

二极管系列

车载用肖特基二极管 小型高散热封装[PMDE]的优越性

近年来,随着车载设备机电一体化的发展,人们对贴装元器件小型化的要求越来越高。但一般情况下,封装功率会随着小型化而降低,因此对于有发热导致热失控危险的元器件,尤其是肖特基二极管(以下简称SBD)等来说,兼顾小型化和封装功率是一项非常重大的课题。对此,ROHM准备了新封装[PMDE]来解决这一课题。PMDE是在车载市场获得好评的以往封装[PMDU]的下一代封装,相对于PMDU的尺寸 $3.5 \times 1.6 \times 0.8\text{mm}$,PMDE的尺寸为 $2.5 \times 1.3 \times 0.95\text{mm}$,减少了约40%的贴装面积。PMDE通过增加背面电极面积(约1.5倍)来确保与PMDU同等的封装功率,同时提高了约40%的贴装强度。在本应用笔记中,将介绍PMDE与PMDU的外形及内部结构等物理性的差异,并结合热模拟和实机评估结果详细说明PMDE的优势。

1. 外形及内部结构

1-1. 外形对比

Figure 1. 中显示了PMDE与PMDU的外形对比。

与以往的PMDU相比,PMDE的贴装面积减少了40%,且由于背面电极面积扩大了1.5倍,因此拥有杰出的贴装强度(约1.4倍)。

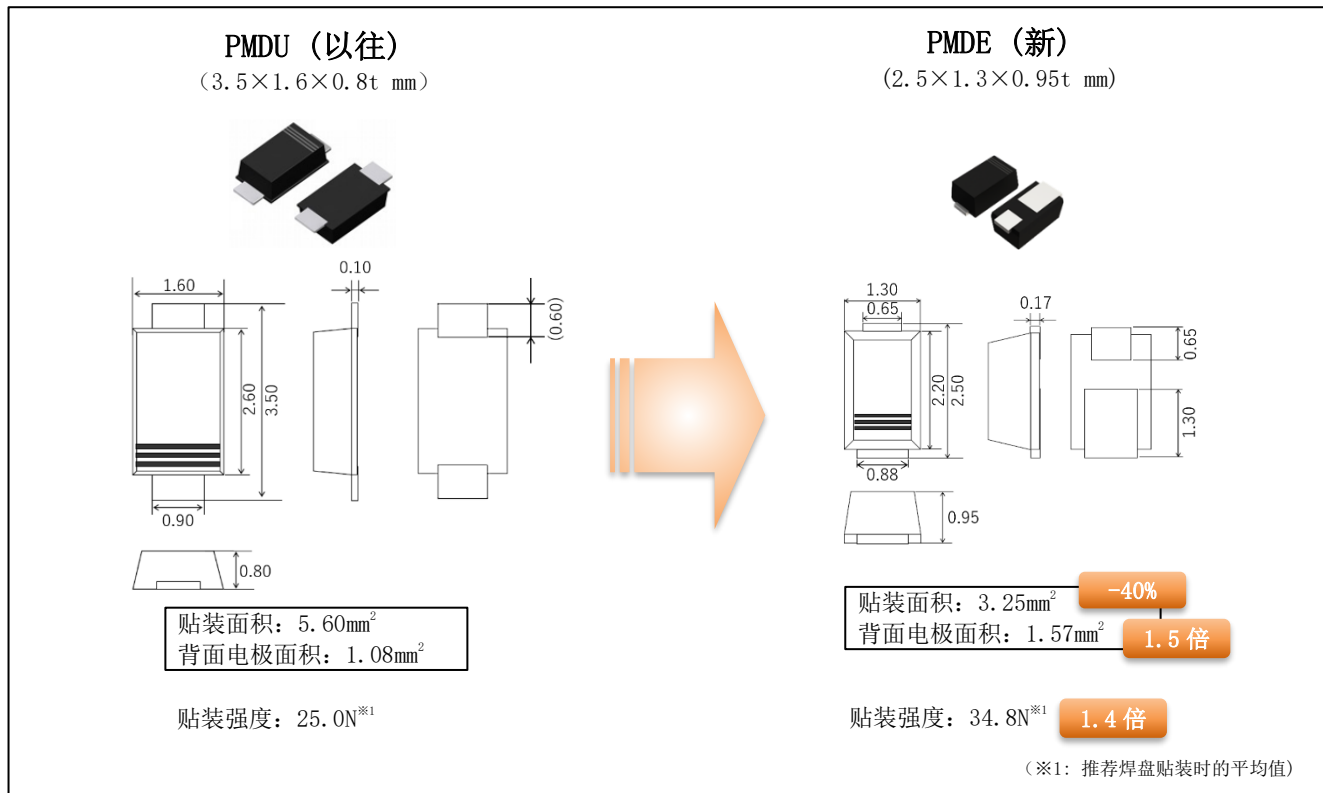


Figure 1. PMDU、PMDE 外形对比

1-2. 内部结构与散热路径的对比

Figure 2. 显示了 PMDE 与 PMDU 的内部结构与散热路径的对比。

PMDE 与以往的 PMDU 一样，在素子与框架的电气连接上未使用引线，而是采用了用框架直接夹住素子的“无引线结构”。因此不会有由于浪涌电流导致引线熔断的风险，从而实现高浪涌电流耐量 (I_{FSM})。在接下来（第 4 章）介绍的 SBD 产品线中， I_{FSM} 的保证值为 20~30A，是 ROHM 引以为豪的高耐量值。

另外，关于阴极侧的散热路径，由于 PMDU 的下方几乎均被树脂覆盖，因此主要经由引线框进行横向热传导。而 PMDE 通过大面积露出下方电极，采用了比较直接地高效率地向基板散热的结构。在这样的 PMDE 结构中，ROHM 努力做到了不因小型化而使封装功率下降。

