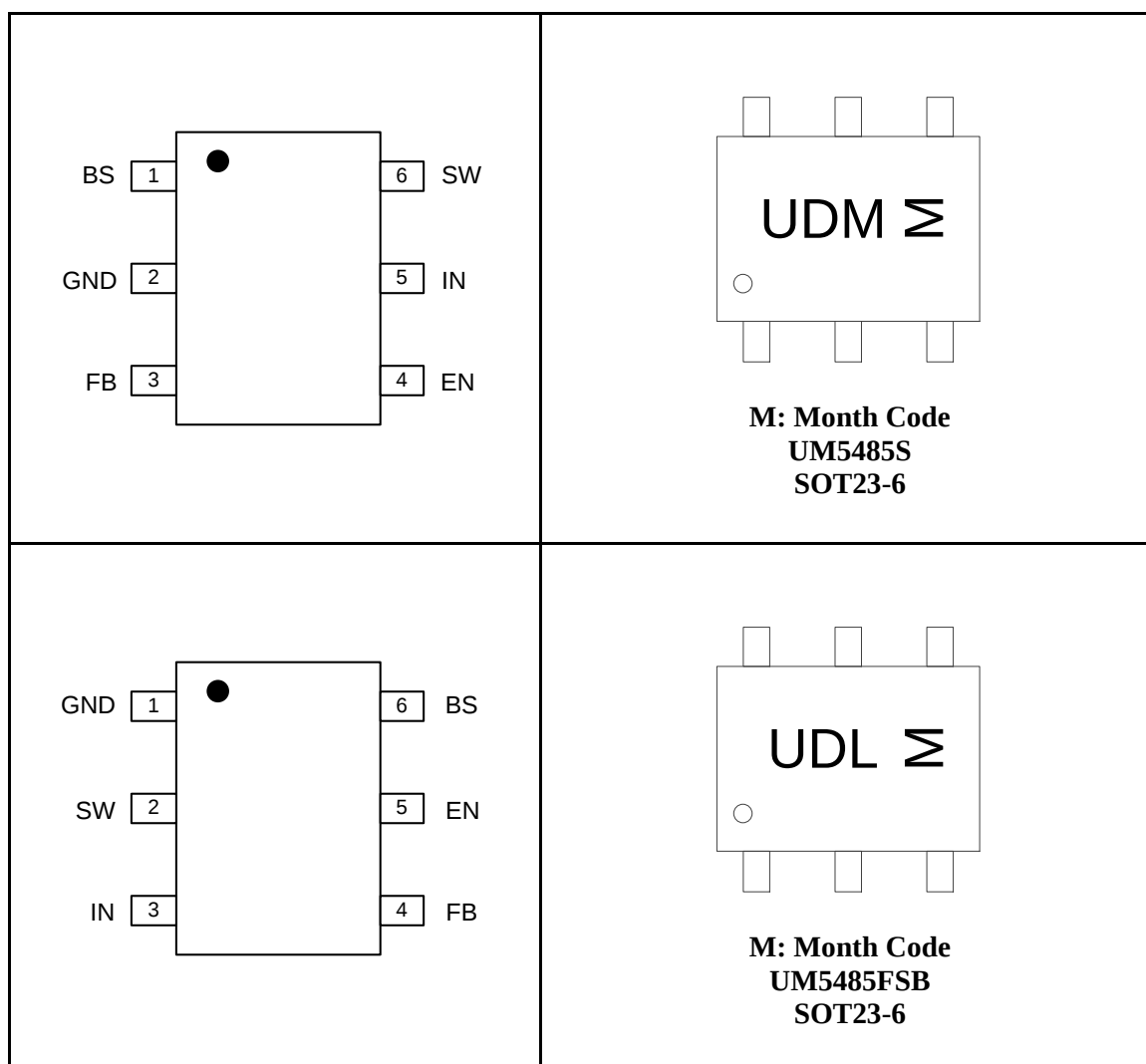
4 典型应用电路



5 订购信息

器件型号	丝印编码	封装类型	发货数量
UM5485S	UDM	SOT23-6	3000pcs/7 Inch Tape & Reel
UM5485FSB	UDL	SOT23-6	3000pcs/7 Inch Tape & Reel

6 引脚配置和功能



6 引脚配置和功能（续）

Table 6-1. Pin Functions

引脚编号		引脚名称	功能
UM5485S	UM5485FSB		
2	1	GND	接地引脚。低侧功率 NFET 的源极，也是控制器电路的接地端。将敏感的反饋（FB）在单一点位连接至此GND。
6	2	SW	高侧 NFET 与低侧 NFET 之间的开关节点连接。
5	3	IN	输入电压供电引脚。高侧功率NFET的漏极。
3	4	FB	转换器反饋输入。通过反饋电阻分压器连接至输出电压。
4	5	EN	使能输入控制。高电平有效，必须上拉才能启用芯片。
1	6	BS	高侧 NFET 栅极驱动电路的供电输入。请在 BS 和 SW 引脚之间连接一个 0.1 μF 的电容。

7 规格

7.1 绝对最大额定值（注 1）

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}			-0.3		22	V
V_{EN}	EN 引脚上的电压		-0.3		22	V
V_{BS}	BS 引脚上的电压		-0.3		26	V
V_{BS}	BS 引脚上的电压（10 ns 瞬态）		-0.3		27	V
V_{BS}	BS 引脚上的电压（相对于 SW）		-0.3		6	V
V_{FB}	FB 引脚上的电压		-0.3		6	V
V_{SW}	SW 引脚上的电压		-1.8		22	V
V_{SW}	SW 引脚上的电压（10 ns 瞬态）		-3.2		23	V
V_{ESD}	人体放电模型（HBM），符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准	所有引脚		± 3		kV
	充电器件模型（CDM），符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准			± 2		kV
T_{J}	结温		-40		125	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	贮存温度		-55		150	$^{\circ}\text{C}$

注 1：超过“绝对最大额定值”所列的应力可能导致器件永久性损坏。这些仅为额定最值，并不意味着器件在这些条件下或在“推荐工作条件”之外的任何其他条件下能够正常工作。长期暴露在绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

