有助于汽车、工业和消费电子设备
实现小型化和更低损耗的罗姆SBD产品阵容

White Paper

1. 前言

近年来，随着电动汽车的加速以及物联网在工业设备、消费电子设备领域的普及，应用产品中搭载的半导体数量也与日俱增。其中，中等耐压的二极管因其能有效整流和保护电路，而被广泛应用在从手机到电动汽车动力总成系统等各种电路和领域中，罗姆在这些领域中已经拥有骄人业绩（图 1）。

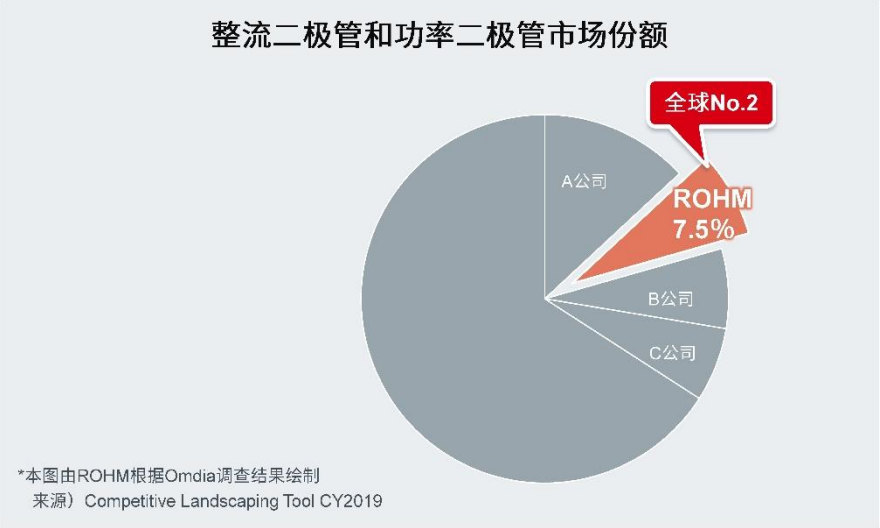

图 1. 罗姆在整流二极管和功率二极管领域的市场份额

V_F（正向电压）和 I_R（反向电流）是二极管的重要性能指标，它们分别会影响到正向施加时的功率损耗和反向施加时的功率损耗。“理想的二极管”是 V_F 和 I_R 为 0 的二极管，也就是进行整流和开关工作时完全没有功率损耗的二极管。另外，V_F 和 I_R 之间通常存在权衡关系，因此很难同时改善。而且，在实际的二极管中，当在开关工作期间关断二极管时，会产生一些功率损耗（因为电流在 trr 时段内会反向流动）。

肖特基势垒二极管（以下简称“SBD”）的 V_F 和 trr 低于其他类型的二极管，因此在整流电路和开关电路中使用这种二极管可以实现低损耗，然而由于其 I_R 较大，存在发热量大于散热量，最终发生热失控而造成损坏的风险。（图 2）

图 2. 在开关期间 SBD 和整流二极管的 V_F、I_R 比较

针对这种情况，罗姆开发出丰富的 SBD 系列产品群，客户可根据各种应用的需求（强调 V_F 还是 I_R）选用产品。另外，还推出了更接近“理想二极管”的新系列产品，新产品不仅同时改善了本来存在权衡关系的 V_F 和 I_R 特性，还实现了 SBD 业内超高等级的 trr 特性。本文将概括介绍罗姆在 SBD 领域的行动以及罗姆各系列 SBD 产品的特点。