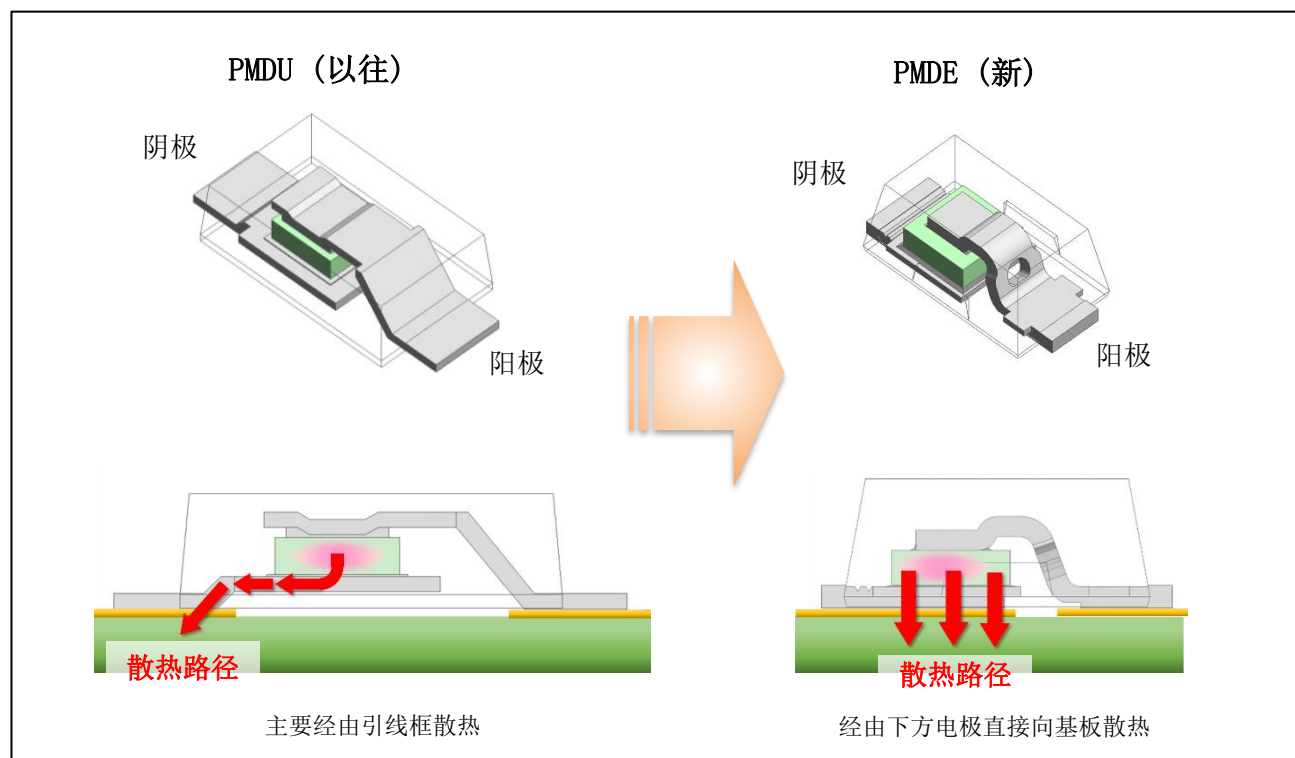


Figure 2. 内部结构与散热路径的对比

2. 散热性能对比（仿真）

2-1. 热仿真方法

如 Figure 3.，针对 $50 \times 50 \times 0.8t(\text{mm})$ 的 PCB 基板、通过改变贴装有产品的铜箔尺寸（从 $5 \times 5\text{mm}$ 到 $50 \times 50\text{mm}$ /单片）、模拟了当时的素子温度 T_j 和热传导方式。随着铜箔面积变大，可以清晰地看到热量向周围扩散的样子。

换句话说，由于扩散向玻璃环氧树脂部位的热传导非常少，因此要想使产品充分地散热，那么铜箔面积的大小将非常重要。

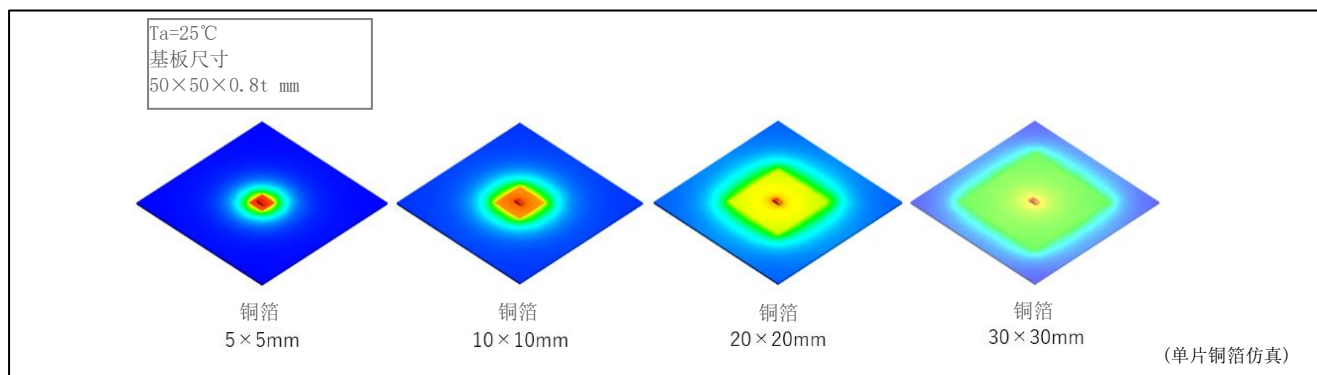


Figure 3. 热仿真效果图

2-2. 热阻 $R_{th}(j-a)$ 与铜箔面积

从 2-1 的热仿真结果中，可以得出如 Figure 4. 所示的 PMDE 与 PMDU 的结-环境间热阻 $R_{th}(j-a)$ 与铜箔面积的关系。另外 Figure 5. 显示了以 PMDU 为基准时 $R_{th}(j-a)$ (PMDE) 的相对误差。

铜箔面积较小的话，则无法充分发挥 PMDE 的背面散热效果，因此 $R_{th}(j-a)$ (PMDE) 值会比 PMDU 大。而随着铜箔面积的增大，散热效果得到提升，与 PMDU 的差值变小，铜箔厚度 $t=35\mu\text{m}$ 时约为 90mm^2 ，铜箔厚度 $t=70\mu\text{m}$ 时约为 60mm^2 ，与 PMDU 有着同等水平的热阻。之后，随着铜箔面积的扩大，两者的差值越来越大（PMDE 的散热性进一步提高），直至于 $2,000\text{mm}^2$ 附近开始饱和。