7.2 推荐工作条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	IN 引脚的供电电压		4.0		20	V
V _{BS}	BS 引脚上的电压		-0.1		24	V
V _{BS}	BS 引脚上的电压（10 ns 瞬态）		-0.1		25	V
V _{BS}	BS 引脚上的电压（相对于 SW）		-0.1		5	V
V _{EN}	EN 引脚上的电压		-0.1		20	V
V _{FB}	FB 引脚上的电压		-0.1		5	V
V _{SW}	SW 引脚上的电压		-1.5		20	V
V _{SW}	SW 引脚上的电压（10 ns 瞬态）		-3		21	V

7.3 热性能信息

符号	参数	SOT23-6	单位
		6 Pins	
R _{θJA}	结至环境热阻	92.6	℃/W
R _{θJC(TOP)}	结至外壳（顶部）热阻	48.5	℃/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	15.5	℃/W
ψ _{JT}	结至顶部特征参数	2.5	℃/W
ψ _{JB}	结至电路板特征参数	15.5	℃/W

7.4 电气特性

V_{IN} = 12 V, V_{EN} = V_{IN}, T_A = 25℃（除非另有说明）。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	输入电压范围		4.2		20	V
供电电流						
I _{VIN}	开关供电电流	VIN电流，L=2.2μH， VOUT=3.3V，悬空		330	470	μA
	关断供电电流	VIN电流，EN = 0 V		0.5	3	
逻辑阈值						
V _{IH}	高电平输入电压	EN	1.5			V
V _{IL}	低电平输入电压	EN			0.7	V
I _{EN}	EN 下拉电流	V _{EN} = 1.5 V		1.25		μA
R _{EN}	EN 引脚对 GND 的电阻	V _{EN} = 1.5 V		1200		kΩ

7.4 电气特性 (续)

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

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
FB						
V_{FBTH}	FB 阈值	$V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_O = 10\text{ mA}$, 跳脉冲模式 (PSM) (注 1)		774		mV
	FB 阈值	$V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 连续模式工作	744	763	782	mV
I_{FB}	FB 输入电流	$V_{FB} = 0.8\text{ V}$		0	± 1	μA
MOSFET						
$R_{DS(ON)H}$	高侧开关电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{BS} - V_{SW} = 5\text{ V}$		97		$\text{m}\Omega$
$R_{DS(ON)L}$	低侧开关电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$		55		$\text{m}\Omega$
电流限制						
I_{OCL}	电流限制	直流电流, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $L = 2.2\text{ }\mu\text{H}$	2.8	4.8	5.2	A
导通时间定时器控制						
$t_{OFF(MIN)}$	最小关断时间	$V_{FB} = 0.2\text{ V}$		180	310	ns
软启动						
t_{SS}	软启动时间	内部软启动时间		1.1		ms
频率						
f_{SW}	开关频率	$V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 1\text{ A}$		650		kHz
输出欠压和过压保护						
V_{UVP}	输出欠压阈值	打嗝检测 ($H > L$)		68		%
$t_{HICCUP(WAIT)}$	打嗝持续时间			1		ms
$t_{HICCUP(RE)}$	重启前的打嗝时间			14		ms

7.4 电气特性（续）

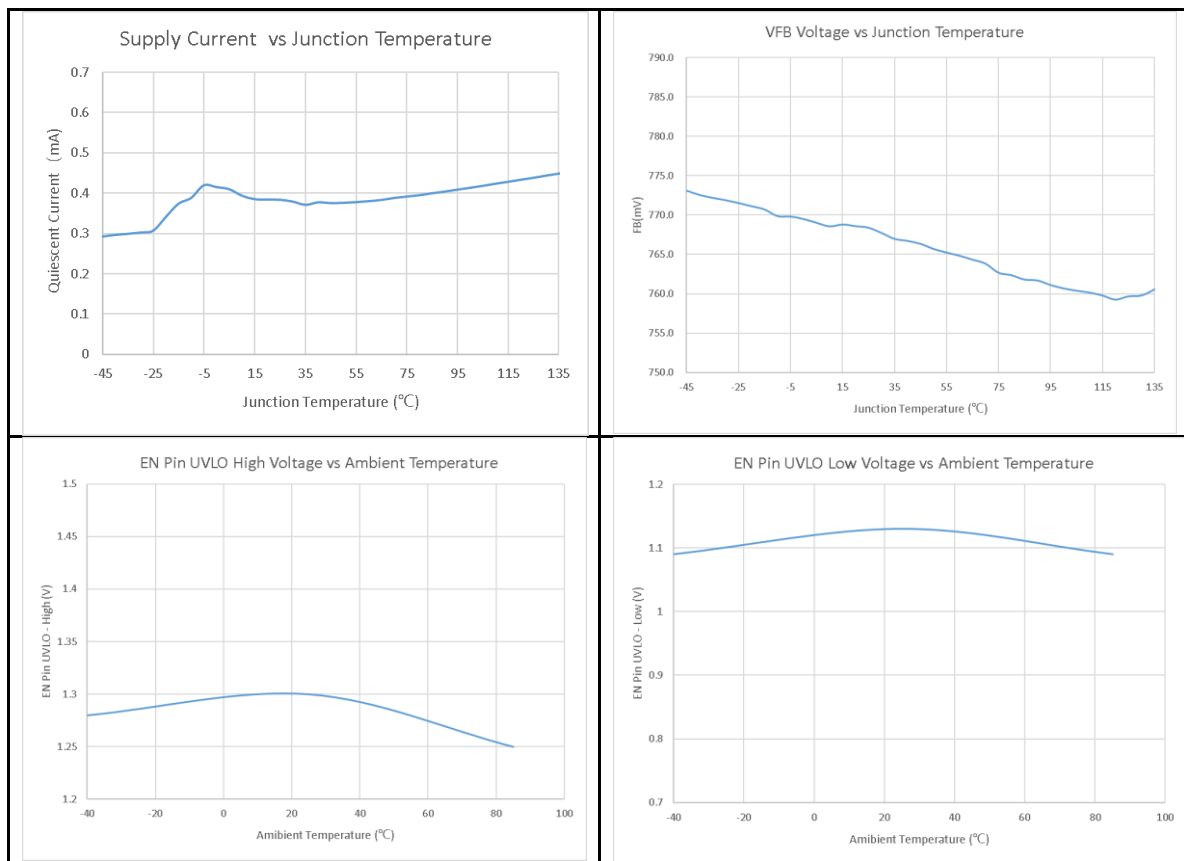
$V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{EN} = V_{IN}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ （除非另有说明）。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
欠压锁定 (UVLO)						
V _{UVLO}	V _{IN} 唤醒电压			3.5	3.8	V
	V _{IN} 关断电压		3	3.1		
	V _{IN} 电压迟滞			0.4		
Thermal Protection						
T _{SD}	热关断阈值（注 1）	温度上升		165		℃
T _{HYS}	热关断迟滞（注 1）			45		℃

