



1 安培，高效率之降压式 LED 驱动芯片

特色

- 最大1A输出恒流
- 串3颗LED，350mA电流，输入电压为12V时的效率可达97%
- 输入电压范围6~36伏特
- 使用Hysteret芯片 PFM，不需外部补偿设计
- 可设定的恒定输出电流
- 内建0.3Ω低导通电阻的开关
- 全方位保护包括：启动过流保护(Start-Up)、过电流(OCP)、过热断电(TP)、LED开路与短路保护
- 只需5个外部组件
- 封装湿度敏感等级 : 3

产品说明

MBI6655 为恒流、高亮度、降压型直流对直流转换器，可提供 LED 室内/户外照明应用具成本效益的解决方案，仅需 5 个外部组件，即可为大电流 LED 照明提供稳定之电流。MBI6655 使用 Hysteret 芯片 PFM 架构设计，不需要外部补偿电路，因此可简化电路设计。

MBI6655 的输出电流可透过不同阻值的外接电阻来调整各输出级的电流大小，且可在 DIM 脚连接脉宽调变(PWM)讯号进行调光控制。

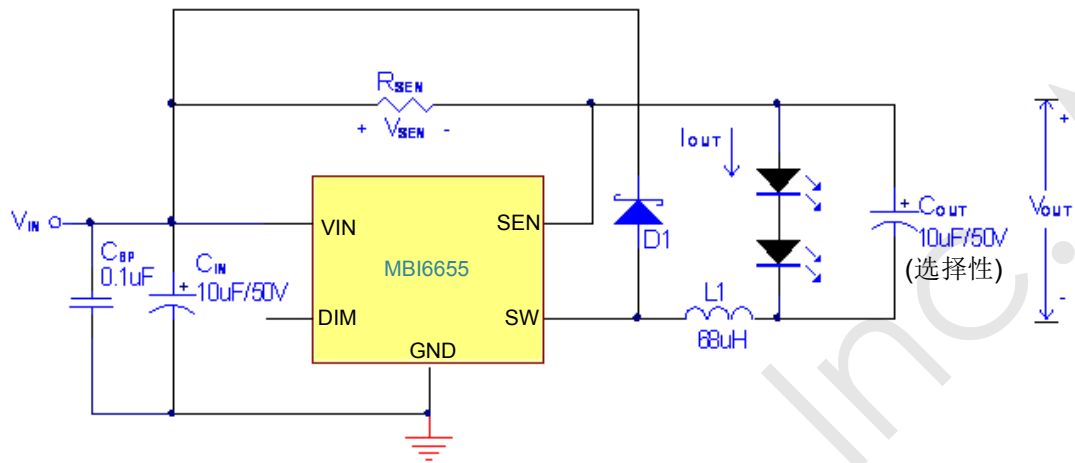
MBI6655的特色还包括一系列完整的芯片保护装置。启动过流保护装置(Start-Up)功能可限制芯片因电源启动时所产生的突波电流。过热断电装置(TP)和过电流(OCP)装置可确保系统稳定度，且LED开路与短路保护机制也可避免芯片在不正常运作的情况下损毁。MBI6655目前提供散热性佳的SOT-89-5L和SOP-8L两种封装。

应用

- 广告招牌及装饰照明
- 高功率LED照明
- 恒流照明源



应用电路图



R_{SEN} : Viking, 0.14Ω, 1206, ±1% SMD Resistor
 C_{IN} : Nichidenbo, 10uF/50V, 5*11, DIP, electrolytic capacitor
 C_{OUT} (Optional): Nichidenbo, 10uF/50V, 5*11, DIP, electrolytic capacitor
 C_{OUT} is required for output hot plug protection
 C_{BP} : Murata, 0.1uF/50V, X5R, 0603 SMD ceramic capacitor
 $L1$: GANG SONG, GSDS106C2-680M
 $D1$: ZOWIE, SSCD206

图1

功能方块图

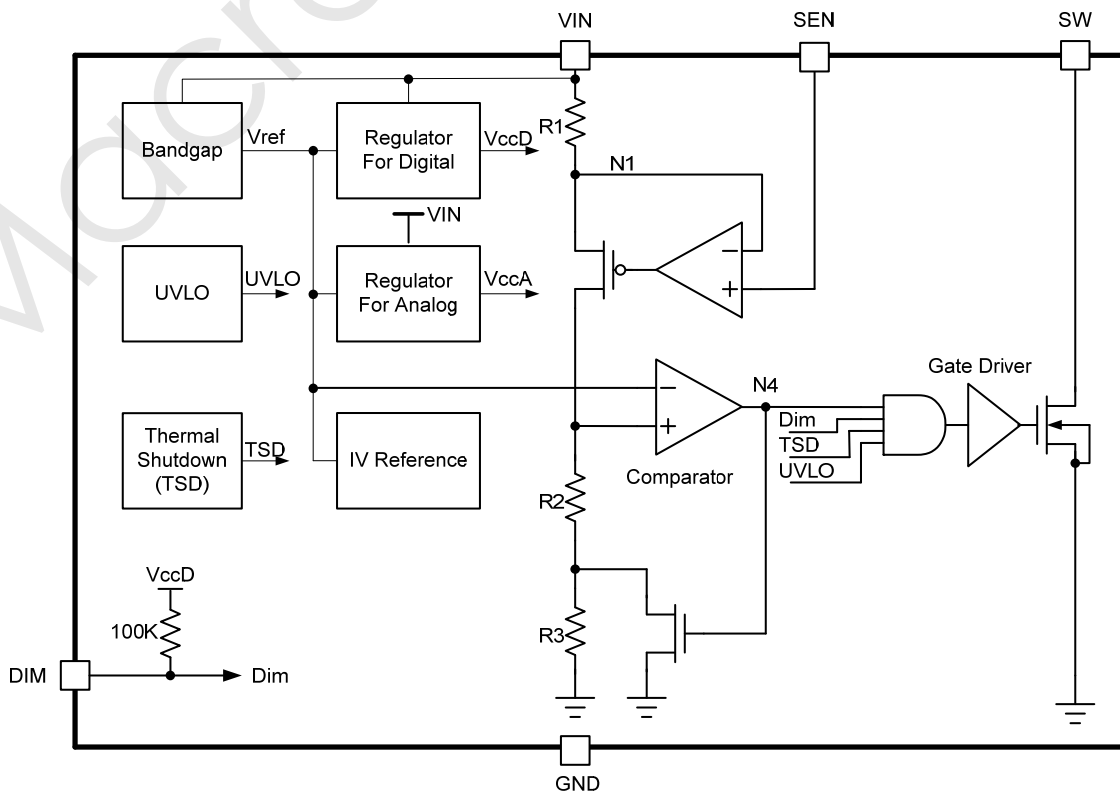
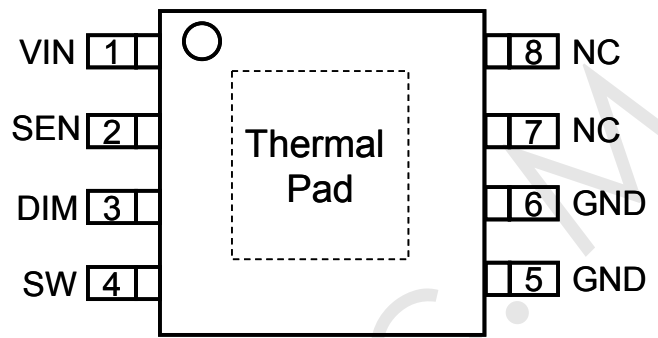
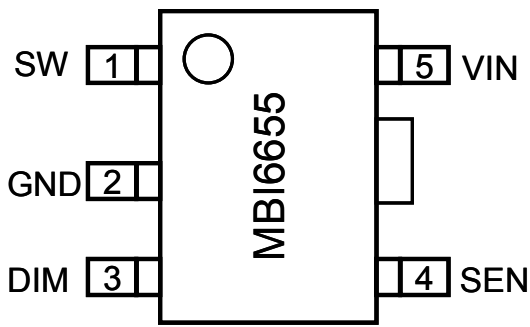


图 2

脚位图



脚位说明

Pin 脚名称	功能
GND	接地端
SW	开关输出端
DIM	调光控制端
SEN	输出电流感应端
VIN	电源电压端
Thermal Pad	与 GND*连接的散热端