即，使用 PMDE 时，要想发挥比 PMDU 更高的散热性，那么使用合适的铜箔面积这一点很重要。铜箔面积过小的话，散热性会比 PMDU 差，相反铜箔面积过大的话，也无法进一步提高散热性能，反而会导致基板面积的浪费。另外，较厚的铜箔会比较省面积，能够充分发挥 PMDE 的散热性能，且可以拉大与 PMDU 的差值。

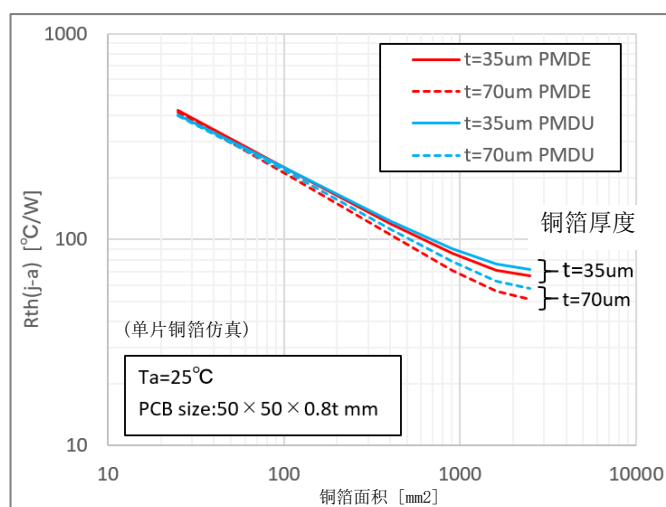


Figure 4. 各 $R_{th}(j-a)$ vs 铜箔面积

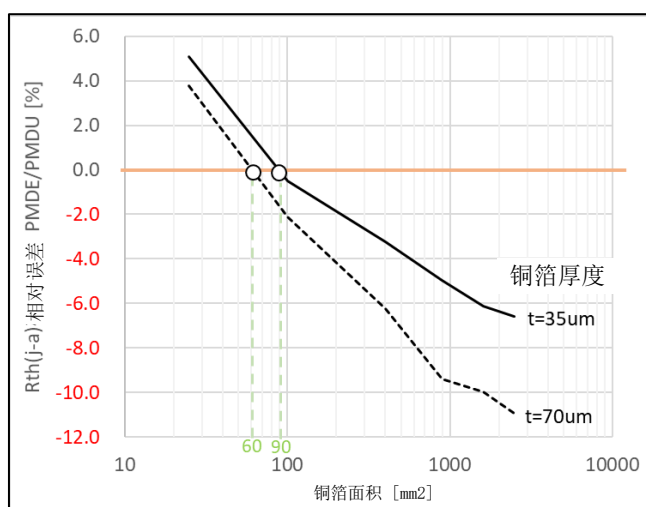


Figure 5. $R_{th}(j-a)$ 的相对误差 (PMDE/PMDU)

3. 实机评估（我司车载用 LED 驱动器 BD81A44EFV-M 评估板）

使用我司车载用 LED 驱动器 BD81A44EFV-M 及其评估板，分别对 PMDU 与 PMDE 的散热和效率进行了对比评估。

3-1. 电路图及 PCB Layout

Figure 6. 为本评估板的 LED 驱动电路（DC-DC 部分）。

本 LED 驱动器是通过升降压型 DCDC 来控制输出电流的。关于本次的二极管 D1 与 D2，则使用了 PMDE 封装品[RBR2VWM40ATF]、PMDU 封装品[RBR2MM40ATF]。这些产品均为同一素子，只是封装不同而已。

