罗姆功率半导体产品概要

～关于“Power Eco Family”～

White Paper

1. 前言

近年来，全球耗电量逐年增加，在工业和交通运输领域的增长尤为显著。另外，以化石燃料为基础的火力发电和经济活动所产生的 CO_2（二氧化碳）排放量增加已成为严重的社会问题。因此，为了实现零碳社会，努力提高能源利用效率并实现碳中和已成为全球共同的目标。

在这种背景下，罗姆致力于通过电子技术解决社会问题，专注于开发在大功率应用中可提升效率的关键——功率半导体，并提供相关的电源解决方案。本白皮书将通过“Power Eco Family”的品牌理念，介绍为构建应用生态系统做出贡献的罗姆功率半导体以及相关的举措。

2. 市场需求和罗姆的举措

近年来，随着电动汽车、能量收集等众多领域用电量的快速增长，对于各类应用中配备的电源系统，要求实现高效率化、小型化、轻量化等性能提升。因此，要求功率半导体也要具有更高的性能和更强的严苛环境适用性。具体而言，就是要具备高速开关性能、低损耗和出色的散热性能等特性。同时，功率半导体的应用范围也在不断扩大，需求量也与日俱增。

多年来，罗姆在功率半导体领域积累了丰富的专业经验和技术实力，其中包括于全球首家*实现了 SiC（碳化硅） MOSFET 的量产。另外，预计相关产品的市场需求会进一步扩大，罗姆也在不断开拓新的产品领域，比如将作为下一代半导体与 SiC 同样备受关注的 GaN（氮化镓）产品投入量产。下图 1 中列出了罗姆功率半导体对应的功率容量（纵轴）和工作频率（横轴）范围。长期以来一直被用作半导体材料的 Si（硅），其相应的功率半导体包括“EcoMOS™”和“EcoIGBT™”。另外，新一代半导体 SiC 元器件“EcoSiC™”覆盖需要超高耐压和高速开关的领域；而 GaN 器件“EcoGaN™”则覆盖需要超高速开关的领域。罗姆将这四大产品群统称为“Power Eco Family”，并通过助力提高应用产品的性能来为构建应用生态系统做出贡献。下面将按品牌分别进行介绍。