*为了减少噪声干扰, 建议将散热片与 PCB 上的 GND 连接。此外, PCB 上作为热传导用途的铜导线上焊接散热片, 热传导功能将可改善。

最大限定范围

超过最大限定范围内工作, 将会损害芯片运作。操作在建议电压至最大限定范围时会降低其稳定度。

特性		代表符号	最大工作范围	单位
电源电压		V_{IN}	0~40	V
输出端电流		I_{OUT}	1.2	A
DIM脚位元的输出端耐受电压		V_{DIM}	-0.3~40	V
SW脚位元的输出端耐受电压		V_{SW}	-0.3~40	V
接地端电流		I_{GND}	1.2	A
消耗功率 (在四层印刷电路板上, $T_a=25^{\circ}C$)*	GD 包装	P_D	3.13	W
热阻值 (在四层印刷电路板上仿真时)*		$R_{th(j-a)}$	40	$^{\circ}C/W$
消耗功率 (在四层印刷电路板上, $T_a=25^{\circ}C$)*	GSB 包装	P_D	1.77	W
热阻值 (在四层印刷电路板上仿真时)*		$R_{th(j-a)}$	49.7	$^{\circ}C/W$
接合点温度		$T_{j,max}$	150**	$^{\circ}C$
芯片工作时的环境温度		T_{opr}	-40~+85	$^{\circ}C$
芯片储存时的环境温度		T_{stg}	-55~+150	$^{\circ}C$
静电量测	人体静电模式 (MIL-STD-883H Method 3015.8)	HBM	Class 3A (4000V)	-
	机器静电模式 (ESDA-STM5.2-2009)	MM	Class M3 (350V)	-

*模拟时, PCB尺寸为76.2mm*114.3mm。参考JEDEC JESD51标准。

**此为最大限定范围值, 并非芯片工作时温度, 越接近此最大范围值操作, 芯片的寿命越短、可靠度越低; 超过此最大限定范围工作时, 将会影响芯片运作并造成毁损, 因此建议的芯片工作温度(T_{opr})在 $125^{\circ}C$ 以内。

注: 散热表现是与散热片面积、PCB层数与厚度相关。实测热阻值会与模拟值有所不同。使用者应根据所欲达到的散热表现, 选择合适的封装与PCB布局, 以增加散热能力。

建议操作环境

特性	代表符号	最大工作范围	单位
电源电压	V_{IN}	6 ~36	V
芯片工作温度	T_j	-40~+125	$^{\circ}C$

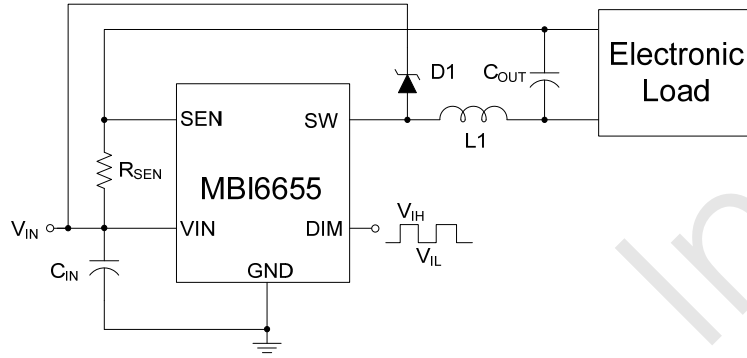
直流特性

测量条件为 $V_{IN}=12V$ 、 $V_{OUT}=3.6V$ 、 $L1=68\mu H$ 、 $C_{IN}=C_{OUT}=10\mu F$ 、 $T_A=25^\circ C$ ；除非其它条件定义。Please refer to test circuit (a) of Fig. 3.)

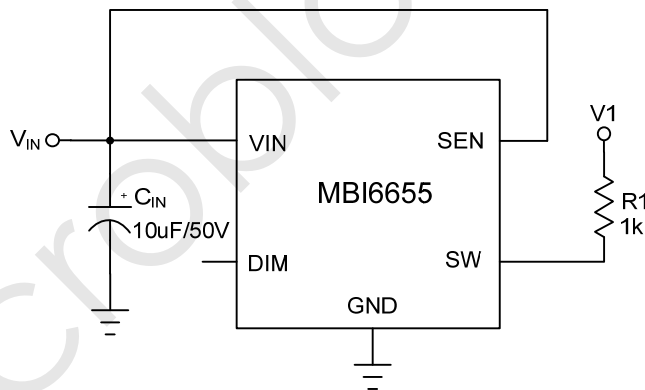
特性	代表符号	测量条件	最小值	一般值	最大值	单位
电源电压	V_{IN}	-	6	-	36	V
供应电流	I_{IN}	$V_{IN}=6V\sim 36V$	-	1	2	mA
输出端电流	I_{OUT}	-	-	350	1000	mA
输出端电流精确度	dI_{OUT}/I_{OUT}	$150mA \leq I_{OUT} \leq 1000mA$,	-	± 3	± 5	%
SW 脚最小压差电压	ΔV_{SW}	$I_{OUT}=1A$	-	0.3	-	V
内部传送延迟时间	T_{pd}	$V_{IN}=12V$	100	200	320	ns
效率	-	$V_{IN}=12V$, $I_{OUT}=350mA$, $V_{OUT}=10.8V$	-	96	-	%
DIM 管脚输入端电压	高电位位准	V_{IH}	-	2.5	-	V
	低电位位准	V_{IL}	-	-	0.3	V
开关开启时之电阻	$R_{ds(on)}$	$V_{IN}=12V$; 参考测试电路图(b)	0.2	0.3	0.4	Ω
最短开启时间*	$T_{ON,min}$	$V_{IN}=12V$,	-	300	-	ns
最短关闭时间*	$T_{OFF,min}$	$V_{IN}=12V$,	-	300	-	ns
SW 工作周期建议的范围*	D_{SW}	-	20	-	80	%
最大操作频率	$Freq_{Max}$	-	40	-	1000	kHz
电流感应						
SEN 脚平均电压	V_{SEN}	$V_{IN}=12V$, $V1=1V$, 参考测试电路图(c)	95	100	105	mV
过热保护						
过热保护关闭值*	T_{SD}	-	145	165	175	$^\circ C$
过热保护关闭之磁滞范围 (Hysteresis)*	T_{SD-HYS}	-	20	30	40	$^\circ C$
过电流保护						
过电流保护关闭值*	I_{ocp}	$V_{IN}=36V$	-	2.2	2.5	A
DIM 脚之调光控制						
运用在 DIM 脚的 PWM 讯号工作周期范围	$Duty_{DIM}$	PWM 频率: 1KHz	1	-	100	%

*参数在生产过程中未经测试, 为设计值。

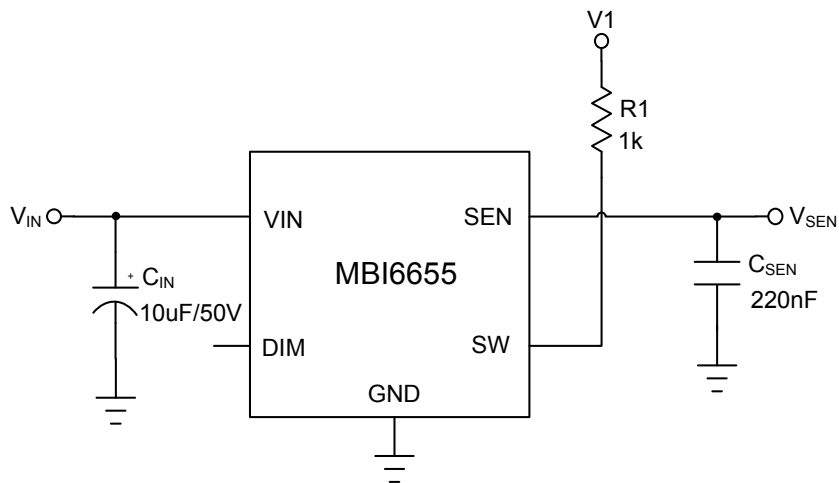
电气特性测试电路图



(a)



(b)

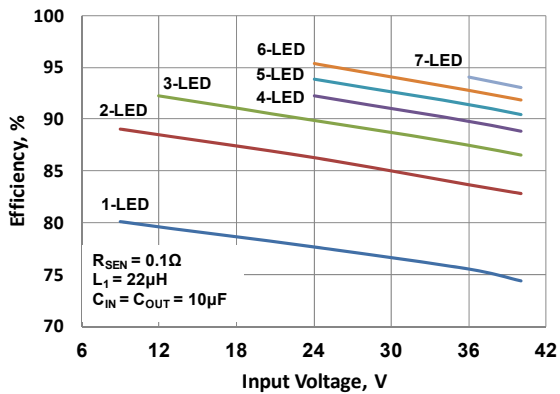


(c)