注 1：未经生产测试，由设计保证。

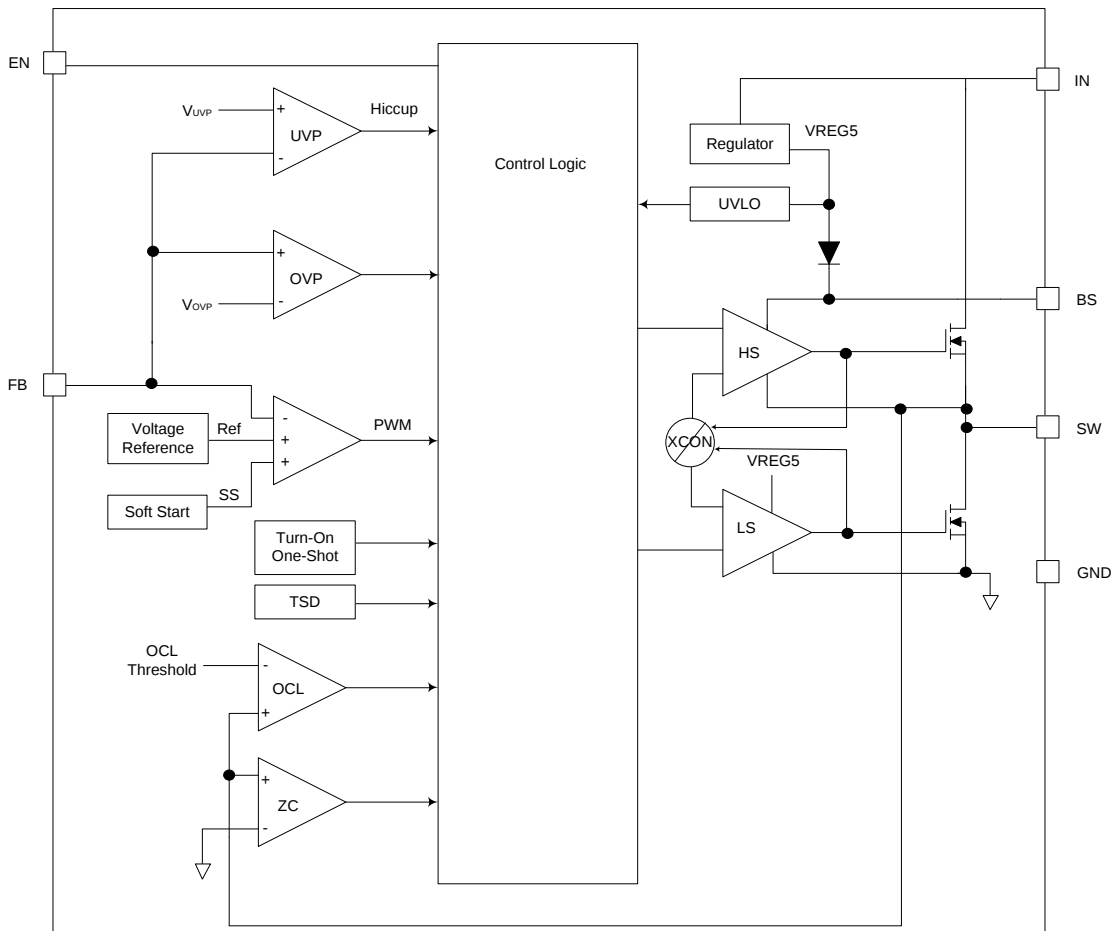
7.5 典型特性

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



8 详细说明

8.1 功能框图



8.2 特性说明

8.2.1 自适应导通时间控制与 PWM 工作模式

UM5485 的主要控制环路是称为 ACOT 的自适应导通时间脉冲宽度调制 (PWM) 控制器。ACOT 控制方案将自适应导通时间控制与内部补偿电路相结合, 可实现伪固定频率, 并采用低 ESR 和陶瓷输出电容器, 从而减少外部元器件数量。该方案运行稳定, 输出端几乎无纹波。

在每个周期的开始, 高侧 MOSFET 导通。当内部单次定时器计时结束时, 该 MOSFET 关断。该单次定时器的持续时间设置为与转换器输入电压 V_{IN} 成正比, 与输出电压 V_{OUT} 成反比, 以在输入电压范围内保持伪固定频率, 因此称为自适应导通时间控制。当反馈电压降至参考电压以下时, 单次定时器被复位, 高侧 MOSFET 再次导通。参考电压上叠加了一个内部斜坡信号以模拟输出纹波, 从而消除了 ACOT 控制中由 ESR 引起的输出纹波。

8.2.2 跳脉冲控制

UM5485 采用先进的节能模式设计，以保持轻载的高效率。当输出电流从重载状态下降时，电感电流也会随之减小，最终达到其纹波谷值触及零电平的点，该点正是连续导通模式与间断导通模式之间的分界点。当检测到电感电流为零时，整流 MOSFET 将关断。随着负载电流进一步减小，转换器将进入断续导通模式。导通时间几乎保持与连续导通模式时相同，因此当负载电流较小时，输出电容放电至参考电压水平所需的时间更长。这使得开关频率降低（与负载电流成正比），并保持了轻载效率的高水平。向轻载工作电流 $I_{OUT(LL)}$ 过渡的临界点可通过公式 1 计算得出。

$$I_{OUT(LL)} = \frac{1}{2 \times L \times f_{SW}} \times \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN}} \quad (1)$$

