

Diode 시리즈

오토모티브용 쇼트키 배리어 다이오드에 있어서의 소형 · 고방열패키지"PMDE"의 우수성

최근 오토모티브 기기의 전동화가 진행중, 실장된 디바이스에 대한 소형화요구는 커지고 있습니다. 그러나, 일반적으로 패키지 파워는 소형화에 동반하여 저하되기 때문에, 특히 쇼트키 배리어 다이오드(이하 SBD) 등 발열에 의한 열 폭주의 위험이 있는 디바이스에 있어서는, 소형화 및 패키지 파워의 양립은 매우 큰 과제 입니다. 이 해결책으로써 로움은 새로운 패키지 "PMDE"를 준비했습니다. PMDE 는 자동차 시장에서 호평을 받고있는 기존의 "PMDU"패키지의 후속이며, 사이즈는 PMDU 가 3.5×1.6×0.8mm 인데 비해 PMDE 는 2.5×1.3×0.95mm 와 실장 면적을 약 40 % 감소시켰습니다. 그럼에도 불구하고 PMDE 는 bottom 전극 면적을 넓게(약 1.5 배)하여 PMDU 와 동등한 패키지 파워를 확보함과 동시에, 실장 강도에 대해서는 약 40% 향상시켰습니다. 본 애플리케이션 노트에서는 기존 패키지 PMDU 와의 외형 및 내부 구조 등 물리적인 차이에 대해 설명하고, 열 시뮬레이션 및 실기 평가 결과 또한 비교하여, 그 장점에 대해 자세히 설명하겠습니다.

1. 외형 및 내부 구조

1-1. 외형 비교

Figure 1 은 PMDE 와 PMDU 의 외형 비교를 나타냅니다.PMDE 는 기존의 PMDU 에 비해 실장 면적을 약 40% 감소시켰음에도 불구하고, bottom 전극 면적을 약 1.5 배로 확장시켰기때문에 뛰어난 실장 강도 (약 1.4 배)를 자랑합니다.