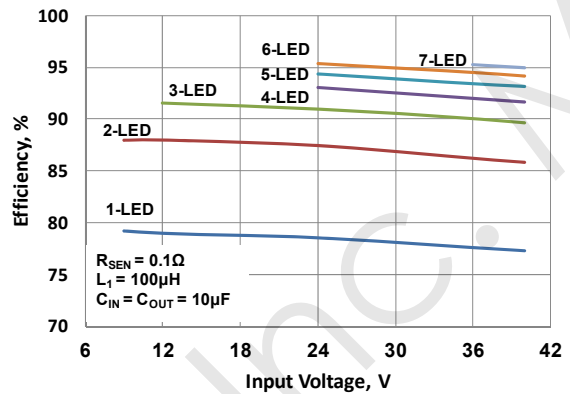
图3

一般表现特性

1. 效率 vs. 输入端电压 @不同 LED 串联颗数

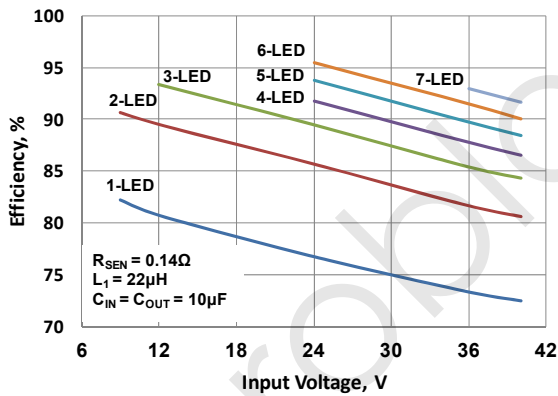


(a) $L_1 = 22\mu\text{H}$

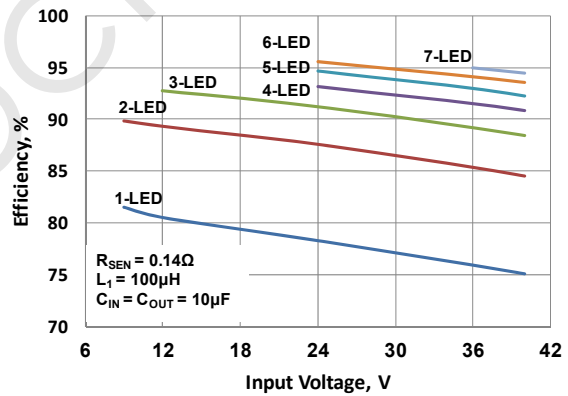


(b) $L_1 = 100\mu\text{H}$

图4 效率vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 1\text{A}$

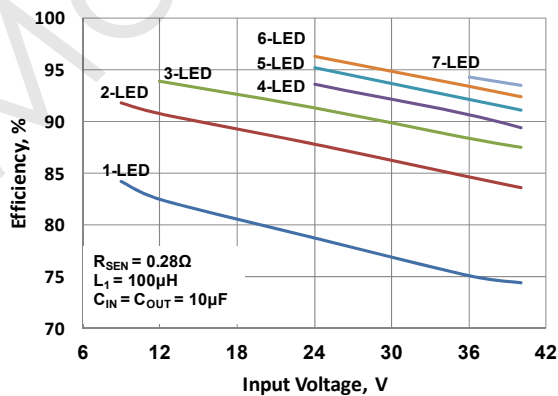


(a) $L_1 = 22\mu\text{H}$

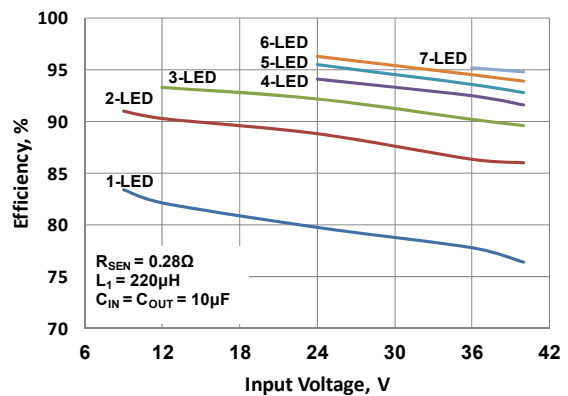


(b) $L_1 = 100\mu\text{H}$

图5 效率vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 700\text{mA}$



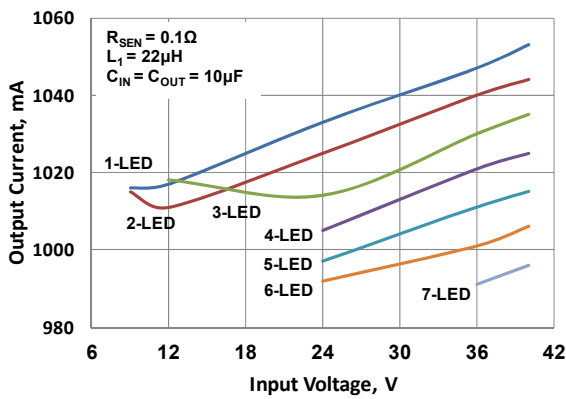
(a) $L_1 = 100\mu\text{H}$



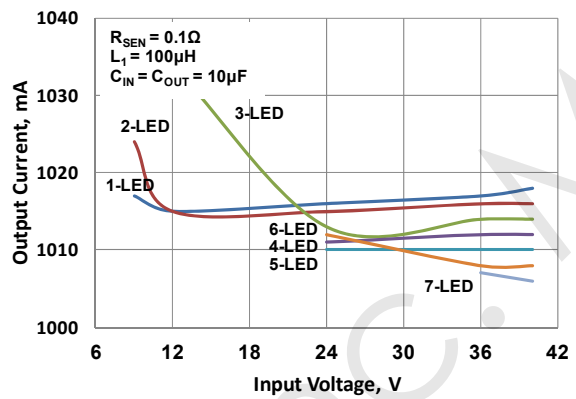
(b) $L_1 = 220\mu\text{H}$

图6 效率vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 350\text{mA}$

2. 输出端电流 vs. 输入端电压 @在不同 LED 串联颗数

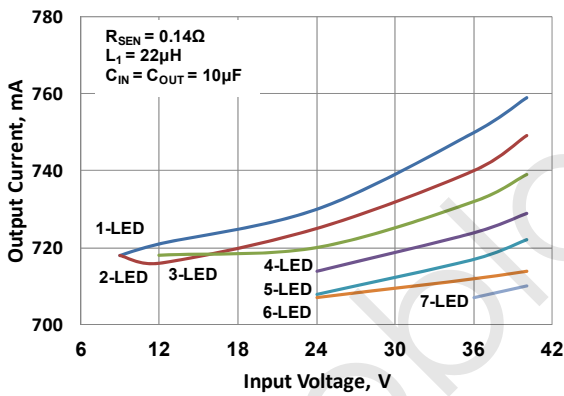


(a) $L_1 = 22\mu\text{H}$

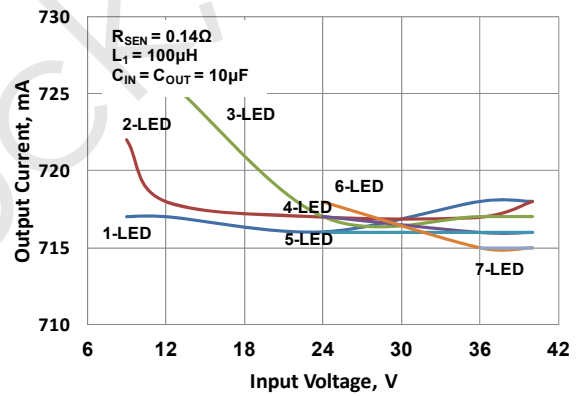


(b) $L_1 = 100\mu\text{H}$

图7 输出端电流 vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 1\text{A}$

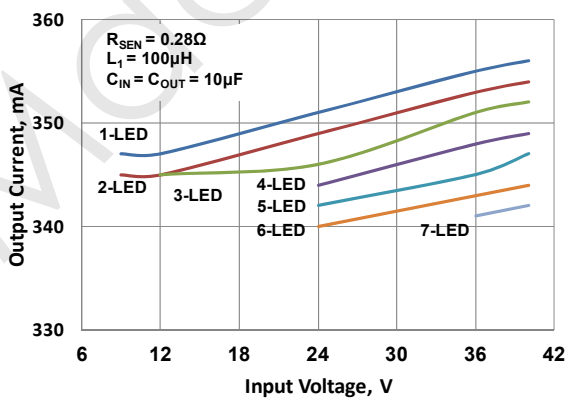


(a) $L_1 = 22\mu\text{H}$