8.2.3 软启动与预偏置软启动

UM5485 具有 1.1ms 的内部软启动功能。当 EN 引脚变为高电平时，内部软启动功能开始将参考电压逐渐升至 PWM 比较器的阈值。

如果输出电容在启动时已预偏置，则器件仅在内部参考电压大于反馈电压 V_{FB} 之后才会开始开关并逐步升压。该方案可确保转换器平稳地升压至稳压点。

8.2.4 电流保护

输出过流限制（OCL）通过逐周期谷值检测控制电路实现。在关断状态下，通过测量低侧 FET 的漏源电压来监测开关电流。该电压与开关电流成正比。为提高精度，电压检测采用了温度补偿。

在高侧 FET 开关的导通期间，开关电流以由 V_{IN} 、 V_{OUT} 、导通时间以及输出电感值决定的线性速率增加。在低侧 FET 开关的导通期间，该电流线性减小。开关电流的平均值即为负载电流 I_{OUT} 。如果监测到的电流高于 OCL 阈值，转换器将保持低侧 FET 导通，并延迟生成新的导通脉冲（即使电压反馈环路需要该脉冲），直到电流水平降至 OCL 阈值或更低。在随后的开关周期中，导通时间被设置为固定值，并以相同方式监测电流。

对于此类过流保护，有几点重要注意事项。负载电流会比过流阈值高出电感峰峰值纹波电流的一半。此外，在限流过程中，由于负载所需的电流可能高于转换器可提供的电流，输出电压往往会下降。这可能会导致输出电压降低。当 V_{FB} 降至 UVP 阈值电压以下时，UVP 比较器会检测到该情况。随后，器件将在 UVP 延迟时间（通常为 50 μs ）后关断，并在短暂中断时间（通常为 14 ms）后重新启动。

当过流状况消除后，输出电压将恢复到稳压值。

8.2.5 欠压锁定 (UVLO) 保护

UVLO 保护功能用于监测内部稳压器的电压。当电压低于 UVLO 阈值电压时，器件将关闭。该保护功能为非锁存型。

8.2.6 热关断

芯片会监测自身的温度。如果温度超过阈值（通常为 165°C），器件将关闭。这是一种非锁存保护。

8.3 器件工作模式

8.3.1 正常工作

当输入电压高于 UVLO 阈值且 EN 电压高于使能阈值时，UM5485 可在正常开关模式下工作。

8.3.2 跳脉冲模式

当 UM5485 处于正常 CCM 工作模式且开关电流降至 0A 时，UM5485 将开始以脉冲跳过模式工作。每个开关周期之后都会进入一段节能休眠时间。当 V_{FB} 降至低于节能模式阈值电压时，睡眠时间结束。随着输出电流的减小，开关脉冲之间感知的时间间隔会增加。

8.3.3 待机工作模式

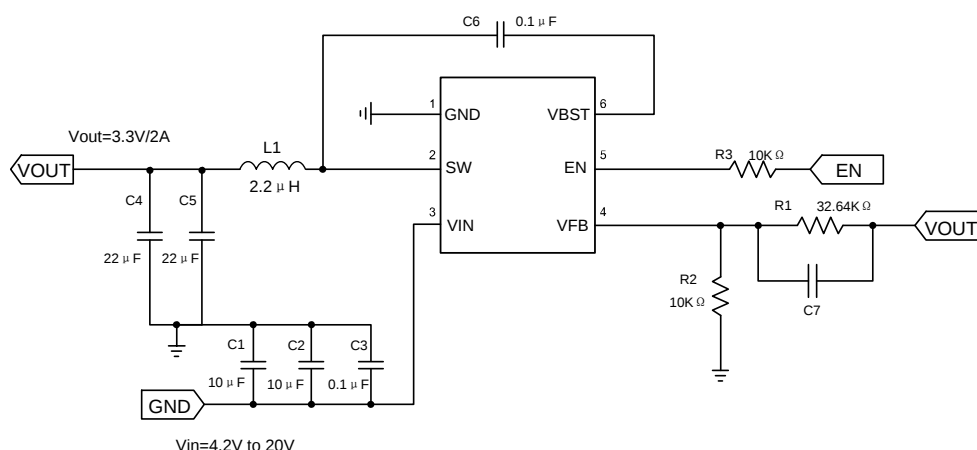
当 UM5485 处于正常 CCM 模式或跳脉冲模式时，可通过将 EN 引脚置低将其置于待机状态。

9 应用和实施

9.1 典型应用

下图所示的应用原理图是根据上述要求设计的。该电路可作为评估模块（EVM）提供。以下各节介绍了设计流程。

下图显示了 UM5485FSB 用作 4.2V 至 20V 输入、3.3V 输出转换器的原理图。



9.1.1 设计要求

表 9-1. 设计要求示例

参数	示例值
输入电压范围	12 V
输出电压	3.3 V
瞬态响应, 0.1A↔1.5A	$\Delta V_{OUT} = \pm 3\%$
输入纹波电压	200 mV
输出纹波电压	50 mV
额定输出电流	2 A
工作频率	650 kHz

9.1.2 详细设计流程

9.1.2.1 输出电压电阻的选择

输出电压通过从输出节点到 FB 引脚的分压电阻进行设定。UNION 建议使用公差为 1% 或更优的分压电阻。首先使用公式 2 计算 VOUT。为了在极轻载情况下提高效率，可考虑使用阻值较大的电阻，但电阻值过高会更容易受到噪声的影响。

$$V_{OUT} = 0.774 \times \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \quad (2)$$

9.1.2.2 输出物料清单（BOM）的选择

表 9-2. 推荐元器件参数

输出电压 (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	L1 (μH)			C4 + C5 (μF)
			最小值	典型值	最大值	
1	2.92	10.0	1.5	2.2	4.7	30 to 68
1.2	5.5	10.0	1.5	2.2	4.7	30 to 68
1.8	13.26	10.0	1.5	2.2	4.7	30 to 68
2.5	22.3	10.0	2.2	2.2	4.7	30 to 68
3.3	33.63	10.0	2.2	2.2	4.7	30 to 68
5	54.6	10.0	3.3	3.3	4.7	30 to 68