（有关 SBD 的详细技术文档，请参阅以下文章。）
车载用肖特基二极管小型高散热封装[PMDE]的优越性
车载小型高效肖特基势垒二极管“YQ 系列”的优势

2. SBD 需要具备的性能及其发展趋势

图 3 为 SBD 产品相关的市场情况示例，展示了一辆汽车中搭载的 ECU 数量。随着 ADAS（高级驾驶辅助系统）和自动驾驶技术的发展，一辆汽车中所搭载的 ECU 数量与日俱增，其中所用的二极管数量也在持续增加，预计未来还会继续增加。由于汽车无法提供超出其电池和发电机能力的电力，因此制造商需要低损耗（低 V_F）的二极管，并且越来越多地采用 V_F 和 trr 特性优异的 SBD。而另一方面，燃油车的引擎外围电路、以及 xEV 的电池和电机外围电路是在高温环境中工作的，因此 I_R 高的 SBD 的热失控风险成为直接关系到可靠性的重大课题。因此，在选择 SBD 时，关键在于如何在 V_F 和 I_R 之间取得平衡。

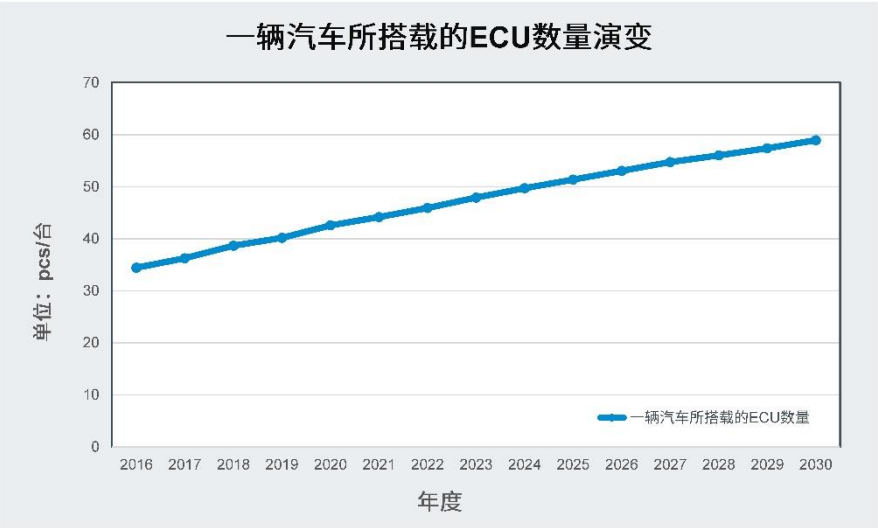

图 3. 一辆汽车所搭载的 ECU 数量演变（罗姆调查数据）

在消费电子设备中，随着应用产品的功能越来越多，电路板密度也变得越来越高，甚至密度超过车载设备，因此需要更小型和超低损耗（超低 V_F）的 SBD。另外，在工业设备应用中，其对高可靠性的要求与车载应用相同，而且由于应用产品的机型寿命较长，因此长期稳定供应也很重要。综上所述，身为通用器件的 SBD，在不同的领域和应用中，其发展趋势大不相同，制造商在其产品开发过程中，要求一些存在权衡关系（例如更低损耗和更高可靠性、更小型和更大电流）的特性同等出色。为了满足如此广泛的需求，罗姆不断推动相应产品的开发，并建立了以垂直统合型生产体系为中心的长期稳定供应体系。在下一节中，将具体介绍罗姆的 SBD 产品阵容。

3. 罗姆 SBD 系列产品阵容

罗姆最新的 SBD 产品有 5 个系列，客户可以根据对 V_F 和 I_R 的不同重视程度，从丰富的产品阵容中选择合适的产品（图 4）。另外，每个系列都有丰富的封装阵容，客户还可以根据应用产品的性能要求选择小型封装（图 5）。下页将对每种产品的特点分别展开介绍。

