

ROHM 「Power Eco Family」 白皮書

# 構建功率半導體應用生態 系統電源解決方案

■文：ROHM

## 前言

近年來，全球耗電量逐年增加，在工業和交通運輸領域的成長尤為顯著。另外以化石燃料為基礎的火力發電和經濟活動所產生的 CO<sub>2</sub> (二氧化碳) 排放量增加已成為嚴重的社會問題。因此為了實現零碳社會，努力提高能源利用效率並實現碳中和，已成為全球共同的目標。

在這種背景下，ROHM( 羅姆半導體 ) 致力透過電子技術解決社會問題，專注開發在大功率應用中可提升效率的關鍵—功率半導體，並

提供相對應的電源解決方案。本白皮書將透過「Power Eco Family」的品牌理念，介紹為構建應用生態系統做出貢獻的 ROHM 功率半導體以及相關研發成果。

## 市場需求和 ROHM 的行動

近年來，隨著電動車、能量採集等眾多領域用電量的快速成長，對於各類應用中所配備的電源系統，可以實現高效率、小型化、輕量化等性能面的提升。因此市場要求功率半導體

圖 1：Power Eco Family 產品群在不同 Power Capacity × Operating Frequency 範圍的分佈圖



也要具有更高的性能和更強的嚴苛環境對應性。具體而言，就是要具備高速開關性能、低損耗和出色的散熱性能等特性。同時功率半導體的應用範圍也在不斷擴大，需求量也與日俱增。

多年來，ROHM 在功率半導體領域累積了豐富的專業經驗和技術力，其中包括了全球首次量產 SiC( 碳化矽 ) MOSFET。另外預計相關產品的市場需求會進一步擴大，ROHM 也在不斷開拓新的產品領域，比如將作為新世代半導體與 SiC 同樣備受關注的 GaN ( 氮化鎵 ) 產品投入量產。圖 1 中列出了 ROHM 功率半導體所對應的 Power Capacity ( 縱軸 ) 和 Operating Frequency ( 橫軸 ) 範圍。長期以來作為半導體材料的 Si ( 矽 )，其相對應的功率半導體包括「EcoMOS」和「EcoIGBT」。另外新世代半導體 SiC 元件「EcoSiC」涵蓋了需要超高耐壓和高速開關的市場領域；而 GaN 元件「EcoGaN」則涵蓋了需要超高速開關的市場領域。ROHM 將這四大產品群統稱為「Power Eco Family」，助力提高應用產品的性能來為構建應用生態系統做出貢獻。下面將按照品牌分別進行介紹。

圖 2：實現了業界頂級功率密度的 TRCDRIVE pack



## 構成「Power Eco Family」的四大品牌

### 1. 關於 EcoSiC

EcoSiC 是採用了因性能優於 Si 而在功率元件領域備受關注的 SiC 元件品牌。

ROHM 自 2010 年在全球率先實現 SiC MOSFET 的量產以來，已經自主開發了從 SiC 晶圓製造到元件結構、製程、封裝和品質管理方法等 SiC 元件所需的各種技術。另外 ROHM 還提供各種形式的 SiC 元件，其中包括 SiC 裸晶片、SiC SBD 和 SiC MOSFET 等 Discrete 元件及 SiC 模組。不僅如此，為滿足 SiC 市場不斷擴大的需求，ROHM 於 2023 年開始生產 8 英寸基板，並計畫從 2025 年開始量產並銷售相關元件產品。在日本宮崎縣國富町新建的宮崎第二工廠，一部分生產線已正式進入試作稼動階段。該工廠透過收購另一家公司的廠房及無塵室，實現了快速有效的投資，還獲得了日本政府經濟產業省的支援。ROHM 正在透過這些努力，不斷強化快速成長的 SiC 市場需求對應能力。

在車載設備領域，xEV 牽引逆變器對 SiC

的需求成長最快，加速 SiC 產品在相關應用中的導入。例如 2024 年 8 月，吉利的高階電動車品牌「ZEEKR」牽引逆變器採用 ROHM 裸晶片。另外 ROHM 還專注於模組開發，推出了非常適合驅動牽引逆變器的封裝型 SiC 模組 TRCDRIVE pack。該 TRCDRIVE pack 成功實現了業界頂級功率密度，有助逆變器的小型輕量化，Valeo 的次世代逆變器也已經計畫採用 (圖 2)。綜上所述，ROHM 的 EcoSiC 因具備領先業界的元件技術、靈活的商業模式和穩定的供貨體系等優勢，獲得了客戶高度好評，及全球 130 多家公司的 Design-Win。

在工業設備領域，ROHM 還針對 PV 逆變器 (太陽能發電逆變器)、EV 充電樁、DC-DC 轉換器等應用積極擴充產品陣容。目前正在開發 1,500V 系統用的 2kV 耐壓 SiC MOSFET，並計畫繼續強化對高電壓工業設備應用的支援。關於 SiC SBD，ROHM 已經擁有 650V ~ 1,700V 的 Discrete 或裸晶片等產品陣容，相關產品不僅在光伏逆變器相關應用中被廣泛採用，在電動車充電樁的 PFC 單元等應用中也越來越多被採用。此外在工業設備領域，ROHM 還正在加速建立向模組製造商提供 SiC 裸晶片的商業模式，例如加強與 SEMIKRON 在車載設備和工業設備領域的合作，並已經開始為其提供 SiC 和 IGBT 裸晶片。