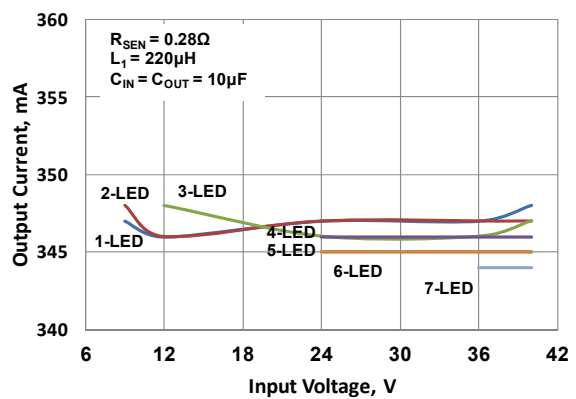


(b) $L_1 = 100\mu\text{H}$

图8 输出端电流 vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 700\text{mA}$



(a) $L_1 = 100\mu\text{H}$



(b) $L_1 = 220\mu\text{H}$

图9 输出端电流 vs. 输入端电压 @ $I_{OUT} = 350\text{mA}$

3. 切换频率 vs. LED 串联颗数 @不同电感

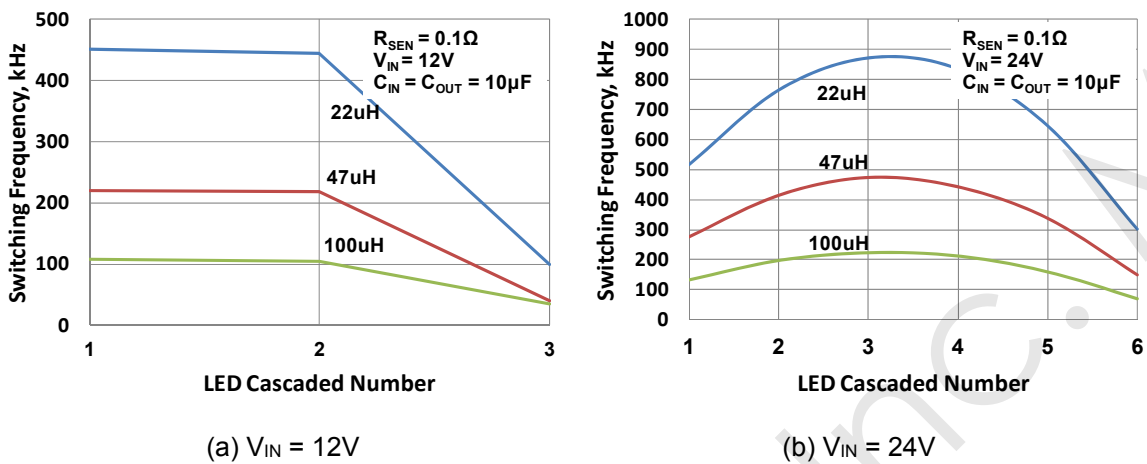


图10 输出端电流 vs. LED 串联颗数 @ I_{OUT} = 1A

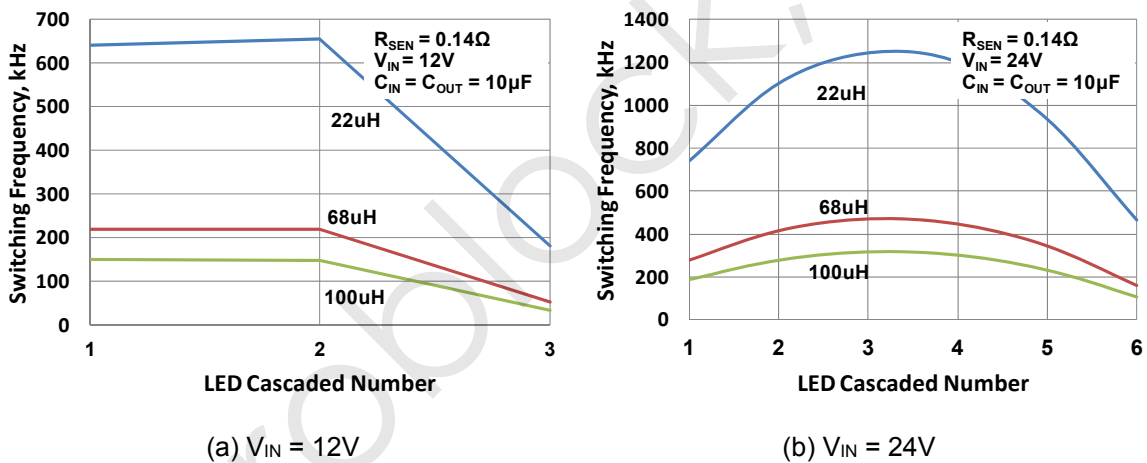


图11 输出端电流 vs. LED 串联颗数 @ I_{OUT} = 700mA

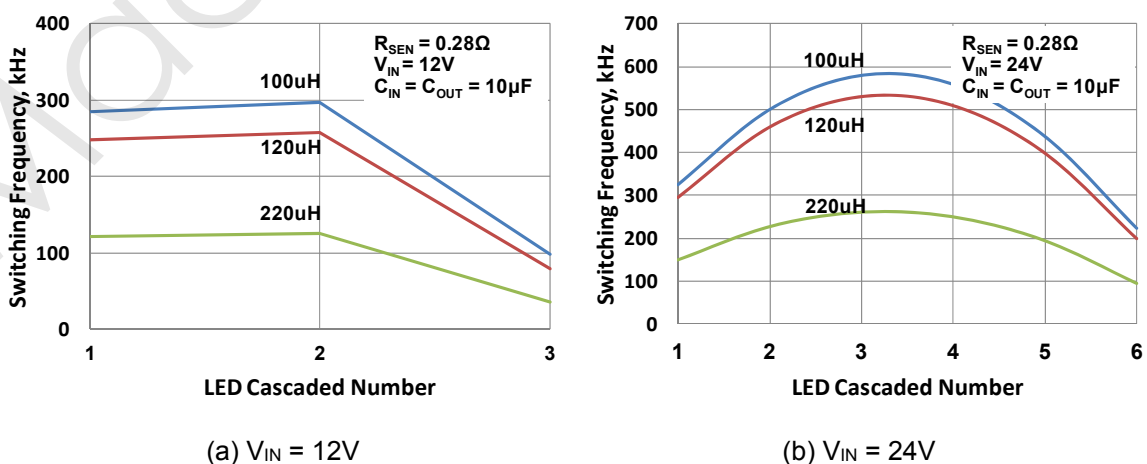
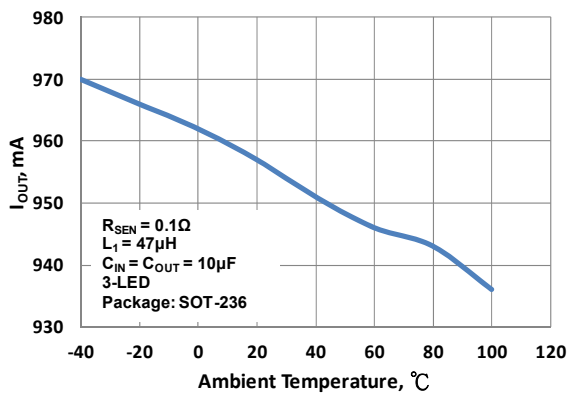
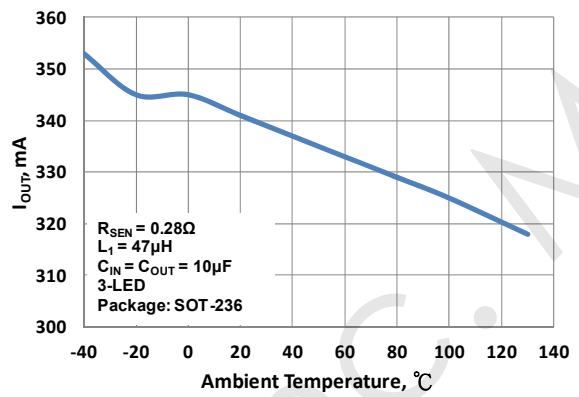


图12 输出端电流 vs. LED 串联颗数 @ I_{OUT} = 350mA

4. 输出端电流 vs. 环境温度 @ VIN = 12V



(a) $I_{OUT} = 1A$



(b) $I_{OUT} = 350mA$

图13 输出端电流 vs. 环境温度 $V_{IN} = 12V$

5. $R_{ds(on)}$ vs. 环境温度 @ VIN = 12V

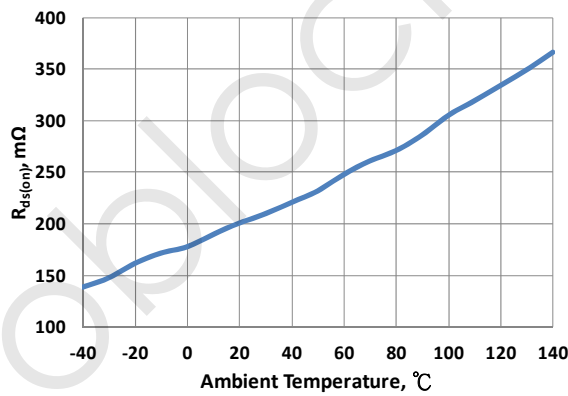


图14 $R_{ds(on)}$ vs. 环境温度 @ $V_{IN} = 12V$

产品应用信息

MBI6655为操作简单及高效率的降压转换器(buck converter), 可驱动最大1A的电流负载量。MBI6655以Hysteretic芯片 PFM技术控制为基础, 此机制可让芯片在输入电压与负载电流波动时, 操作频率保持相对的稳定运作。此技术无需回路补偿并具有快速负载瞬时响应(load transient response)且容易设计。