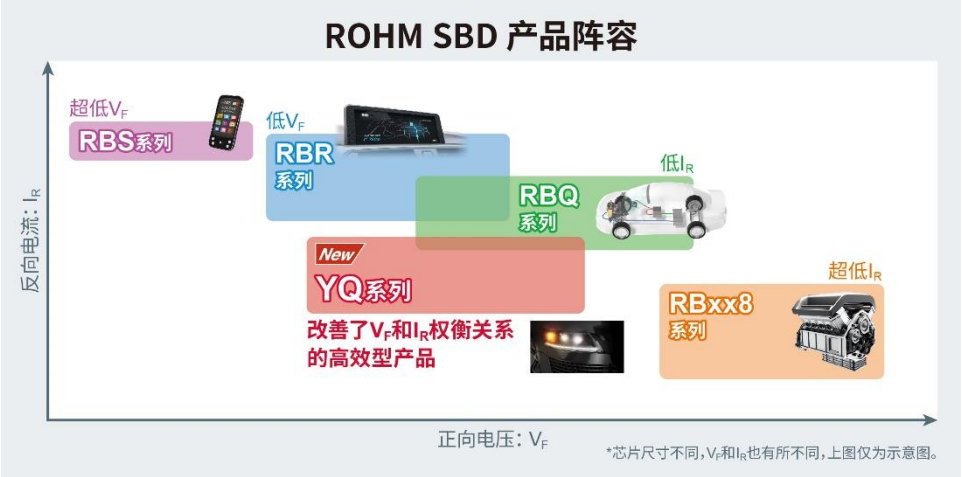

图 4. 系列产品阵容

图 5. 封装阵容

3-1.RBS 系列 超低 V_F（耐压：20V）

该系列的 V_F 最低，在主要用于正向电路中的损耗可大幅降低，非常适用于智能手机等使用电池低电压驱动的移动设备中的整流应用。

目标应用：笔记本电脑、移动设备等

3-2.RBR 系列 低 V_F（耐压：30V / 40V / 60V）

该系列为通用型产品，与相同尺寸的罗姆以往产品相比，V_F 特性降低约 25%。在车载应用中，正向损耗非常少，因此作为要求更高效率的汽车信息娱乐系统和车载 LED 灯等的保护二极管，非常受欢迎。2021 年 8 月，封装阵容中又新增了车载用超小型 PMDE 封装，可满足市场对更小封装的需求。

目标应用：车载信息娱乐系统、车载 LED 灯、车载 ECU、笔记本电脑等

3-3.RBQ 系列 低 I_R（耐压：45V / 65V / 100V）

该系列利用罗姆自有的势垒形成技术，在 V_F 特性与 I_R 特性之间取得了良好的平衡。与罗姆以往产品相比，其反向功率损耗降低了 60%，因此可以降低热失控风险，非常适用于需要在高温环境下运行的引擎 ECU 整流应用、高输出功率 LED 前照灯的保护应用、以及大电流工业设备电源等应用。

目标应用：xEV、引擎 ECU、高输出功率 LED 前照灯、工业设备电源等

3-4.RBxx8 系列 超低 I_R（耐压：30V / 40V / 60V / 100V / 150V / 200V）

该系列产品具有超低 I_R，可以降低热失控风险，非常适用于需要在高温环境下运行的 xEV 电池和电机相关 ECU、以及燃油车引擎 ECU 和变速箱 ECU 等的整流应用。该系列支持耐压高达 200V，可以替换通常在这个耐压范围使用的整流二极管和快速恢复二极管，并可以大幅降低 V_F（与 FRD 相比，降低约 11%），还有助于降低上述车载应用中的功耗。

目标应用：xEV 电池管理系统、引擎 ECU、工业设备逆变器等

4. 新产品：YQ 系列

YQ 系列新产品通过采用新技术和罗姆自有的沟槽 MOS 结构，与以往的平面结构产品相比，实现了更低的 V_F 和 I_R。在采用普通沟槽 MOS 结构的产品中，由于结构上的原因，trr 表现容易变差，而新产品两个系列的 trr 特性都得到了提升，并达到了与以往的平面结构产品同等级别（业界超高等级）。由于不容易发生热失控，并且可以降低开关损耗，因此新产品非常适用于用容易发热的车载 LED 前照灯驱动电路，以及 xEV 用的 DC-DC 转换器等需要进行高速开关的应用。