电感器的峰峰值纹波电流、峰值电流和有效值电流分别通过公式 4、公式 5 和公式 6 计算得出。电感器的饱和电流额定值必须大于计算出的峰值电流，且有效值或发热电流额定值必须大于计算出的有效值电流。

$$I_{P-P} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \times \frac{V_{IN(MAX)} - V_{OUT}}{L \times f_{SW}} \quad (4)$$

$$I_{PEAK} = I_O + \frac{I_{P-P}}{2} \quad (5)$$

$$I_{LO(RMS)} = \sqrt{I_O^2 + \frac{1}{12} I_{P-P}^2} \quad (6)$$

在此设计示例中，计算出的峰值电流为 3.1 A，计算出的均方根电流为 2.08 A。所使用的电感器型号为 WE 74438377022HT，其峰值电流额定值为 10.7 A，均方根电流额定值为 11.4 A

电容值和等效串联电阻（ESR）决定了输出电压纹波的大小。UM5485 设计用于与陶瓷电容或其他低 ESR 电容配合使用。推荐的电容值范围为 30 μF 至 68 μF。请使用公式 7 来确定输出电容所需的有效值电流额定值

$$I_C = \frac{V_O \times (V_I - V_O)}{\sqrt{12} \times V_I \times L \times f_S} \quad (7)$$

该设计使用了两个 22 μF 的输出电容，每个电容的典型 ESR 为 2 mΩ。

9.1.2.3 输入电容的选择

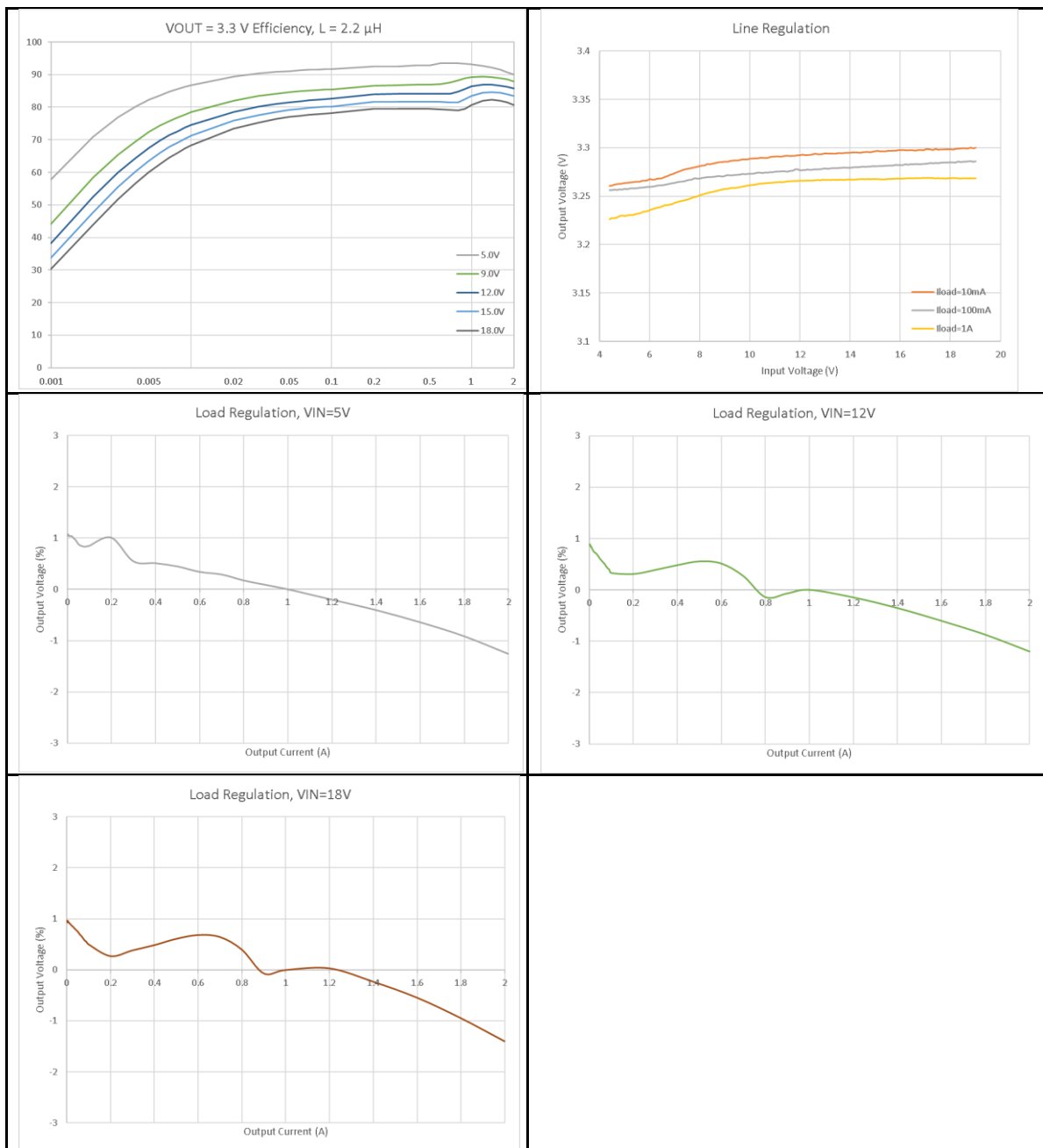
UM5485 需要一个输入去耦电容，并根据具体情况可能需要一个主电容。UNION 建议使用 10 μF 以上的陶瓷电容作为去耦电容。可选地，在第 3 引脚与地之间添加一个 0.1 μF 的电容（C3），以提供额外的高频滤波。电容的额定电压必须大于最大输入电压。