设定输出端电流

输出端电流(I_{OUT})是透过外接电阻(R_{SEN})所设定。I_{OUT} 与 R_{SEN} 关系如下所示:

$$V_{SEN}=0.1V;$$

$$R_{SEN}=(V_{SEN}/I_{OUT})=(0.1V/I_{OUT});$$

$$I_{OUT}=(V_{SEN}/R_{SEN})=(0.1V/R_{SEN})$$

此处之R_{SEN}为与SEN端相连的外接电阻阻值, 而V_{SEN}为外接电阻的电压。电流大小(当作为R_{SEN}时)在电阻值为0.1Ω时约为1000mA。

最小输入端电压与启动过流保护

最小输入端电压是包括落在 R_{SEN}、R_S、L1 的 DCR 与内部 MOSFET 的 R_{ds(on)}上的跨压, 以及全部 LED 顺向电压的加总所决定的值。LED 的动态电阻(R_S)为线性顺向电压斜率的相反值, 此特性可由 LED 制造商提供。MBI6655 应用电路之等效输入阻抗(equivalent impedance)如图 15 所示, 例如在芯片启动时, 当输入端电压小于最低所需输入电压, 而输出端电流将会大于电路所设定的输出电流, 此时启动保护设计将使最大电流限制在 1.15 倍的设定电流, 以保护芯片与 LED。

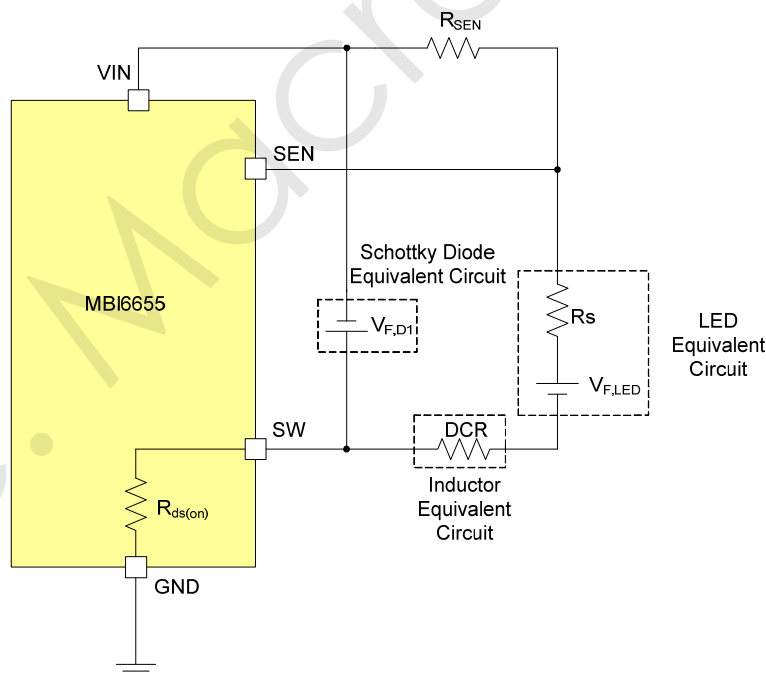


图 15 MBI6655 应用电路中的等效阻抗

PWM调光控制

LED的亮度可以透过连接至MBI6655 DIM脚以PWM讯号进行调光。当PWM讯号为Low时(低于0.5V), MBI6655内部MOSFET会关掉并且停止提供电流给LED。MBI6655内置的pull-up电路可确保DIM脚空接时保持开启状态, 所以不须外挂pull-up电阻。图16与图17可看出MBI6655在调光应用时的良好线性表现。

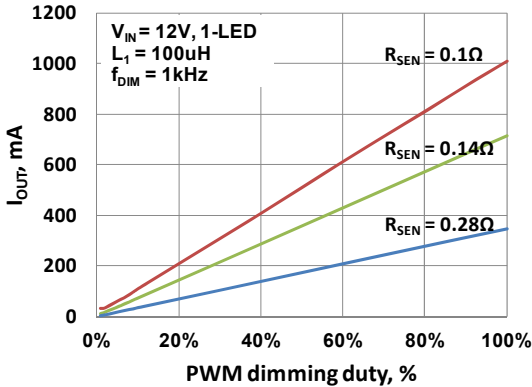


图 16 DIM 工作周期: 1% ~ 100%

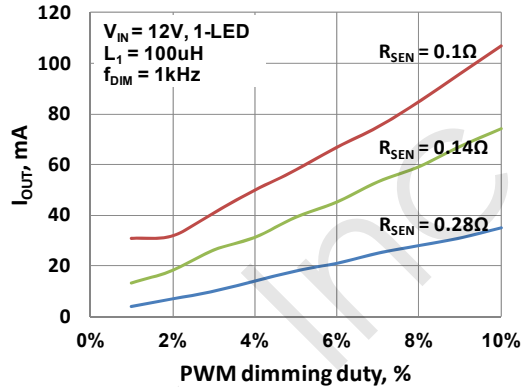


图 17 DIM 工作周期: 1% ~ 10%

LED开路保护机制

MBI6655 内建 LED 开路保护。当 LED 开路时, MBI6655 内部的 MOSFET 会停止切换动作并将 LED 电流降至 0mA。如图18所示。

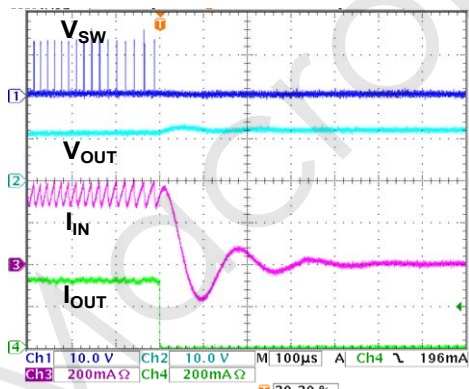


图 18 开路保护波形图

LED短路保护机制

MBI6655另内建LED短路保护。当LED短路时，其内部的MOSFET会维持切换的动作，LED电流会维持在设定的电流值，如图19所示。

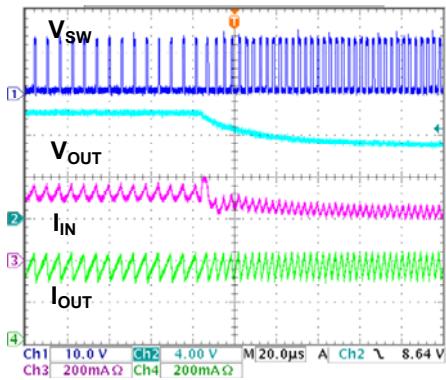


图 19. 短路保护波形图

过热保护功能

当芯片温度超过 T_x 临界值(165°C)时，过热保护功能会关闭输出端电流，让芯片温度下降，如图 20 所示。SW 脚则停止切换，且关闭输出端电流。一旦温度低于 135°C 时，输出端电流将再开启。这种关与开的转换状态属高频率动作，较不易察觉闪烁现象，由于电流平均值受到控制，因此芯片可避免过热而损坏。

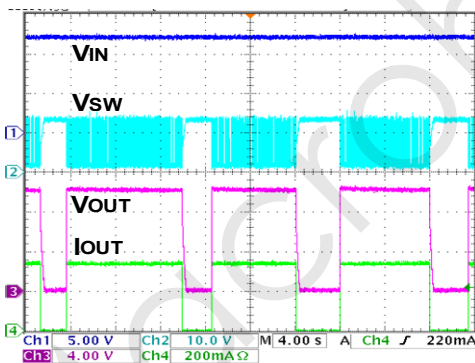


图 20. 过热保护波形图

LED过电流保护

MBI6655也提供LED过电流保护的功能, 以避免芯片因过大的电流流入而遭受毁损。当过大电流流入MBI6655功率开关时, 并达到内部预设的临界值1.8A后MBI6655将主动关闭功率开关以防止进一步的烧毁危险。使用者仅需将输入电源再做关闭与再启动即可解除锁定情况。

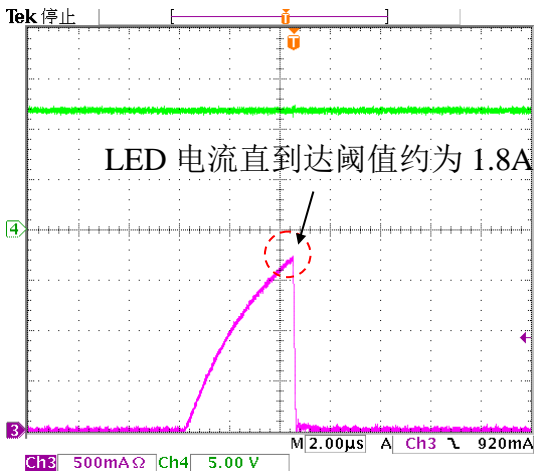


图21. LED过电流保护

设计方面的考虑

切换频率

为了达到较好的输出电流精确度, 切换频率应当由 SW 波形的最小开关时间决定。举例而言, 倘若 MBI6655 的工作周期大于 0.5 时, 切换频率应由最小关闭时间决定, 反之亦然。因此 MBI6655 切换频率公式如下:

因此当工作周期大于 0.5 时, MBI6655 切换频率为

$$f_{sw} = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{\frac{T_{OFF,min}}{(1-D)}} \quad (1)$$

而当工作周期小于 0.5 时, 切换频率为

$$\text{or } f_{sw} = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{\frac{T_{ON,min}}{D}} \quad (2)$$

切换频率与效率(低频的效率较好), 外部组件的大小/费用(高频使用的组件较小/便宜), 以及输出涟波电压及电流的大小(高频时涟波电压及电流较小)等因素有关。如要得到较低的切换频率可使用感值较高的电感。在许多应用中, 切换频率的决定会与 EMI 干扰的大小有关。MBI6655 的切换频率范围为 40KHz~1.0MHz。

LED 涟波电流(Ripple Current)

恒流LED驱动芯片MBI6655是专为控制串联多颗LED时的电流而设计, 而非控制其跨压。LED涟波电流的大小与使用的外部组件有关, 电感值越小其LED涟波电流会越大。输出电容的使用也与涟波电流有关, 如果使用者可以接受大涟波电流的话, 甚至可以不使用输出电容。大涟波电流的优点为可以缩减电路板的面积及减少输出电容的使用。相对的, 小涟波电流的优点为增加LED的使用寿命及降低LED的热损耗。一般而言, 建议的LED涟波电流为设定电流的5%到20%。

相关组件的选择

选择电感

电感值的大小主要由两个因素决定：切换频率及电感的涟波电流。电感 L1 的计算公式如下所示

$$L1 > (V_{IN} - V_{OUT} - V_{SEN} - (R_{ds(on)} \times I_{OUT})) \times \frac{D}{f_{SW} \times \Delta I_L}$$

此处 $R_{ds(on)}$ 指 MBI6655 内部 MOSFET 的导通电阻，此值为在电源电压 V_{IN} 12 伏特时为 0.3Ω

D 指 MBI6655 工作周期， $D=V_{OUT}/V_{IN}$

f_{sw} 指 MBI6655 切换频率

ΔI_L 电感的涟波电流， $\Delta I_L=(1.15 \times I_{OUT})-(0.85 \times I_{OUT})=0.3 \times I_{OUT}$ 。

当选择电感时，电感值并非唯一考虑，电感的饱和电流值也需被考虑，一般建议电感饱和电流值为设定电流的 1.5 倍。电感值越大其输出电流的输入电压及负载调整率会越好(line/load regulation)，但是在相同体积情形下，电感值越大的电感其饱和电流会越小，这是设计者需要考虑的地方。同时在选用电感时，建议选用有屏蔽的电感以降低 EMI 的干扰，但要注意的是此类电感容易因散热不易而有过热的情形发生。

选择萧基特二极管(Schottky Diode)

MBI6655 需要一个飞轮二极管(Flywheel Diode) D1 承载 MOSFET 关闭时通过电感的电流。为了提升效率，建议使用具有低顺向偏压及快速反应时间特性的 Schottky diode。在选用 Schottky diode 时有两个因素是必须考虑的，一是其最大逆向电压，建议值为输入电压的 1.5 倍。另一个是其最大顺向电流，建议值为输出电流的 1.5 倍。使用者应选择高温时有较低漏电流的 Schottky Diode。

选择输入电容

当 MOSFET 开启时，储存在输入电容 C_{IN} 的能量可以提供给 MBI6655 使用，反之当 MOSFET 关闭时，输入电压会对输入电容充电。当输入电压比可允许的最小输入电压低的时候，MOSFET 将持续开启的动作，并将输出电流限制在设定电流的 1.15 倍。为系统的稳定性考虑，输入电容的建议值为 $10\mu F$ 。输入电容之额定电压应为输入电压的 1.5 倍。

电解电容或陶瓷电容可以作为输入电容的选择。电解电容的优点为其单位电容值大且容易取得，但在高温环境应用容易有电解液挥发缩短寿命的疑虑。陶瓷电容则具有高频特性良好，体积小，ESR 更小及低成本等优点，但由于陶瓷电容 ESR 小的特性，请避免系统热插拔的动作。使用者可根据不同的应用选择适合的输入电容。

为了较佳的电源完整性，我们建议使用者将 $0.1 \sim 1\mu F$ 的陶瓷电容 (C_{BP}) 与输入电容并联，且尽可能靠近 VIN 脚。

选择输出端电容 (选用)

并联在 LED 旁的输出电容可降低 LED 的涟波电流，容值越大 LED 涟波电流也会越小。

PCB 设计考虑

为增加系统的效率与稳定度, PCB 设计需考虑以下重点:

1. 接地层的完整有助于消除开关时的噪声干扰。
2. 芯片的 GND 脚到输入与输出电容负端的距离须小于 5mm。
3. 为提升效率并减少输出涟波电压, 建议铺成接地层并将芯片的 GND 脚焊在接地层上。
4. 为提升系统稳定性, 建议将 MBI6655 的散热片焊在接地平面上。
5. 电路板上的接地层请尽量放大, 以增加芯片的散热能力。
6. PCB 板上面的组件布线顺序请依照输入电容→输入滤波电容→ R_{SEN} →芯片的 VIN 脚, 组件的布线规则设计, 不要有布线路径出现分支的情况发生。
7. 输入端电容和旁路电容与芯片的 VIN 脚和 GND 脚距离越近越好。
8. 为避免寄生效应, R_{SEN} 应置于距离芯片的 VIN 与 SEN 脚越近越好。
9. 由 SW 脚、Schottky diode 与电感所构成的金属联结宽度要宽、回路要小, 以减少干扰。
10. 为消除布局拉线时产生的寄生干扰, 如寄生电感、电容等, 影响系统的稳定性, 流有大电流的路径请保持宽且短的原则。
11. 为提升效率, 组件的摆置请参考图 30 所示, 以确保在 MOSFET 开启或关闭时的电流方向一致。
12. 使用者必须小心芯片 各管脚因焊点因空焊或冷焊的质量问题, 以免造成芯片误动作与非预期的损毁。
13. 为了系统的稳定性, 请避免芯片放置在电感正下方。

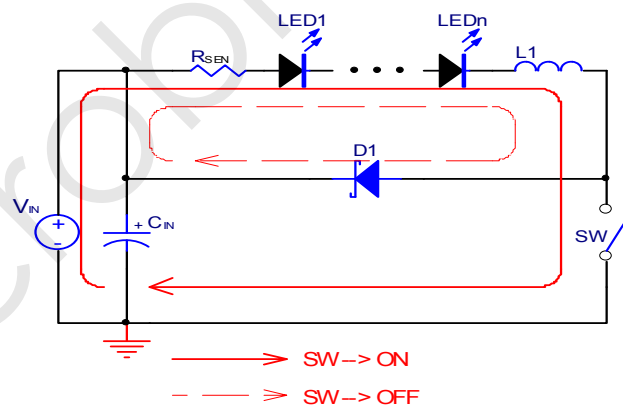
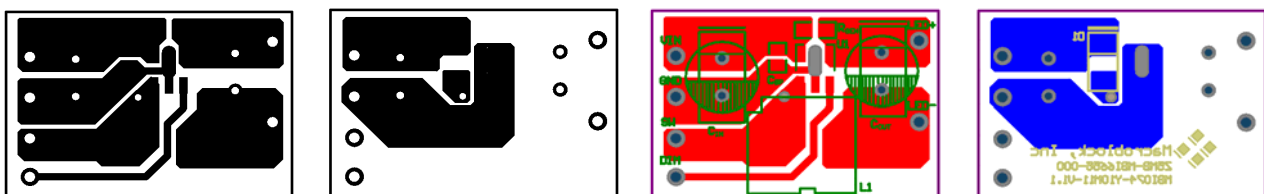