目标应用：车载 LED 前照灯、xEV DC-DC 转换器、工业设备电源、照明等

4-1.与以往产品相比，V_F 和 I_R 均得到改善

YQ 系列采用罗姆自有的沟槽 MOS 结构，与耐压和耐受电流同等的以往产品相比，V_F 降低了约 15%，可以降低在整流应用等正向使用时的功率损耗。此外，与以往的平面结构产品相比，I_R 也降低了约 60%，这可以大大降低 SBD 最让人担心的热失控风险，从而使产品也可以用在温度条件等非常严苛的车载应用中（图 6)。

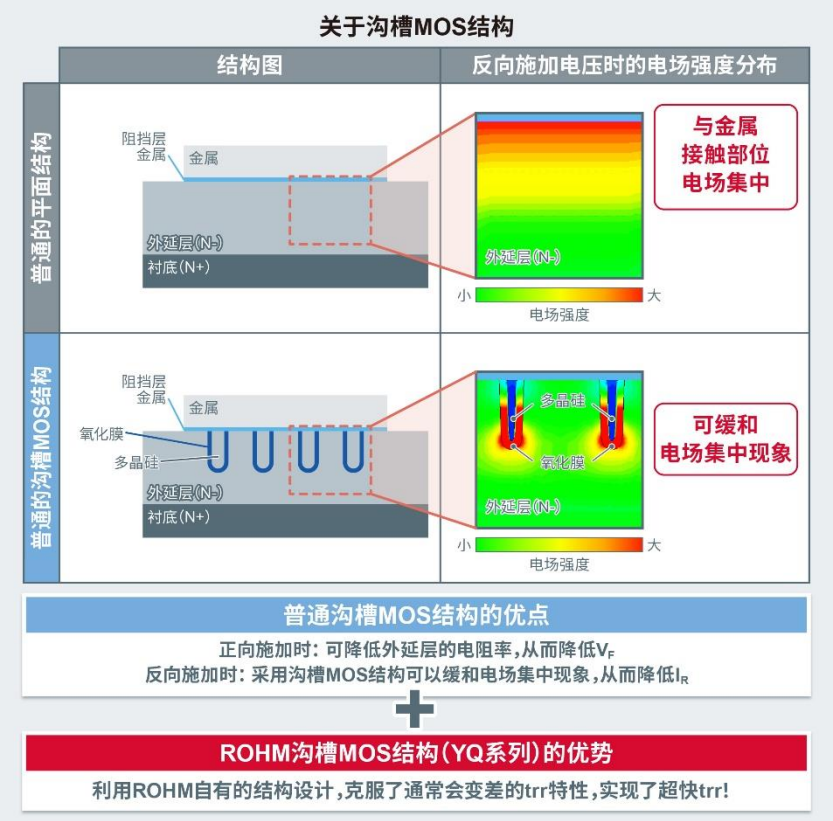

图 6. SBD 沟槽 MOS 结构

4-2.实现业内超短的 trr

在普通沟槽 MOS 结构中，寄生电容（元器件中的电阻分量）较大，因此 trr 要比平面结构差。而 YQ 系列新产品不仅降低了 V_F 和 I_R，而且还利用自有技术，通过优化材料，实现了与平面结构同等的 trr 特性。例如，从图 7 中可以看到使用 LED 前照灯评估板进行装机评估时的开关损耗比较情况。在开关过程中，因 V_F 和 trr 引起的损耗比例比较高，但 YQ 系列的 trr 损耗降低了约 37%，V_F 也同时降低，因此开关总损耗降低达 26%，这将有助于降低车载 LED 前照灯驱动电路、以及 xEV 用的 DC-DC 转换器等需要进行高速开关的应用产品功耗。