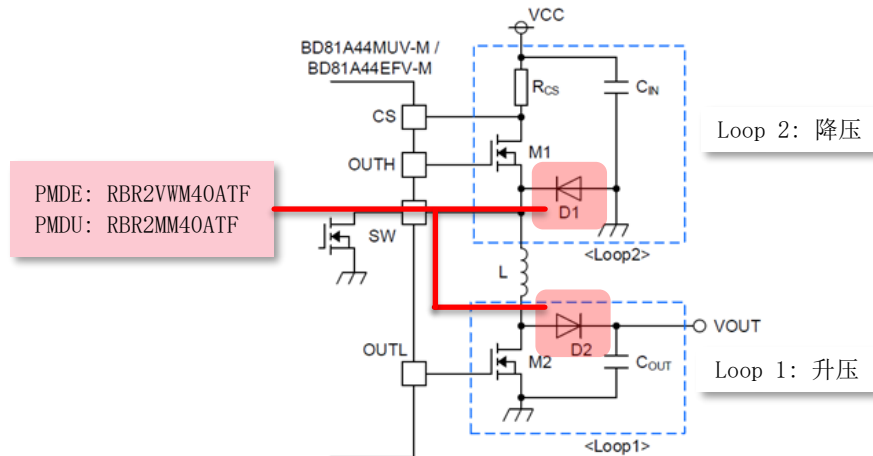
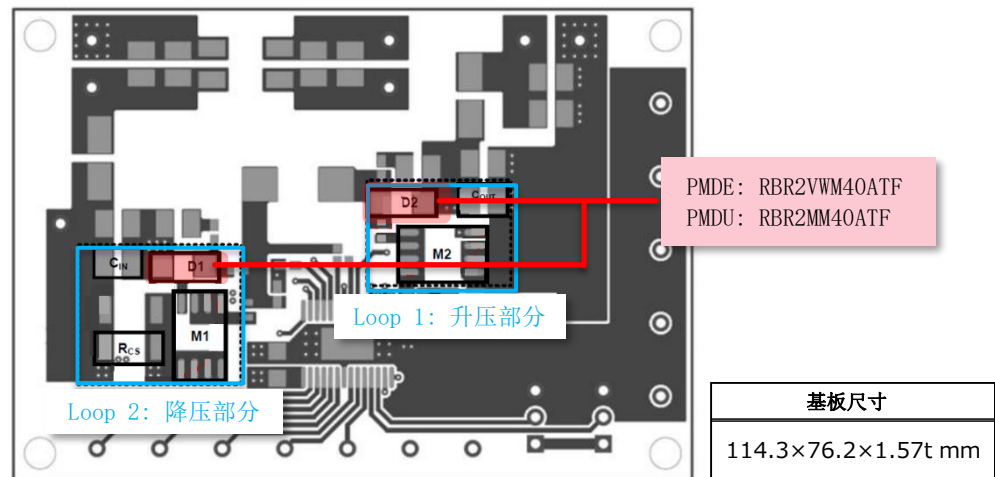


Figure 6. 电路图（DC-DC 部分）

Figure 7. 为本评估板的 PCB 信息。

评估板为 4 层结构，表面与第 4 层（背面）的铜箔厚度为 70 μ m，第 2、3 层为 35 μ m。第 1 层的 Pattern 如 Figure 7. 所示，第 2、3、4 层为 74.2mm \square 的正方形 Pattern。二极管的贴装位置为 D1 与 D2 的位置(粉色)。在此位置贴装 RBR2VWM40ATF (PMDE)、RBR2MM40ATF (PMDU) 进行了对比评估。



第1层（表面）铜箔		第2层、第3层（内层）铜箔		第4层（背面）铜箔	
铜箔Pattern	铜箔厚度	铜箔Pattern	铜箔厚度	铜箔Pattern	铜箔厚度
贴装焊盘 Pattern+引出 电极用配线	70 μ m	74.2mm \square (正方形)	35 μ m	74.2mm \square (正方形)	70 μ m

Figure 7. PCB 信息

3-2. 散热对比

Figure 8. 显示了在本评估板工作时，PMDU 及 PMDE 的热像图测量结果（封装温度 T_c ）。

PMDE 与 PMDU 之间的 T_c 差很小，降压侧的温差为 $\Delta T_c(D1)=1.7^\circ\text{C}$ ，升压侧的温差为 $\Delta T_c(D2)=1.2^\circ\text{C}$ 。