*截至 2025 年 1 月 罗姆调查数据

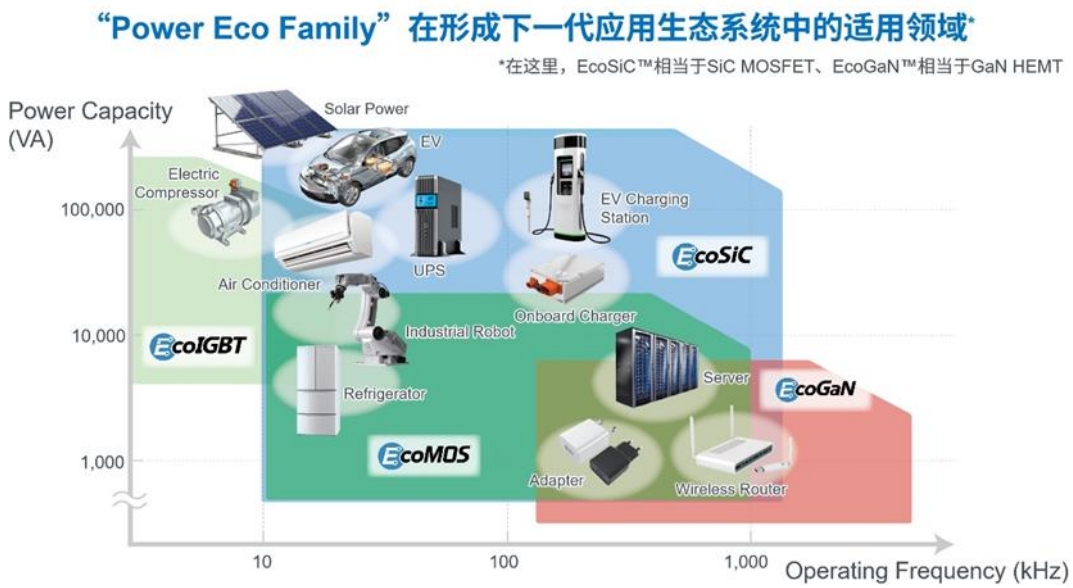

图 1：Power Eco Family 产品群在不同功率容量×工作频率范围的分布图

· “EcoSiC™”、“EcoGaN™”、“EcoIGBT™”及“EcoMOS™”是 ROHM Co., Ltd.的商标或注册商标。

3. 组成“Power Eco Family”的四大品牌

3-1. 关于 EcoSiC™

EcoSiC™是采用了因性能优于 Si 而在功率元器件领域备受关注的 SiC 的元器件品牌。

罗姆自 2010 年在全球率先实现 SiC MOSFET 的量产以来，已经自主开发了从 SiC 晶圆制造到元器件结构、制造工艺、封装和品质管理方法等 SiC 元器件所需的各种技术。另外，罗姆还提供各种形式的 SiC 元器件，其中包括 SiC 裸芯片、SiC SBD 和 SiC MOSFET 等分立器件以及 SiC 模块。不仅如此，为满足 SiC 市场不断扩大的需求，罗姆于 2023 年开始生产 8 英寸衬底，并计划从 2025 年开始量产并销售相应的元器件。在日本宫崎县国富町新建的宫崎第二工厂中，一部分生产线已正式进入试作稼动阶段。该工厂通过收购另一家公司以前的工厂建筑以及无尘室，实现了快速有效的投资，还获得了日本经济产业省的支持。罗姆正在通过这些努力，不断增强满足快速增长的 SiC 市场需求的能力。

在车载设备领域，xEV 牵引逆变器对 SiC 的需求增长最快，SiC 产品在其中的应用加速。例如，2024 年 8 月，吉利的高端电动汽车品牌“ZEEKR”的牵引逆变器采用了罗姆的裸芯片。另外，罗姆还专注于模块开发，推出了非常适合驱动牵引逆变器的封装型 SiC 模块 TRCDRIVE pack™。TRCDRIVE pack™实现了业界超高的功率密度，有助于逆变器的小型轻量化，法雷奥的下一代逆变器已经计划采用（图 2）。综上所述，罗姆的 EcoSiC™因具备业界先进的元器件技术、灵活的商业模式和稳定的供应体系等优势，而获得了客户高度好评，并已斩获全球 130 多家公司的 Design Win（赢得设计）。

图 2：实现了业界超高功率密度的 TRCDRIVE pack™

・“TRCDRIVE pack™”是 ROHM Co., Ltd.的商标或注册商标。

在工业设备领域，罗姆还面向 PV 逆变器（太阳能发电逆变器）、EV 充电桩、DC-DC 转换器等应用积极扩展产品阵容。目前正在开发 1,500V 系统用的 2kV 耐压 SiC MOSFET，并计划继续增强对高电压工业设备应用的支持力度。关于 SiC SBD，罗姆已经拥有 650V～1,700V 分立或裸芯片的产品阵容，相关产品不仅在光伏逆变器应用中被广泛采用，在电动汽车充电桩的 PFC 单元等应用中也已被越来越多地采用。此外，在工业设备领域，罗姆还正在加速建立向模块制造商提供 SiC 裸芯片的商业模式，例如，加强与赛米控丹佛斯在车载设备和工业设备领域的合作，并已经开始为其提供 SiC 和 IGBT 裸芯片。

在产品开发方面，罗姆正在进行下一代即第 5 代 SiC MOSFET 开发，计划于 2025 年发布。与当前第 4 代产品相比，第 5 代在高温条件下工作时的导通电阻预计会降低约 30%，有助于进一步提高效率。另外，罗姆还通过缩短下一代产品的开发周期，来快速响应市场变化并满足市场需求。

・适用应用示例
工业设备：光伏逆变器、UPS（不间断电源）、EV 充电桩、DC-DC 转换器
车载设备：牵引逆变器、辅助逆变器、OBC（车载充电器）、DC-DC 转换器

・EcoSiC™相关页面
EcoSiC™产品介绍页面
EcoSiC™相关的新闻稿一览

3-2. 关于 EcoGaN™

EcoGaN™是通过更大程度地发挥 GaN 的性能，助力应用产品进一步节能和小型化的罗姆 GaN 器件，该系列产品有助于应用产品进一步降低功耗、实现外围元器件的小型化、减少设计工时和元器件数量等。该品牌不仅包括 GaN HEMT 单品，还包括内置控制器的、搭载了 GaN 的 IC 等产品。另外，EcoGaN™旨在成为“易用的 GaN 器件”，并促进 GaN 在各种应用中的使用。这有助于应用产品实现高效率工作，进而为实现无碳社会做出贡献。