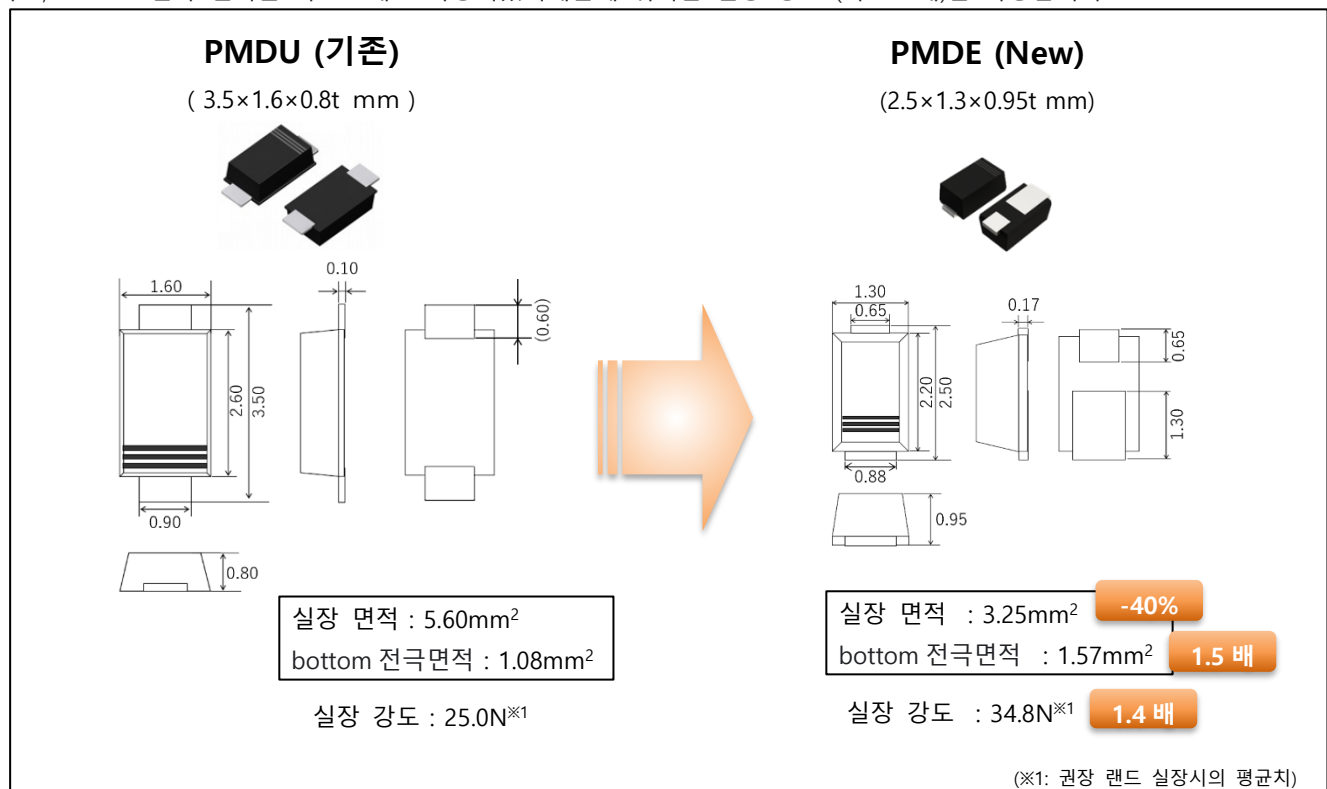


Figure 1. PMDU, PMDE 외형비교

1-2. 내부구조와 방열 경로의 비교

Figure 2 는 PMDE 과 PMDU 의 내부 구조와 방열 경로의 비교를 보여줍니다.

PMDE 는 기존의 PMDU 과 마찬가지로, 소자와 프레임의 전기적 연결에 와이어를 사용하지 않고 소자를 직접 프레임으로 끼우는 “wireless 구조” 를 채용하고 있습니다. 이에 따라 surge 전류에 의한 와이어 단선의 위험이 없어지기 때문에, 높은 surge 전류 내량(I_{FSM})를 실현하고 있습니다. 추후 (제 4 장)에서 소개하는 SBD 라인업의 경우, I_{FSM} 의 보증 값은 20~30A 의 매우 큰 값을 자랑합니다.

또한, 캐소드 측의 방열 경로에 대하여, PMDU 는 bottom 대부분이 몰드 수지로 덮여 있기 때문에, 주로 리드 프레임을 통한 횡 방향으로 열이 전달됩니다. 그러나 PMDE 는 하면 전극을 크게 노출시킴으로써, 보다 직접적으로 효율 좋게 기판에 방열하는 구조를 채용하고 있습니다. 이렇게 PMDE 는 소형화로 패키지 파워가 저하되지 않도록 하고 있습니다.