由此可以得知，尽管 PMDE 为小型封装，但可以通过对基板有效地散热使其达到与 PMDU 同等水平的封装温度。

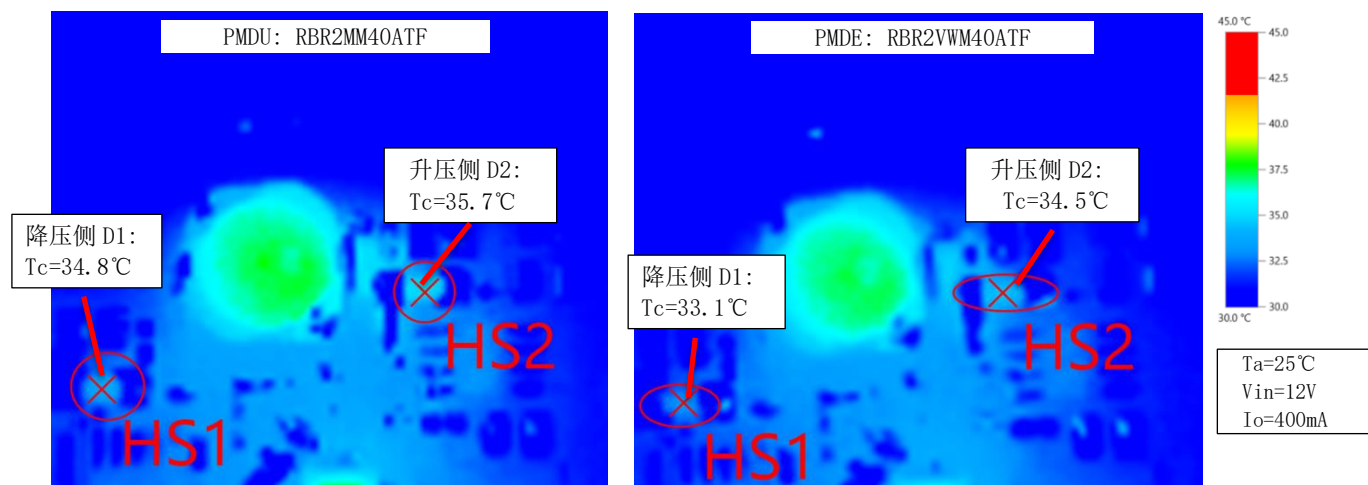


Figure 8. 热像图对比

3-3. 效率对比

Figure 9. 为效率对比的结果。

PMDE 的效率峰值为 $\eta_{\text{peak}}(\text{PMDE})=88.6\%$ ，PMDU 的效率峰值为 $\eta_{\text{peak}}(\text{PMDU})=88.7\%$ ，为同等水平。