2022 年罗姆的第一个 EcoGaN™产品系列 150V 耐压 GaN HEMT 实现量产，2023 年实现业界超高器件性能（$R_{DS(ON)} \times Ciss$ / $R_{DS(ON)} \times Coss$）的 650V 耐压 GaN HEMT 投入量产。该产品已经被台达电子旗下品牌 Innergie 的“C4 Duo”、“C10 Duo”等 AC 适配器采用，为 AC 适配器的小型化和高效率工作做出了贡献。

与 Si 器件相比，GaN 器件可以提高应用产品的效率并实现电感器和散热器件等的小型化，但其栅极驱动很难，而且处理难度之高已成为阻碍其普及的一个障碍。罗姆不仅提高了 GaN HEMT 单品的性能，还致力于将其与融入罗姆擅长的模拟技术优势的 LSI 相结合，实现“易用的 GaN”。将 650V 耐压 GaN HEMT 和栅极驱动器等元器件一体化封装的 Power Stage IC（SiP：System in Package）“BM3G0xxMUV-LB”就是第一款根据该理念开发并实现量产的产品（图 3）。该产品可轻松替换现有的 Si MOSFET，而且可使器件体积减少约 99%，功率损耗减少约 55%。未来，罗姆还计划开发采用超高速脉冲控制技术“Nano Pulse Control™”的 GaN 驱动用控制器 IC 等产品，通过普及“易用的 GaN 器件”，为进一步提高电源效率贡献力量。此外，罗姆还计划将配备功率因数校正电路（PFC）的 Power Stage IC 和配备半桥电路的产品投入量产，预计到 2026 年，罗姆将可以提供集 GaN HEMT、栅极驱动器 IC 和控制器 IC 于一体的综合解决方案。另外，在 EcoGaN™特设页面（英文）中，会发布包括正在开发中的产品在内的最新 EcoGaN™解决方案信息。

预计 GaN 器件市场将在本世纪 20 年代后半期快速增长，并有望被广泛用于车载领域的 OBC 等应用。在车载 GaN 器件的开发和量产方面，罗姆计划通过各种举措，比如与台积（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited，TSMC）建立合作伙伴关系、灵活利用代工厂和 OSAT，来加快推出车载 GaN 器件的速度。