图 22. MBI6655 电流路径示意图

PCB 设计

图 23 为建议的 MBI6655GSB 电路布局图。



上层电路布局

底层电路布局

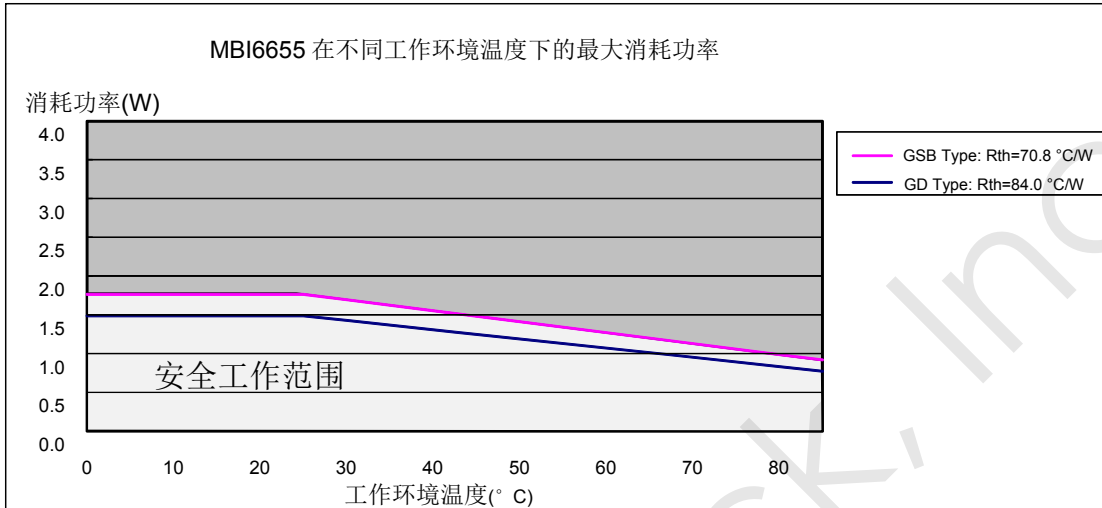
上层文字层

底层文字层

图 23. MBI6655GSB 建议的电路布局

封装体散热功率 (P_D)

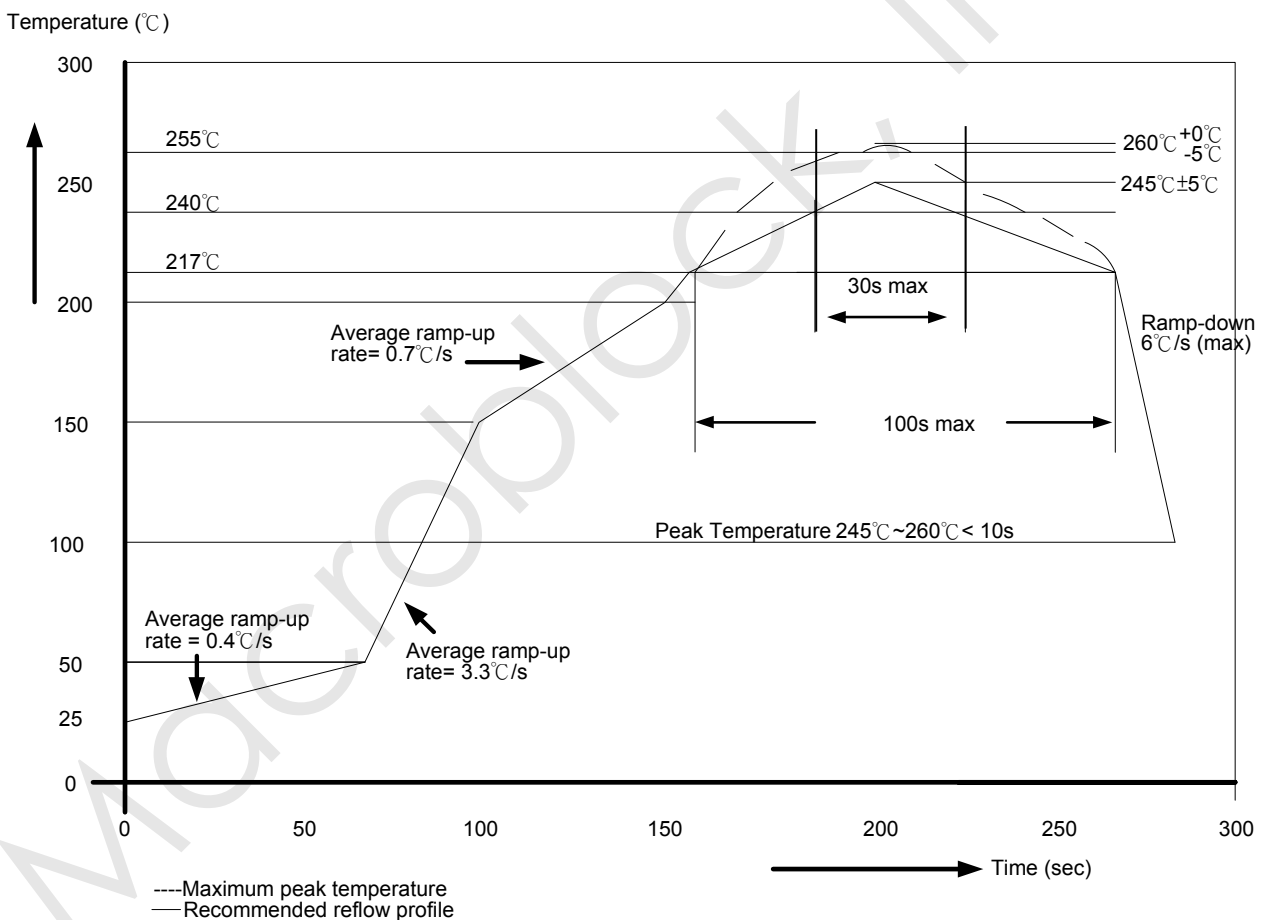
依据 $P_{D(max)} = (T_{j,max} - T_a) / R_{th(j-a)}$, 被允许的最大散热功率会随环境温度增加而降低。



“Pb-free & Green”之封装焊接制程*

聚积科技所生产的“Pb-Free & Green”的半导体产品遵循欧洲 RoHS 标准，封装选用 100%之纯锡以兼容于目前锡铅 (SnPb)焊接制程，且支持需较高温之无铅制程。纯锡目前已被欧美及亚洲区的电子产品客户与供货商广泛采用，成为取代含锡铅材料的最佳替代品。100%纯锡可生产于含锡铅(SnPb)锡炉制程，锡炉温度请参考 JEDEC J-STD-020C 标准规定。但若客户使用完全无铅锡膏和材料，则锡炉温度须达 JEDEC J-STD-020C 标准之 245°C 至 260°C (参阅下图)。

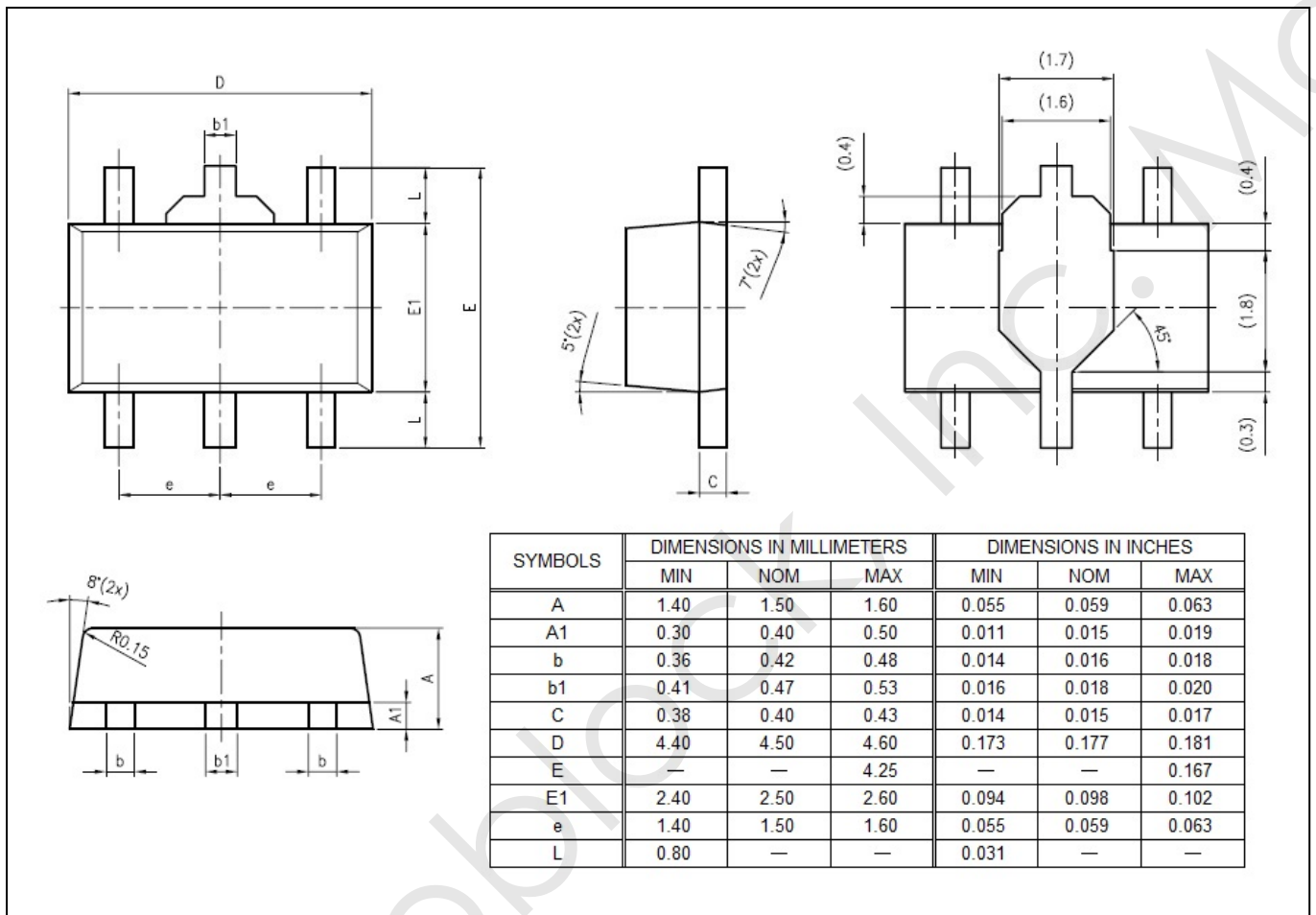
依据 JEDEC J-STD-020C 及 J-STD-033C 对 MSL3 抗湿等级定义，IC 由真空包取出后直到使用前必须储存在温度管控 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ ，湿度管控 $\leq 60\%RH$ 的环境中不超过 168 小时；当拆封超过 168 小时后再行使用时，须先以 125°C 烘烤 9 小时去除水气后再行生产。