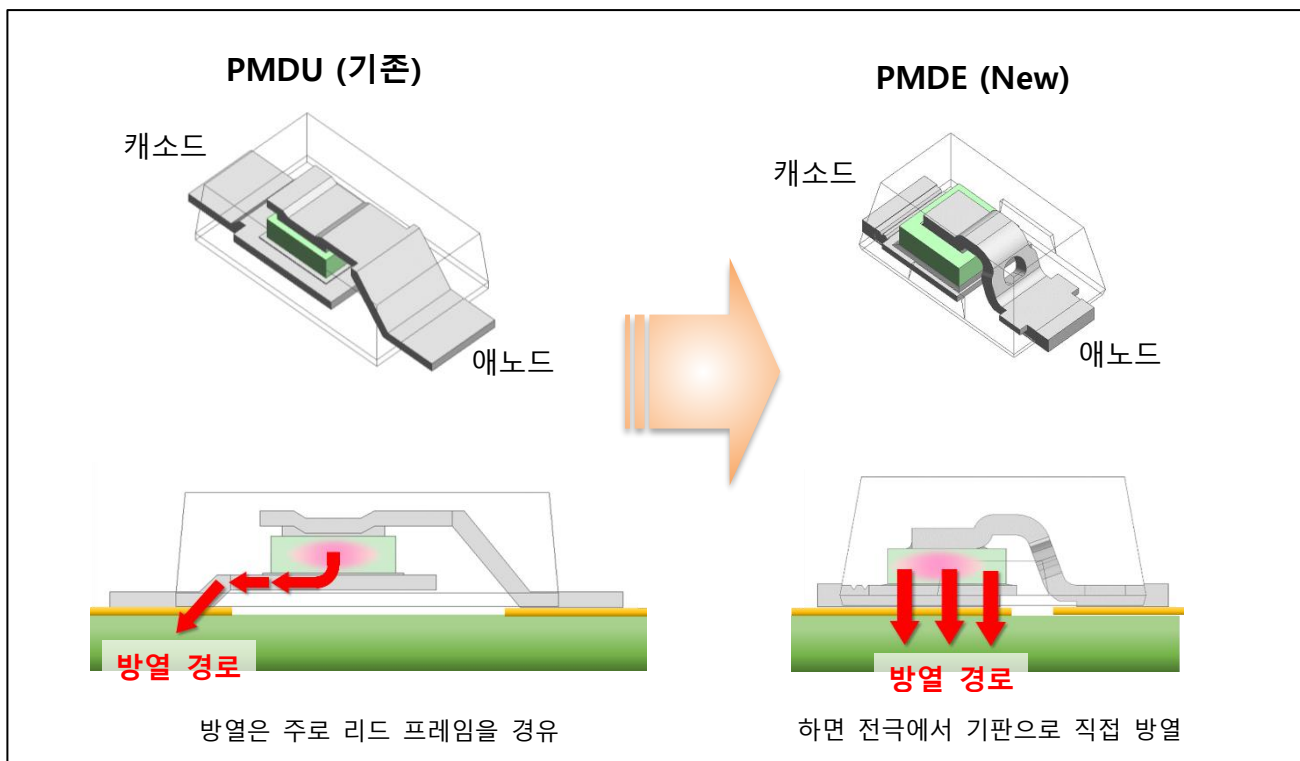


Figure 2. 내부구조와 방열 경로의 비교

2. 방열 성능 비교(시뮬레이션)

2-1. 열 시뮬레이션 방법

Figure 3 과 같은 50×50×0.8t(mm)의 PCB 기판에 대해서, 제품을 실장하는 동박 사이즈를 변형하여(5×5mm 에서 50×50mm/단면), 그 때의 소자 온도 T_j 와 열 전달 방법을 시뮬레이션 했습니다. 동박 면적이 커짐에 따라, 열이 주변으로 확산해 나가는 모습을 알 수 있습니다. 즉, PCB 의 glass epoxy 로 열 전달은 매우 적기 때문에, 제품을 충분히 방열하려면 동박 면적의 크기가 매우 중요하다고 할 수 있습니다.

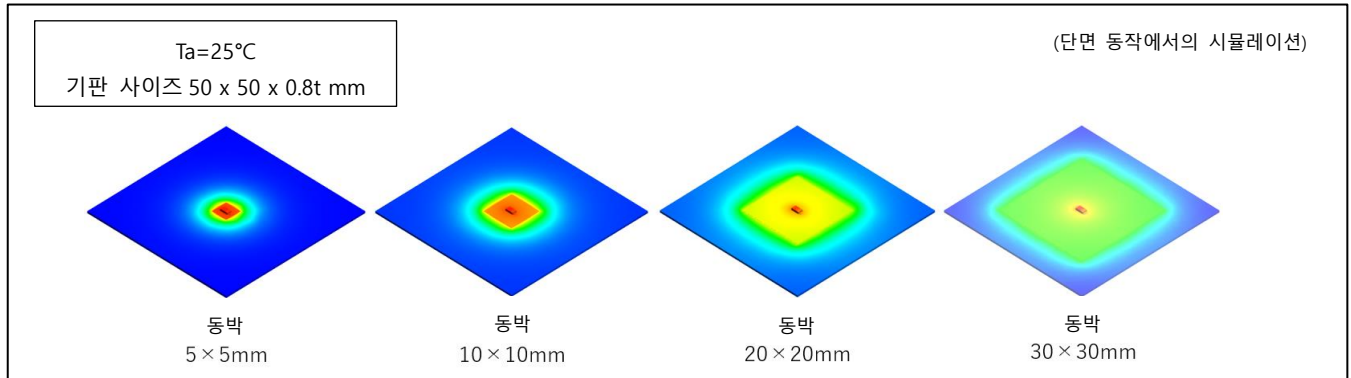


Figure 3. 열 시뮬레이션 이미지

2-2. 열저 $R_{th}(j-a)$ 와 동박 면적

2-1 열 시뮬레이션 결과에서 Figure 4.에 PMDE 와 PMDU 의 junction 주변 간 열저항 $R_{th}(j-a)$ 와 동박 면적과의 관계를 보여줍니다. 또한 Figure 5.에 PMDU 를 기준으로 할 경우의 $R_{th}(j-a)$ (PMDE)의 상대 오차를 보여줍니다.