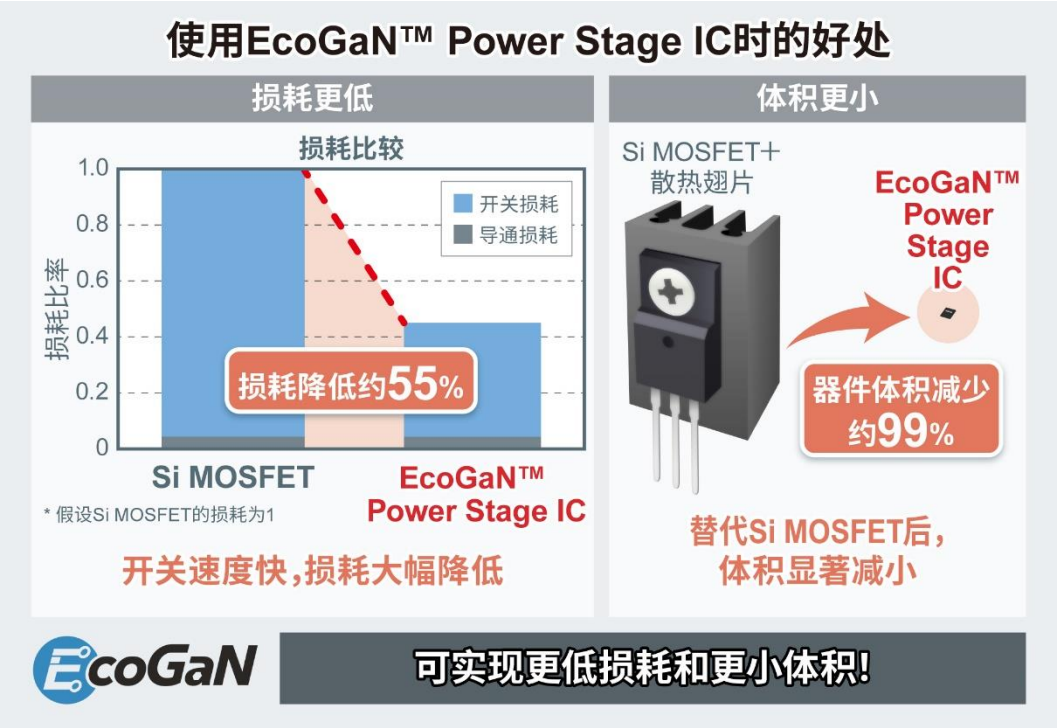

图 3：Power Stage IC 的优势

・适用应用示例
工业设备：服务器电源、基站电源
消费电子：AC 适配器（USB 充电器）、无线路由器
车载设备*：OBC（车载充电器）、DC-DC 转换器

*车载设备用的产品目前正在开发中，计划于 2026 年发布。

・EcoSiC™相关页面
EcoGaN™产品介绍页面
EcoGaN™相关的新闻稿一览
EcoGaN™特设页面（英文）

・“Nano Pulse Control™”是 ROHM Co., Ltd.的商标或注册商标。

3-3. 关于 EcoIGBT™

EcoIGBT™是罗姆开发的非常适用于功率元器件领域对耐压能力要求高的应用的 IGBT，是包括器件和模块在内的品牌名称。目前，IGBT 的性价比优于 SiC MOSFET，因此在注重成本的大功率应用和不要求小型化的应用中，其需求量依然很高，罗姆预计未来 IGBT 市场将会继续扩大，因此正在推进相关的技术开发。

罗姆于 2010 年开始 IGBT 的研发，并于 2012 年开始量产。目前，已经在包括日本滋贺工厂在内的多个生产基地实施生产。2024 年，罗姆推出了最新一代（第 4 代）IGBT 产品——1,200V 耐压的“RGA 系列”（图 4）。该产品实现了业界超高特性，与以往产品相比，功率损耗减少了 35%，短路耐受时间提高到 10μs，因此已被车载电动压缩机和工业逆变器等应用采用或考虑采用。另外该产品已经被用于赛米控丹佛斯的电源模块。

对于 IGBT 而言，优化特定应用所需的特性非常重要。例如，汽车空调的电动压缩机用的产品注重短路耐受能力，光伏逆变器等用的产品则需要减少开关损耗。罗姆为了很好地平衡这些产品特性，正在根据应用需求对器件结构和杂质浓度等进行精细调整，以设计出满足客户需求的产品。未来，罗姆计划推出 650V 耐压的“RGE 系列”和“RGH 系列”等新产品，以满足众多应用（比如

车载 OBC、光伏逆变器等工业设备和空调等消费电子产品）的需求。另外，罗姆还致力于开拓将 IGBT 和栅极驱动器 IC 相结合的 IPM（智能功率模块）市场，通过功率损耗和噪声更低的产品，增强在 IPM 市场的竞争力。

罗姆也已经着手开发第 5 代 IGBT，目标是在 2026 年到 2027 年发布相关新产品。第 5 代产品不是现有技术的延伸，而是旨在通过采用新的器件结构来进一步提高性能。关于 IGBT 市场，虽然有 SiC 元器件普及所带来的影响，但罗姆认为工业设备和车载设备为主的市场将会持续增长，因此计划在未来继续扩大 EcoIGBT™的产品阵容。