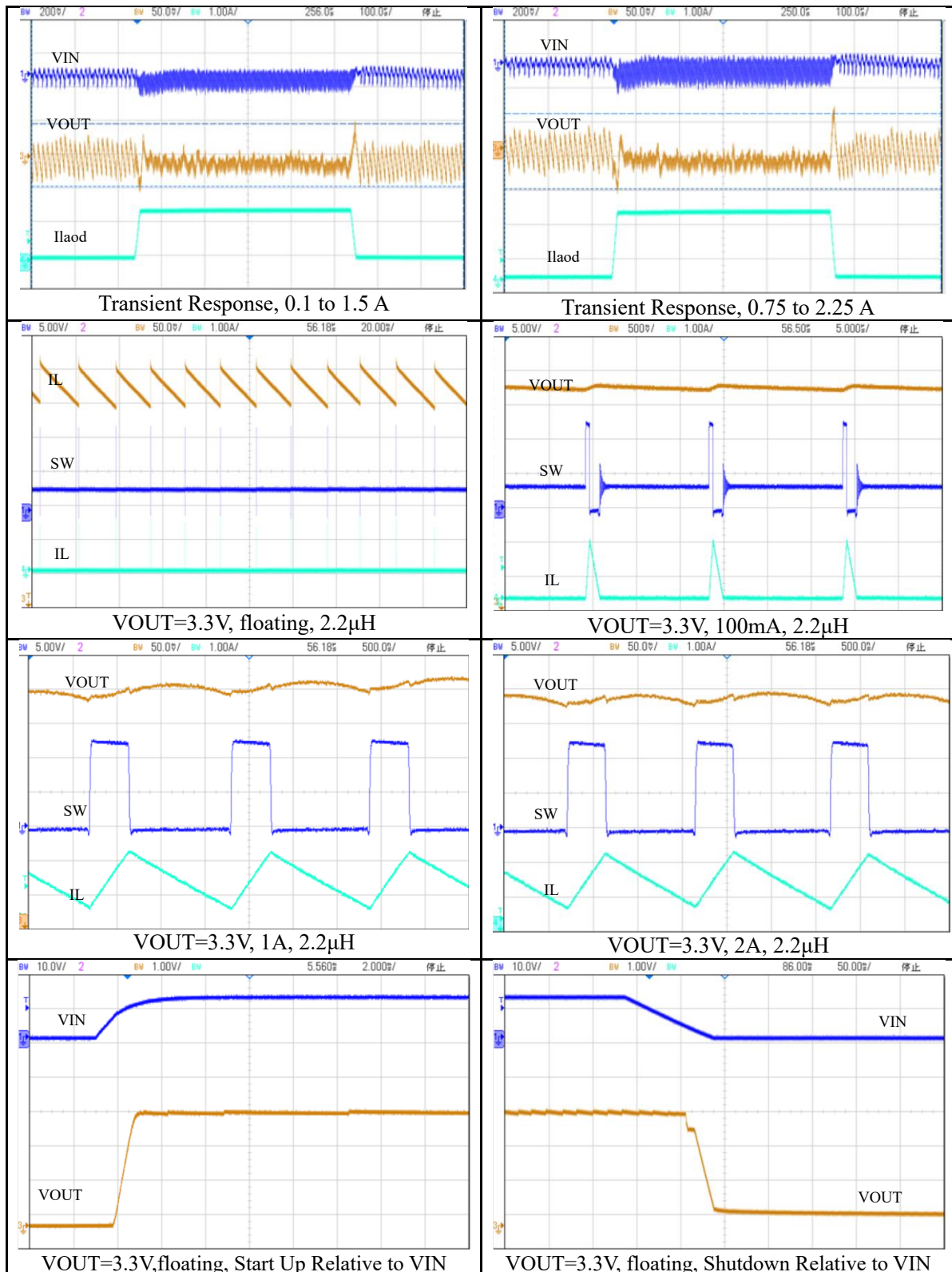
9.1.2.4 自举电容的选择

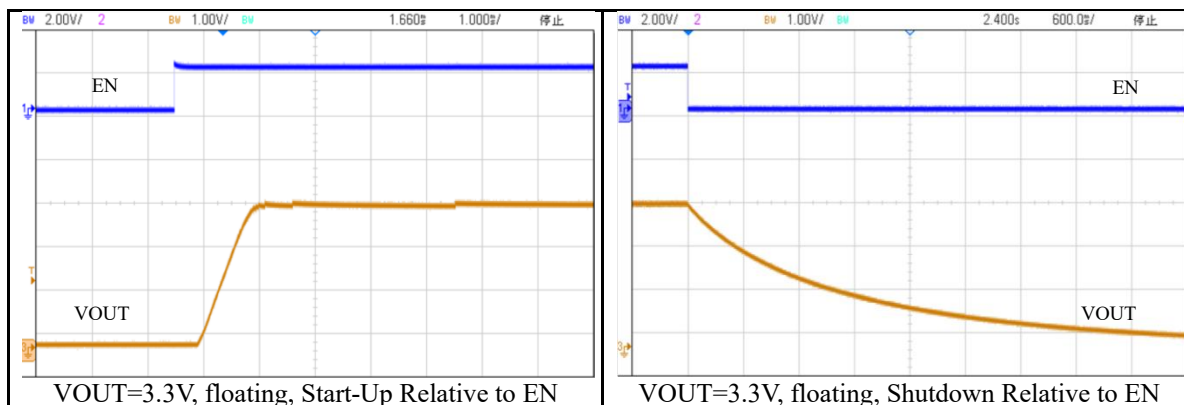
为确保正常工作，必须在 BST 与 SW 引脚之间连接一个 $0.1\ \mu\text{F}$ 的陶瓷电容器。UNION 建议使用陶瓷电容器。

注意：UM5485 采用自适应恒定导通时间（ACOT）控制架构，该架构针对快速瞬态响应进行了优化。与 COT 系列架构类似，开关频率呈现准固定特性，并随 V_{IN} 、 V_{OUT} 、负载电流和温度而变化。设计人员进行电磁干扰（EMI）和元器件选型设计时，应参考最小/最大频率范围及典型特性曲线