Package Th 芯片 kness	Volume mm ³ <350	Volume mm ³ 350-2000	Volume mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260 +0°C	260 +0°C	260 +0°C
1.6mm – 2.5mm	260 +0°C	250 +0°C	245 +0°C
$\geq 2.5\text{mm}$	250 +0°C	245 +0°C	245 +0°C

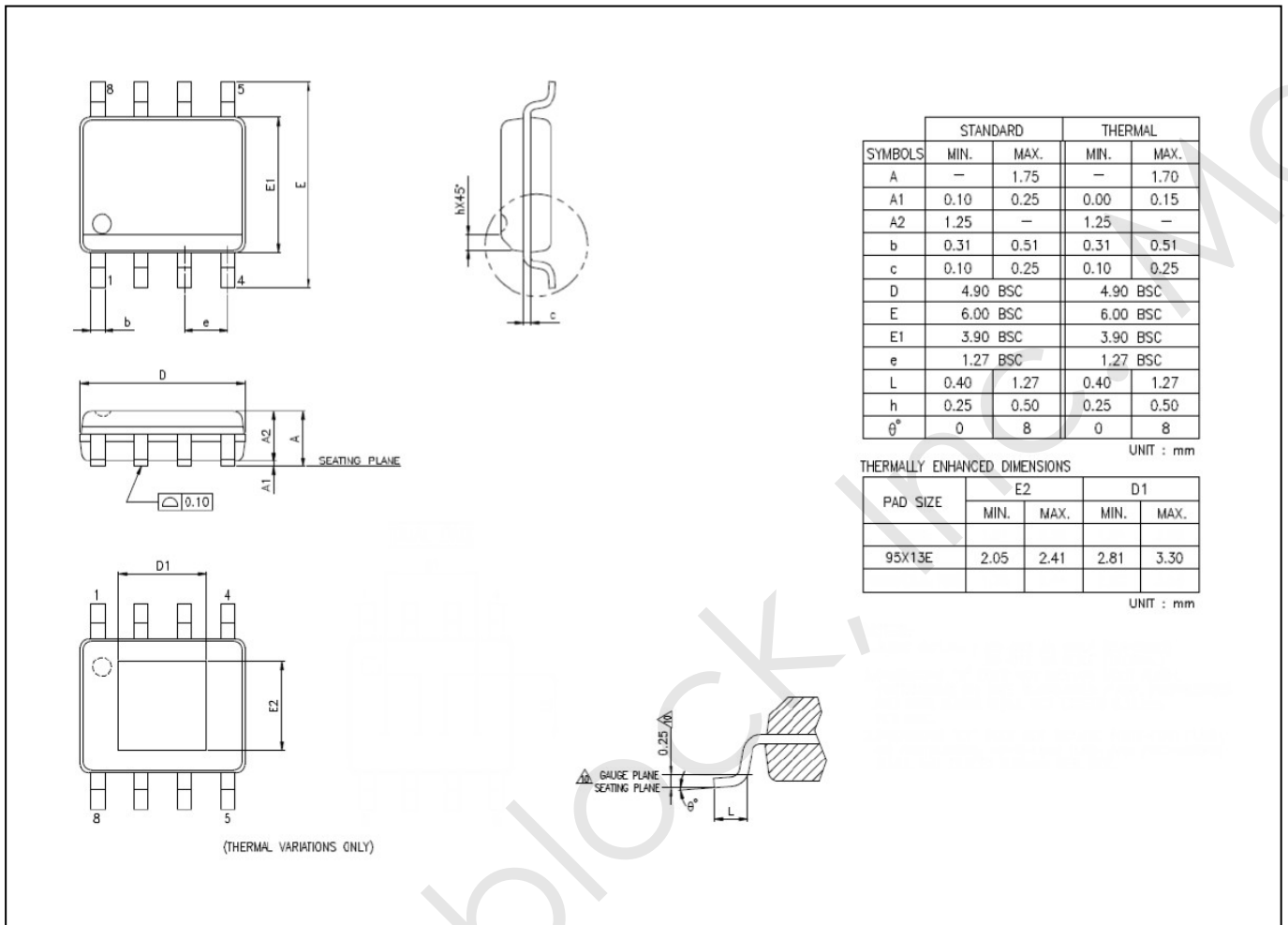
*详情请参阅聚积科技之“Pb-free & Green Package”政策。

外观轮廓图示



MBI6656GSB 外观轮廓图

注: 散热片布局须采用最大尺寸范围, 且为防止短路, 应避免线路设计经过散热片的最大尺寸范围。

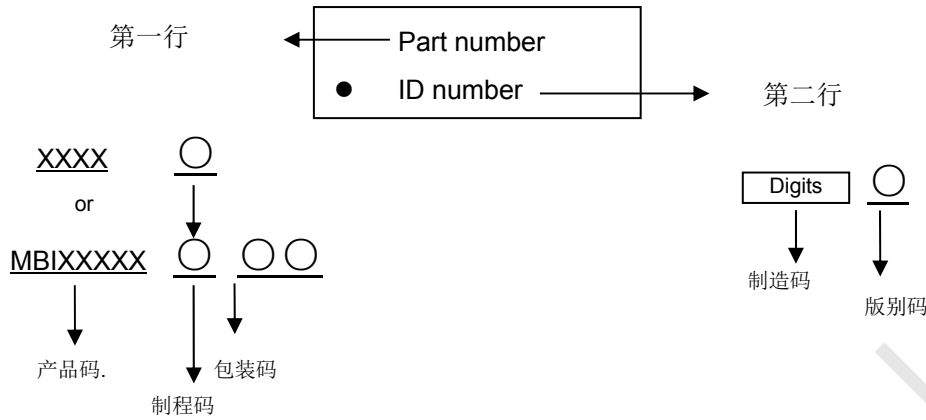


MBI6655GD 外观图

注: 散热片布局须采用最大尺寸范围, 且为防止短路, 应避免线路设计经过散热片的最大尺寸范围。

芯片正印信息

GSB (SOT-89)/GD (SOP8L)



产品更新纪录

文件版次	芯片版别码
V1.00	A
V1.01	A
V1.02	A
V1.03	A
V2.00	B
V2.01	B

产品订购信息

产品型号	环保包装	重量(g)
MBI6655GSB-B	SOT-89-5L	0.08g
MBI6655GD-B	SOP8L-150-1.27	0.079g

*请在您的订购单(PO)上, 务必标示您的“产品订购编号”信息。

使用权声明

聚积科技对于产品、档案以及服务保有一切变更、修正、修改、改善、以及终止的权利。客户在进行产品购买前，建议与聚积科技业务代表联络以取得最新的产品信息。

聚积科技的产品，除非经过聚积合法授权，否则不应使用于医疗或军事行为上，若使用者因此导致任何身体伤害或生命威胁甚至死亡，聚积科技将不负任何损害赔偿赔偿责任。

此份档案上所有的文字内容、图片、及商标为聚积科技所属之智慧财产。除非是先经过聚积合法授权，任何人不得径自使用、修改、重制、公开、改作、散布、发行、公开发表。如有违反，您应对聚积科技股份有限公司负责损害赔偿赔偿责任及其它法律责任。