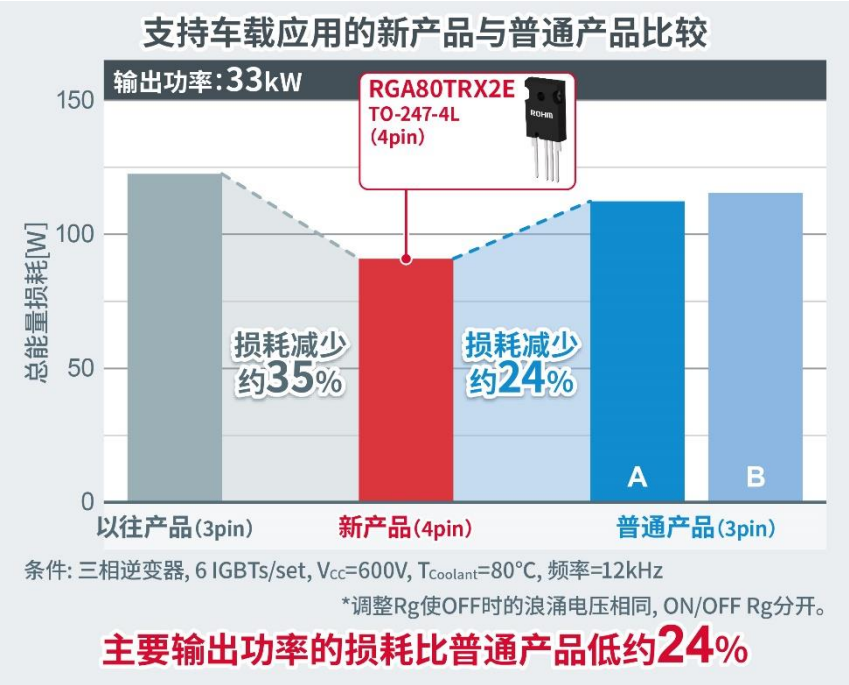

图 4：三相逆变器采用第 4 代 IGBT“RGA 系列”和以往普通产品时的比较

・适用应用示例
工业设备：工业逆变器、工业机器人
消费电子：空调、冰箱、洗衣机
车载设备：车载电动压缩机、辅助逆变器、车载 HV 加热器、OBC（车载充电器）

・EcoSiC™相关页面
EcoIGBT™产品介绍页面
EcoIGBT™相关的新闻稿一览
EcoIGBT™快速搜索页面（场截止结构的产品）

3-4. 关于 EcoMOS™

EcoMOS™是罗姆公司在功率器件领域开发的硅功率 MOSFET 品牌，专为满足节能需求的应用而设计。EcoMOS™广泛应用于家电、工业设备、车载等多种应用领域，具有丰富的产品阵容，可根据噪声性能、开关性能等多种参数，满足不同用途的产品选择需求。

例如，与普通产品相比，开关损耗减少约 30%且实现了低噪声特性的“R60xxRNx”系列，非常适用于冰箱和换气扇等注重噪声性能的小型电机驱动应用。另外，存在权衡关系的反向恢复时间（trr）和导通电阻（$R_{DS(ON)}$）同时得到改善、开关损耗比普通产品低约 17%的“R60xxVNx”系列，非常适用于处理大功率的电动汽车充电桩和服务器等的电源电路，以及日益普及的变频空调等的电机驱动应用（图 5）。