동박 면적이 작으면 PMDE 의 bottom 방열 효과가 충분히 발휘되지 않고, $R_{th}(j-a)$ (PMDE)는 PMDU 보다 큰 값으로 됩니다. 그리고 동박 면적이 커짐에 따라 방열 효과가 향상하고 PMDU 와의 차이는 작아지고, 동박 두께 $t=35\mu m$ 의 경우는 약 $90mm^2$, $t=70\mu m$ 의 경우는 약 $60mm^2$ 으로, PMDU 와 동등한 열 저항이 됩니다. 그 후는, 동박 면적의 확대에 따라 둘의 차가 커져(PMDE 의 방열성이 더욱 향상되고), $2,000mm^2$ 부근에서 포화하기 시작합니다.

즉, PMDE 를 사용할 때 PMDU 보다도 높은 방열성을 발휘하려면 적절한 동박 면적을 확보하는 것이 중요하다고 할 수 있습니다. 동박 면적이 너무 작으면 PMDU 보다도 방열성이 나쁘고, 반대로 너무 크게 되도 그 이상 방열 성능은 향상되지 않고 기판 면적이 낭비됩니다. 또한 동박이 두꺼운 것이 더 면적이 절약되고 PMDE 의 방열 성능을 충분히 발휘할 수 있으며, PMDU 와의 차이도 크게 할 수 있습니다.

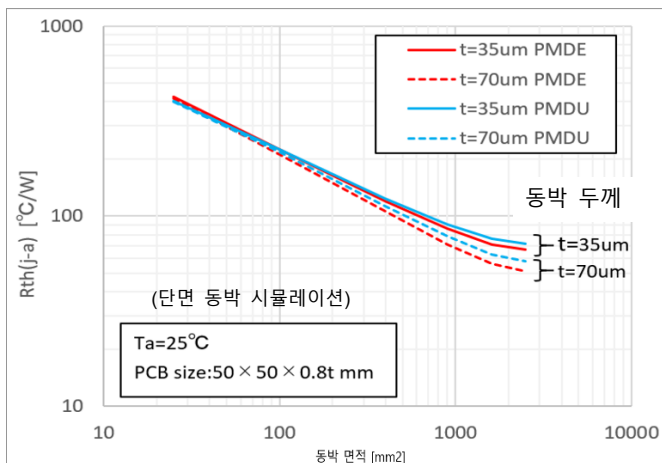


Figure 4. 각 $R_{th}(j-a)$ vs. 동박 면적

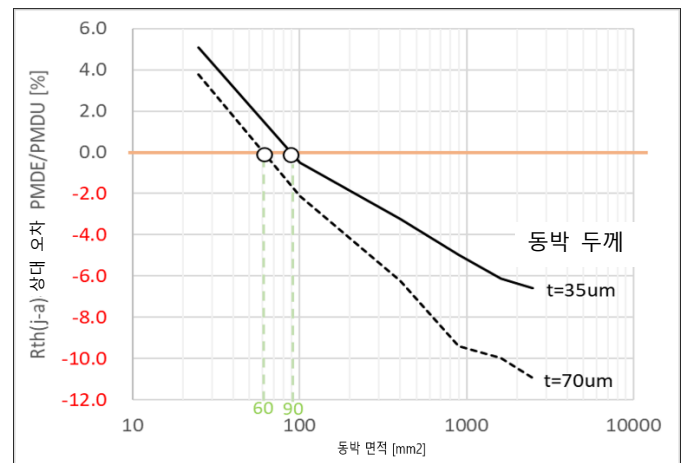


Figure 5. $R_{th}(j-a)$ 의 상대오차 (PMDE/PMDU)

3. 실기 평가(당사 오토모티브용 LED 드라이버 BD81A44EFV-M 평가 보드)

ROHM의 오토모티브용 LED 드라이버 BD81A44EFV-M과 평가 보드를 이용하여 PMDU와 PMDE 각각의 발열과 효율성 비교 평가를 실시했습니다.