9.2 应用曲线







9.3 电源建议

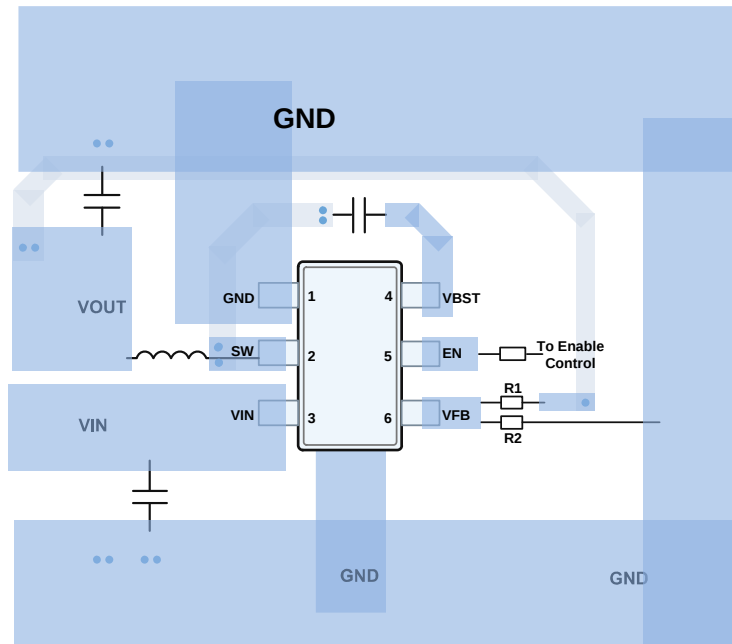
UM5485 设计用于在 4.2 V 至 20 V 范围内的输入电源电压下工作。降压转换器需要输入电压高于输出电压才能正常工作。推荐的最大工作占空比为 70%。根据该标准，推荐的最低输入电压为 $V_{OUT} / 0.7$ 。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

- VIN 和 GND 走线应尽可能宽，以减小走线阻抗。从散热的角度来看，较宽的走线也具有优势。
- 输入电容和输出电容必须尽可能靠近器件放置，以最大限度地降低走线阻抗。
- 为输入电容和输出电容提供足够多的过孔。
- SW 走线应尽可能短且宽，以最大限度地减少辐射干扰。
- 切勿让开关电流流经器件下方。
- 必须将一条独立的 VOUT 路径连接到上反馈电阻。
- 为反馈路径与 GND 引脚建立开尔文连接。
- 电压反馈环路必须远离高压开关走线，最好有接地屏蔽。
- FB 节点的走线必须尽可能短，以避免噪声耦合。
- 输出电容与 GND 引脚之间的 GND 走线必须尽可能宽，以最大限度地降低其走线阻抗。