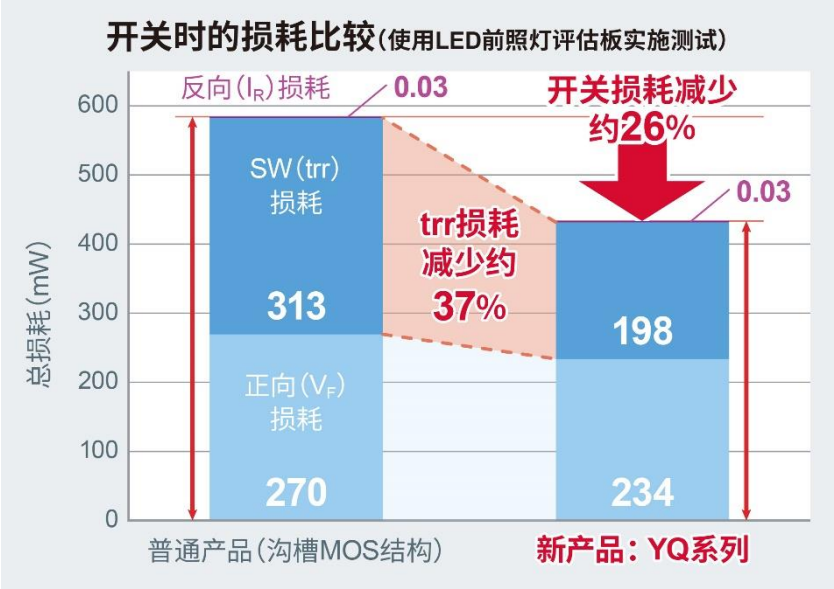

图 7. 实际装机进行开关时的损耗比较

5. 未来计划

随着消费电子领域家电的多功能化，以及在车载设备中用来实现自动驾驶的各种传感器模块等各领域应用的发展，预计未来应用产品中搭载的二极管数量将会继续增加。另外，在工业设备和 xEV 等车载设备领域，由于电机性能日益提高，预计电路中的电流也会越来越大，因此需要继续增强大电流产品阵容。罗姆为了满足更小型、更大电流、更低损耗、更高性能等诸多难以同时实现的需求，一直在推进超越需求的开发。例如，作为小型且支持大电流的封装，罗姆计划增强 TO-277 封装（6.5mm×4.6mm 尺寸）的产品阵容，并且已经开始了部分产品的量产。还有，预计 200V 耐压产品在 xEV 车载逆变器和车载充电器等应用中的需求将会迅速增加，因此罗姆已经在开发 200V 耐压的新产品，并计划在 2022 年内投入市场。未来，罗姆将继续扩充产品阵容，满足市场多样化的需求，并为日新月异的下一代车载应用实现更高性能、更多功能和更低功耗贡献力量。

本资料中的内容旨在介绍ROHM集团（以下简称“ROHM”）的产品。在使用ROHM产品之前，请务必另行确认最新版的技术规格书或产品规格书。ROHM不保证本资料中的信息无误。万一客户或第三方因本资料中的信息错误而受损，ROHM不承担任何责任。本资料中的应用电路示例等信息和各种数据仅为示例，并非保证不侵犯与这些内容相关的第三方的知识产权及其他权利。对于本材料中的信息和各种数据，ROHM并未明示或默示同意客户可以实施、使用或利用ROHM或第三方拥有或管理的知识产权以及其他权利。向海外出口或提供ROHM产品和本资料中的技术时，请遵守《外汇及外国贸易法》、《美国出口管制条例》等适用的出口相关法律法规，并根据这些法律法规中的规定办理必要的手续。未经ROHM事先书面同意，严禁转载或复制本资料的全部或部分内容。本资料中的内容为截至2024年3月的信息，如有更改，恕不另行通知。

R2043A

© 2024 ROHM Co., Ltd.