3-1. 회로도 및 PCB 레이아웃

Figure 6은 본 평가 보드의 LED 구동 회로(DC-DC 부)를 보여줍니다. 이 LED 드라이버는 벡 부스트의 DCDC 컨버터에 의해 출력 전류를 제어합니다. 이번 다이오드 D1 및 D2 대해 PMDE 패키지 제품으로써 '[RBR2VWM40ATF](#)', PMDU 패키지 제품으로써 '[RBR2MM40ATF](#)'를 사용합니다. 이 제품은 소자가 동일하고 패키지만 상이합니다.

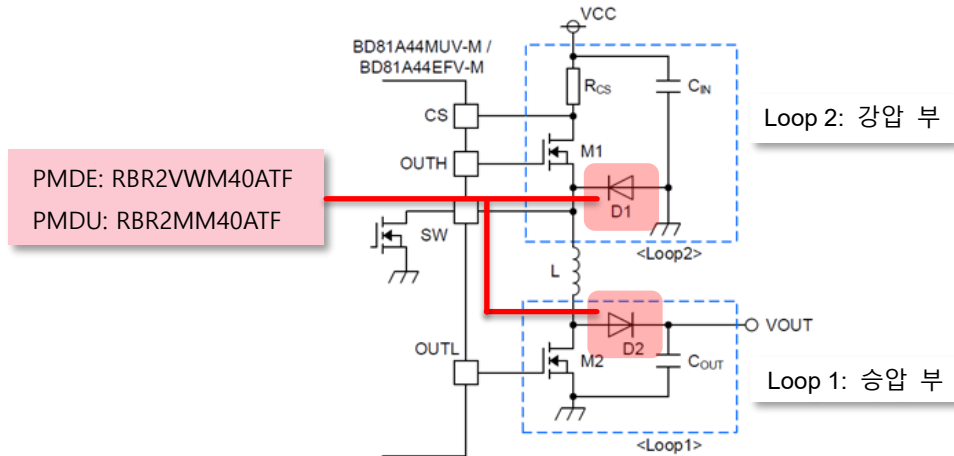
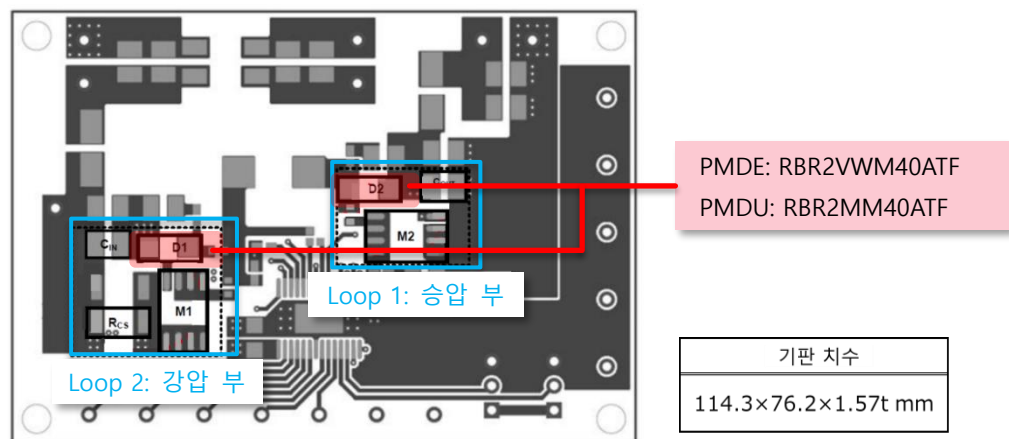


Figure 6. 회로도 (DC-DC 부)

Figure 7은 본 평가 보드의 PCB 정보를 나타냅니다.