9.4.2 布局示例

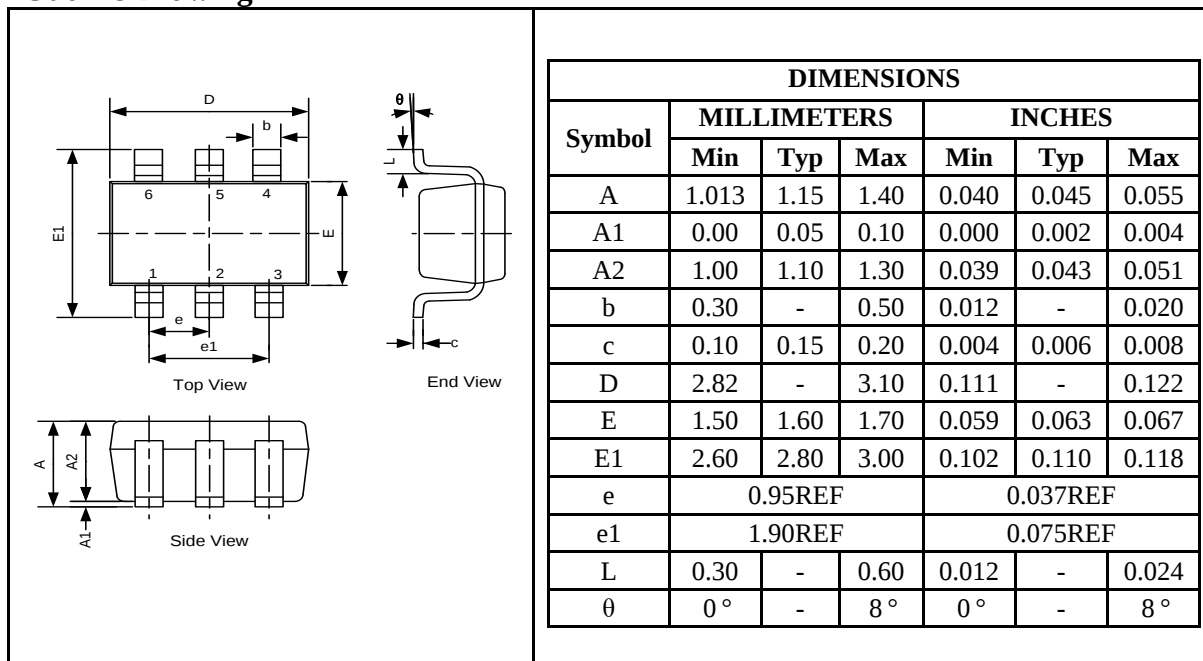


注：电路图仅供参考。

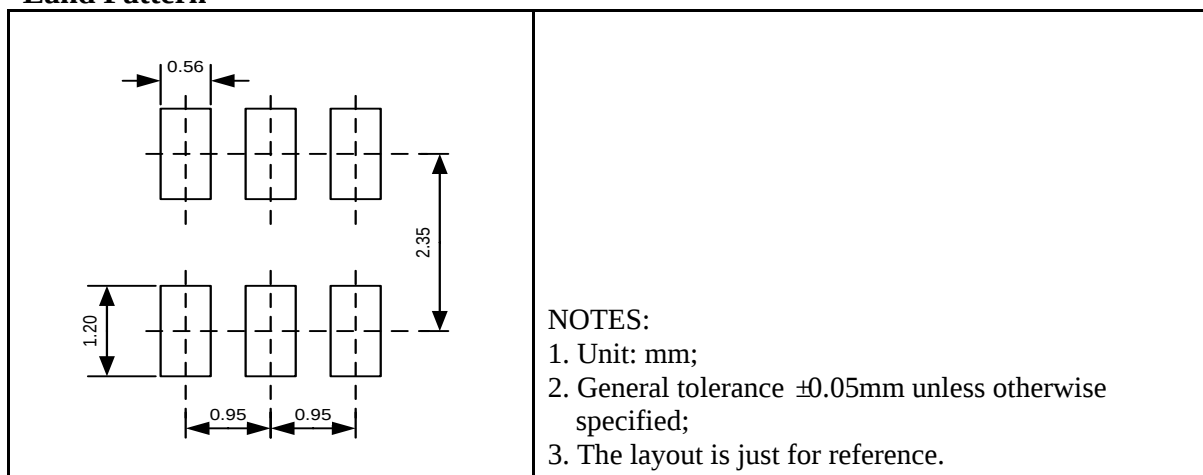
10 封装信息

SOT23-6

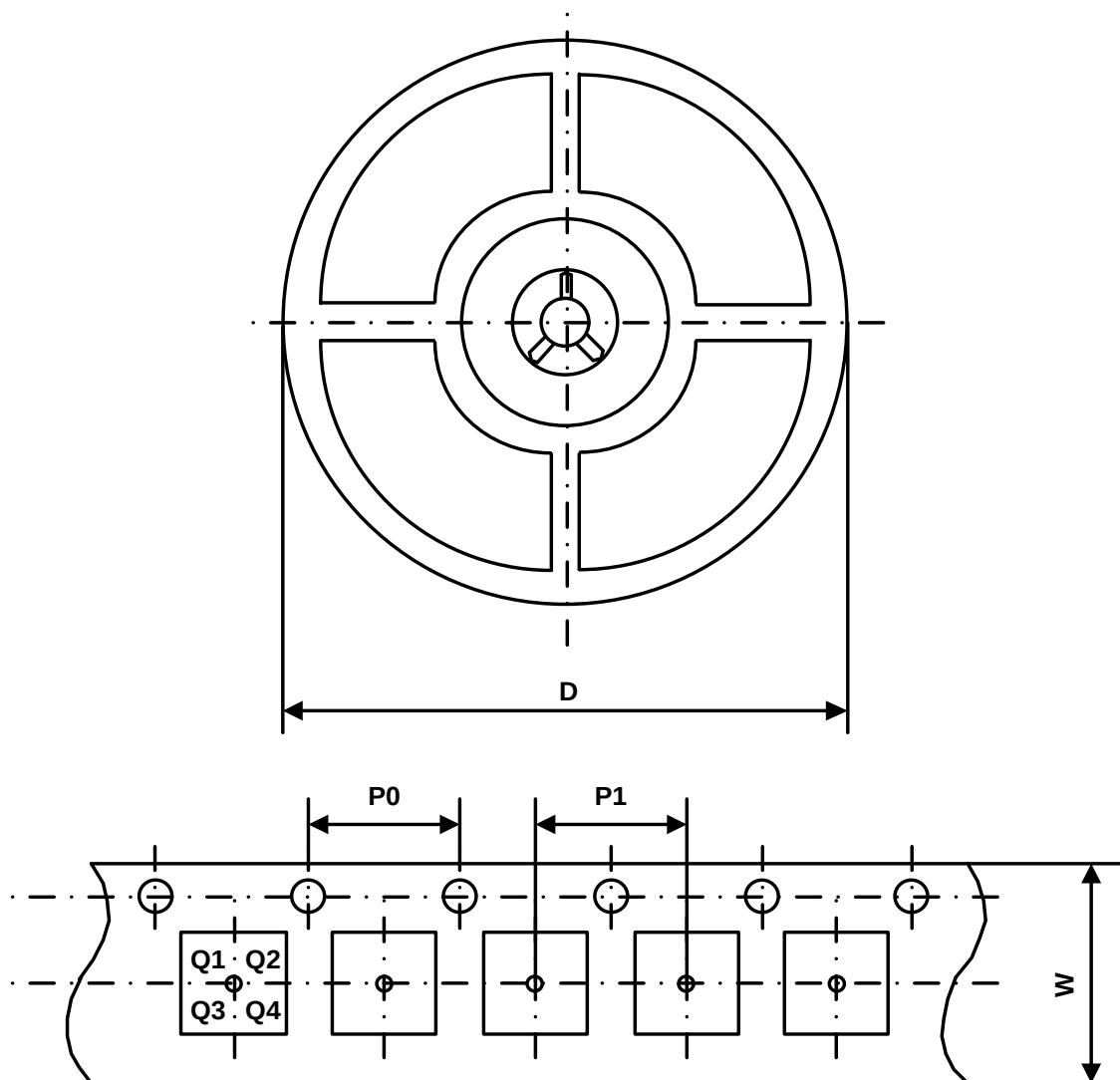
Outline Drawing



Land Pattern



11 包装信息



Part Number	Package Type	Carrier Width (W)	Pitch (P0)	Pitch (P1)	Reel Size (D)	PIN 1 Quadrant
UM5485S	SOT23-6	8 mm	4 mm	4 mm	180 mm	Q3
UM5485FSB	SOT23-6	8 mm	4 mm	4 mm	180 mm	Q3

绿色合规

盈力半导体在运营各环节始终坚守环保卓越标准，确保在有害物质使用方面满足或超越各项法规要求。公司已成功推行多项管控方案，持续减少有害物质使用与排放。

盈力全系列元器件均符合 RoHS 指令要求，助力客户满足各项环保法规。如需了解更多绿色合规信息，敬请访问：<https://www.union-ic.com/Quality.html>

重要声明

本文档所含信息均经仔细审核，据信准确可靠。但本文档如有变更，恕不另行通知。盈力半导体不对文档中可能存在的任何信息误差承担责任，亦不承诺对文档内容进行更新、保持信息时效性，或向任何个人及机构告知相关变更。为提升产品可靠性、功能及优化设计，力求提供最优产品，本公司保留随时进行产品及相关资料修改调整的权利。