由于本次样品为同一素子（各温度系数相同），因此可以推测出素子温度 T_j 也为同等水平。

即可以认为，在本次的评估条件下，PMDE 不仅实现了较以往封装 PMDU 小的封装，而且能发挥与 PMDU 同等水平的散热性，从而将热失控风险控制在同等级水平。

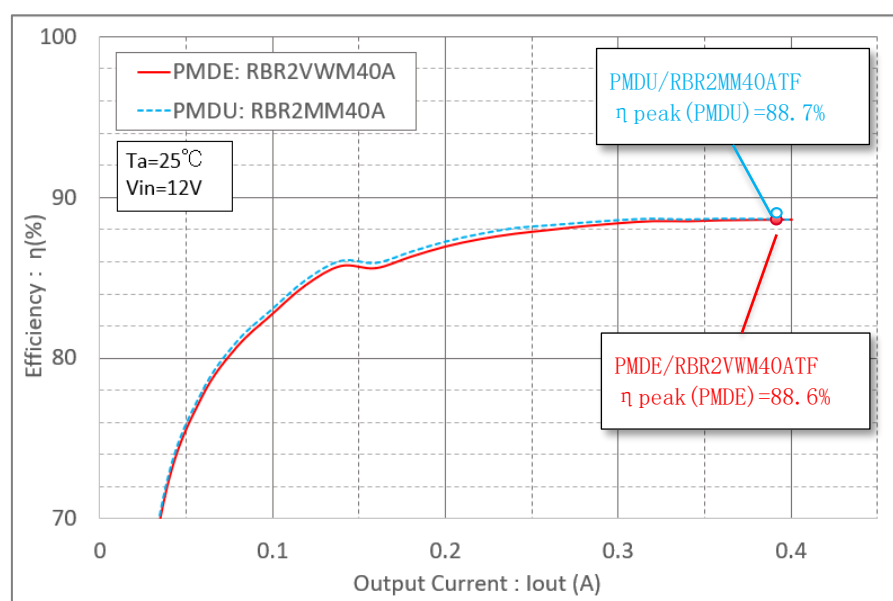


Figure 9. 效率对比

4. 车载用 PMDE 封装 SBD 产品线

Figure 10. 中介绍了 PMDE 封装 SBD 产品线（点击蓝色产品名可跳至产品介绍页）。

ROHM 准备了丰富的 SBD 产品线，包括本次实机评估中使用的以低 V_F 为特点的 RBR 系列，超低漏电流的 RBxx8 系列等。

另外，除 SBD 以外，ROHM 也准备有快速恢复二极管 (FRD)、齐纳二极管 (ZD)、浪涌吸收二极管 (TVS) 等产品。

如有需要请随时与我们联系。

系列名	Part No.	性能 代码※	绝对最大定额				电气特性			
			V_{RM} (V)	I_O (A)	I_{FSM} (A)	T_{jmax} (°C)	V_{Fmax} (V)		I_{Rmax} (uA)	
							条件		条件	
低VF/高效率 RBR系列	RBR1VWM30A	TF	30	1	30	150	0.48	$I_F=1A$	50	$V_R=30V$
	RBR2VWM30A	TF		2	30		0.53	$I_F=2A$	50	
	RBR1VWM40A	TF	40	1	20		0.52	$I_F=1A$	50	$V_R=40V$
	RBR2VWM40A	TF		2	20		0.62	$I_F=2A$	50	
	RBR1VWM60A	TF	60	1	20		0.53	$I_F=1A$	75	$V_R=60V$
	RBR2VWM60A	TF		2	20		0.65	$I_F=2A$	75	
超低 I_R RBxx8系列	RB168VWM-30	TF	30	1	30	175	0.69	$I_F=1A$	0.6	$V_R=30V$
	RB068VWM-30	TF		2	30		0.75	$I_F=2A$	0.6	
	RB168VWM-40	TF	40	1	30		0.69	$I_F=1A$	0.5	$V_R=40V$
	RB068VWM-40	TF		2	30		0.79	$I_F=2A$	0.5	
	RB168VWM-60	TF	60	1	30		0.76	$I_F=1A$	0.5	$V_R=60V$
	RB068VWM-60	TF		2	30		0.84	$I_F=2A$	0.5	
	RB168VWM100	TF	100	1	30		0.84	$I_F=1A$	0.3	$V_R=100V$
	RB068VWM100	TF		2	30		0.94	$I_F=2A$	0.3	
	RB168VWM150	TF	150	1	30		0.89	$I_F=1A$	1	$V_R=150V$
	RB068VWM150	TF		2	30		0.96	$I_F=2A$	1	

※:性能代码 [TF]表示 AEC-Q101 标准

Figure 10. PMDE SBD 产品线

5. 总结

- 与以往的 PMDU 封装相比，PMDE 封装不仅实现了小型化（贴装面积减少了 40%），而且通过提高背面电极的散热性，可以在一定的基板条件下实现同等水平以上的封装功率。
- 在有限的空间下，要想充分发挥 PMDE 的散热性能，贴装的铜箔面积和厚度非常重要。
- 只要基板设计合适，那么 PMDE 封装就能够对要求严格【省空间・低发热】的车载设备发挥非常大的优势。

6. 参考文献

- [1] 车载用内置电流驱动器的 4ch 升降压型 LED 驱动器 BD81A44MUV-M BD81A44EFV-M
规格书 (No. TSZ02201-0T3T0C600060-1-2 Rev.008) 罗姆株式会社，2021 年 2 月。

Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.com.cn/contactus>