평가 보드는 총 4층 구성으로, top 면과 4번째 Layer(bottom)의 동박 두께는 70um, 2~3 Layer는 35um입니다. 1Layer의 패턴은 Figure 7과 같으며, 2,3,4 Layer는 74.2mm □의 정방형 패턴입니다. 다이오드의 실장 위치는 D1과 D2의 위치 (핑크색)입니다. 이 위치에 [RBR2VWM40ATF\(PMDE\)](#), [RBR2MM40ATF\(PMDU\)](#)를 실장하여 비교 평가를 실시했습니다.



1 Layer(top 면) 동박		2~3 Layer 동박		4 Layer(bottom 면) 동박	
동박 패턴	동박 두께	동박 패턴	동박 두께	동박 패턴	동박 두께
실장 랜드 패턴 + 전극 추출용 배선	70 μm	74.2 mm□ (정방형)	35 μm	74.2 mm□ (정방형)	70 μm

Figure 7. PCB 정보

3-2. 발열 비교

Figure 8 은 본 평가 보드 동작 시, PMDU 및 PMDE 의 온도 그래프 측정 결과(패키지 온도 T_c)를 나타냅니다.
PMDE 와 PMDU 간에 T_c 의 차이는 근소하고 그 온도 차는 강압 측 $\Delta T_c (D1)=1.7^\circ\text{C}$, 승압 측 $\Delta T_c (D2)=1.2^\circ\text{C}$ 이었습니다.
PMDE 는 소형 패키지에도 불구하고, 기판에 효율적으로 방열하여 PMDU 과 동등한 패키지 온도로 억제되어 있는 것을 알 수 있습니다.

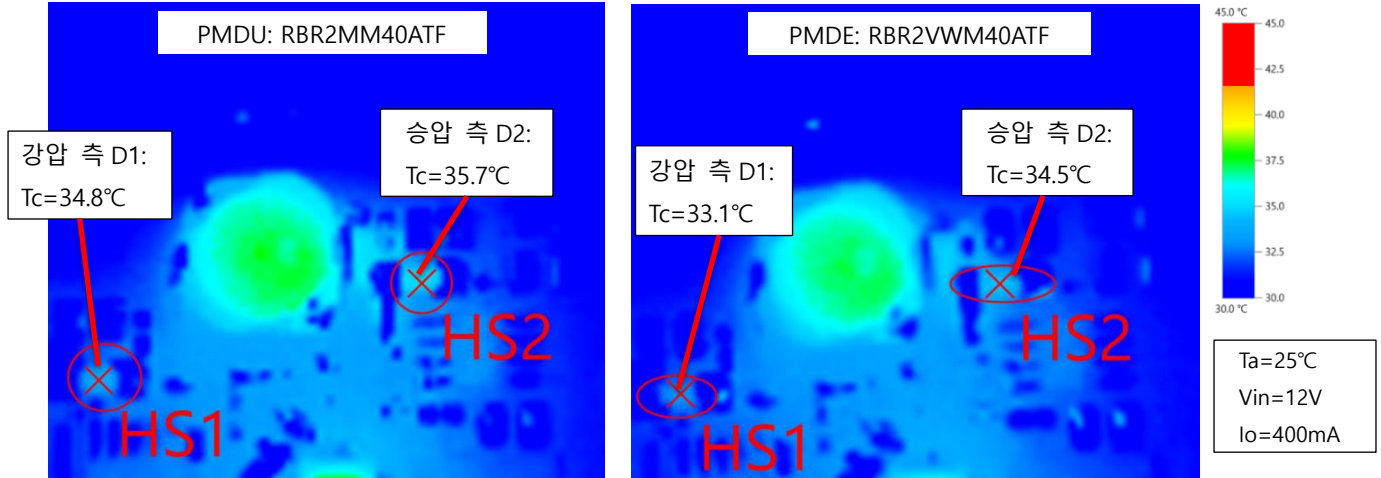


Figure 8. 온도 그래프 비교

3-3. 효율 비교

Figure 9 는 효율 비교 결과를 보여줍니다.
PMDE 효율 피크는 $\eta_{\text{peak}} (\text{PMDE}) = 88.6\%$, PMDU 는 $\eta_{\text{peak}} (\text{PMDU}) = 88.7\%$ 이며, 동등한 결과였습니다.
이번 샘플은 소자가 동일(각 온도 계수가 같음)하므로, 소자 온도 T_j 에도 동등하다고 추측할 수 있습니다.
즉, 이번 평가 조건에서 PMDE 는 기존의 PMDU 보다 소형 패키지임에도 불구하고, PMDU 와 동등한 방열성을 발휘하며 열 폭주 위험 또한 동등한 정도로 억제할 수 있었다고 할 수 있습니다.