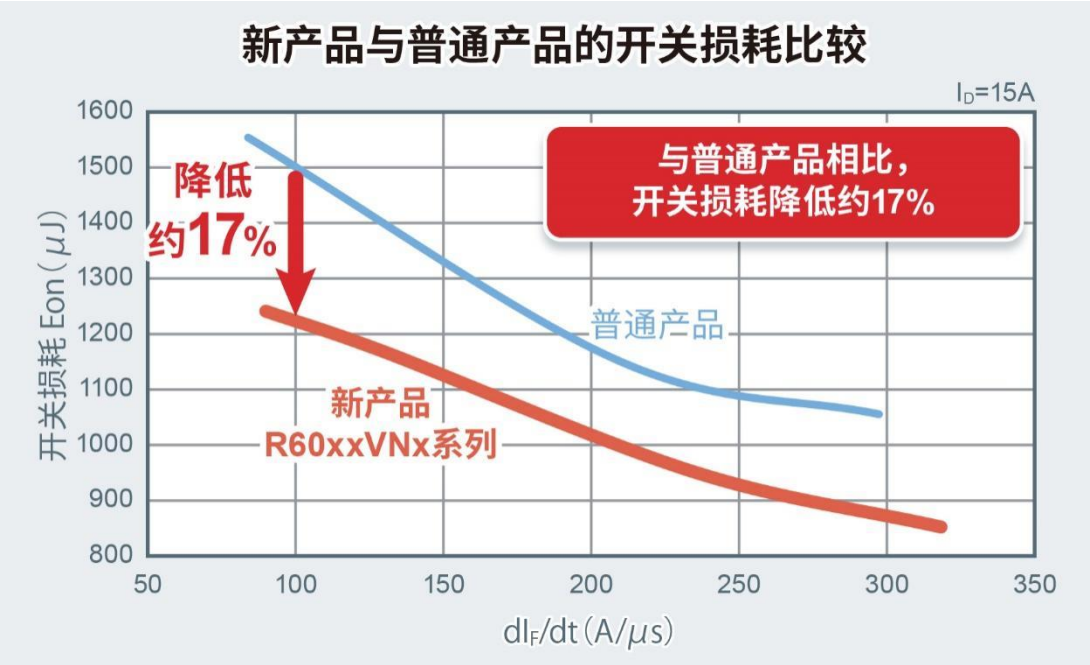

图 5：R60xxVNx 系列与普通产品的开关损耗比较

・适用应用示例
工业设备：电动汽车充电桩、光伏逆变器、服务器
消费电子：空调、冰箱、换气扇

・EcoMOS™相关页面
EcoMOS™产品介绍页面
EcoMOS™相关的新闻稿一览
Super Junction MOSFET 特设页面

4. 结语

本文介绍了组成“Power Eco Family”的四大品牌。罗姆对每一个品牌都非常注重产品开发速度、应用产品设计过程中的支持体系强化以及稳定供应等，并会考虑合作生产和联合开发等方式。通过助力应用产品的节能和小型化，为减少全球的耗电量和产品用材量贡献力量；并通过与所有利益相关者共同扩大“Power Eco Family”，为创建应用生态系统做出贡献（图 6）。

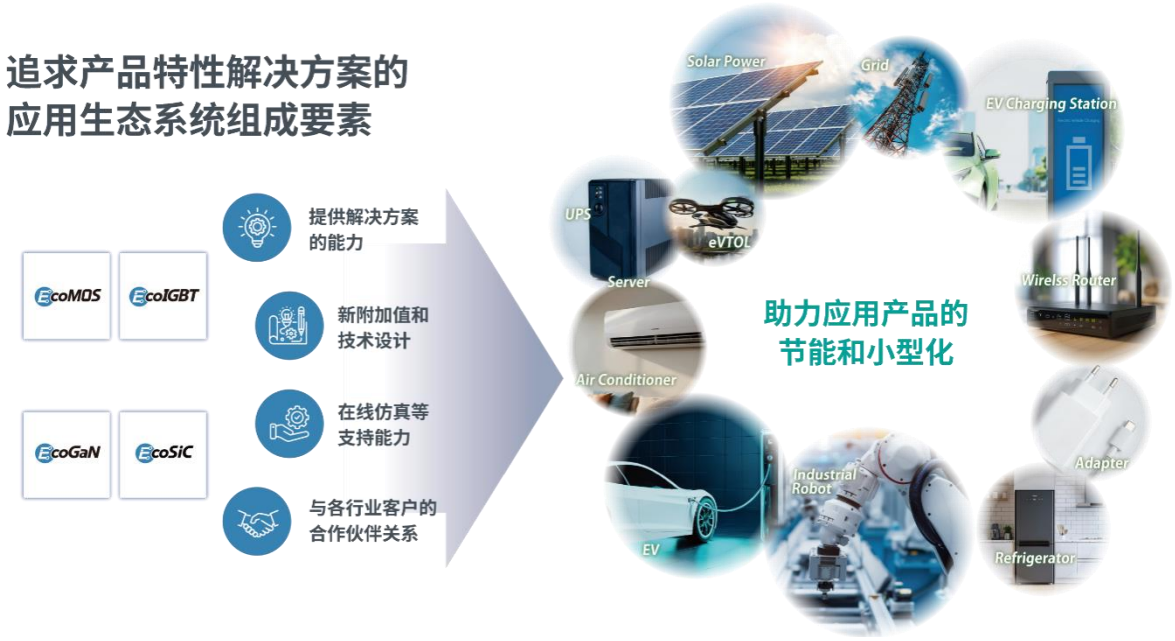

图 6：通过扩大“Power Eco Family”，构建应用生态系统

・文中的所有内容均为截至 2025 年 1 月的信息。

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2025年2月的信息，如有更改，恕不另行通知。

R2043A

Catalog No.67WP016C Rev.003 © 2024 ROHM Co., Ltd.