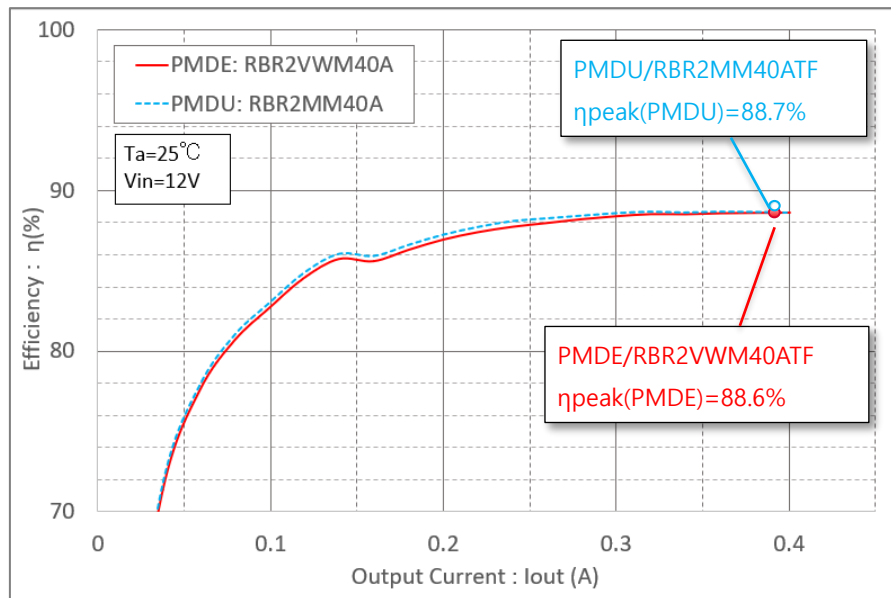


Figure 9. 효율 비교

4. 오토모티브용 PMDE 패키지 SBD

Figure 10 은 PMDE 패키지의 SBD 라인업을 소개합니다(파란색의 제품명을 클릭하면 제품 페이지로 이동합니다).

이번 실기 평가에 사용된 저 V_F 가 특징인 RBR 시리즈를 비롯해 초 저 누설의 RBxx8 시리즈 등 폭넓게 준비하였습니다. 또한, SBD 이외에도 고속 복구 다이오드(FRD), 제너 다이오드(ZD), 서지 흡수 다이오드(TVS) 등도 예정하고 있으므로, 부담없이 문의바랍니다.

시리즈명	Part No.	성능 코드 ※	절대최대정격				전기적 특성			
			V_{RM} (V)	I_o (A)	I_{FSM} (A)	T_j max (°C)	V_F max (V)		I_R max (uA)	
								조건		조건
저 V_F /고효율 RBR시리즈	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	
초 저 I_R RBxx 시리즈	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	

※ : 성능 코드 'TF'는 AEC-Q101 규격을 나타냄

Figure 10. PMDE SBD 라인업

5. 요약

- PMDE 패키지는 기존 PMDU 패키지에 비해 소형(실장 면적 40%감소)이면서, 이면전극에서의 방열성을 향상시킴으로써, 기판 조건에 따라서는 동등 이상의 패키지 파워가 실현 가능합니다.
- 제한된 공간에서 PMDE의 방열 성능을 충분히 발휘하기 위해서는 실장하는 동박 면적 및 두께 설정이 매우 중요합니다.
- 기판 설계가 적절하다면, PMDE 패키지는 "적은 공간 · 저 발열"을 요구하는 엄격한 오토모티브 기기에 대하여, 매우 큰 장점을 가지고 있습니다.

6. 참고 문헌

- [1] 4ch 현재 드라이버 내장 벅 부스트 차재용 LED 드라이버 BD81A44MUV-M BD81A44EFV-M
데이터 시트 (No. TSZ02201-0T3T0C600060-1-2 Rev.008) 로옴 주식회사 2021 년 2 월.

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.co.kr/contactus/>