在產品開發方面，ROHM 正在進行下一代、即第 5 代 SiC MOSFET 的開發，計畫於 2025 年推出。與目前的第 4 代產品相比，第 5 代產品在高溫條件下工作時的導通電阻預計會降低約 30%，有助進一步提高效率。另外 ROHM 還透過縮短產品開發週期，來快速回應市場變化並滿足客戶需求。

## 應用示例

- 工業設備：光伏逆變器、UPS (不斷電系統)、EV 充電樁、DC-DC 轉換器
- 車載設備：牽引逆變器、輔助逆變器、OBC (車載充電器)、DC-DC 轉換器

## 2. 關於 EcoGaN

EcoGaN 是透過大幅發揮 GaN 的性能，助力應用產品進一步節能和小型化的 ROHM GaN 元件品牌，該系列產品有助應用產品進一步降低功耗、實現週邊元件小型化、減少設計工時和元件數量。該品牌不僅包括 GaN HEMT 單顆產品，還包括內建控制器、搭載 GaN 的 IC 產品。另外 EcoGaN 期望成為「易用的 GaN 元件」，並促進 GaN 在各種應用中的導入。這將有助應用產品實現高效工作，進而為實現無碳社會做出貢獻。

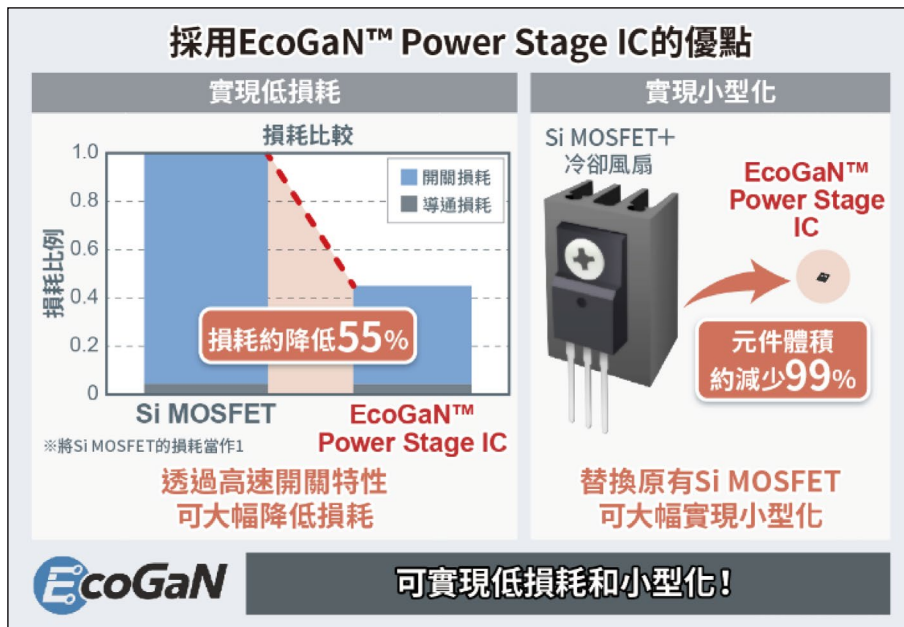
2022 年 ROHM 的第一個 EcoGaN 產品系列 150V 耐壓 GaN HEMT 實現量產，2023 年實現業界頂級元件性能 ( $R_{DS(ON)} \times C_{ISS} / R_{DS(ON)} \times C_{OSS}$ ) 的 650V 耐壓 GaN HEMT 投入量產。該產品已經被台達電子旗下品牌 Innergie 的「C4 Duo」、「C10 Duo」等 AC Adapter 採用，為 AC Adapter 的小型化和高效工作做出貢獻。

與 Si 元件相比，GaN 元件可以提高應用產品效率，並實現電感和散熱元件的小型化，但因其閘極驅動非常困難，處理難度之高已成為阻礙 GaN 元件普及的一個障礙。ROHM 不僅提高了 GaN HEMT 單品性能，還致力將其與融入 ROHM 擅長的類比技術優勢的 LSI 相結合，實現「易用的 GaN」。將 650V 耐壓 GaN HEMT 和閘極驅動器等元件一體化封裝的 Power Stage IC(SiP : System in Package) 「BM3G0xxMUV-LB」就是第一款根據該理念

所開發並實現量產的產品 (圖 3)。該產品可輕鬆替換現有的 Si MOSFET，而且可使元件體積減少約 99%，功率損耗減少約 55%。今後 ROHM 還計畫開發採用超高速脈衝控制技術 Nano Pulse Control 的 GaN 驅動用控制器 IC 等產品，加速普及「易用的 GaN 元件」，為進一步提高電源效率貢獻力量。此外 ROHM 還計畫將配備功率因數校正電路 (PFC) 的 Power Stage IC 和配備半橋電路的產品投入量產，預計到 2026 年 ROHM 將可以提供融合 GaN HEMT、閘極驅動器 IC 和控制器 IC 於一體的整合型解決方案。另外在 EcoGaN 專頁 (英文) 中，也同時公開了包括開發中產品在內的最新 EcoGaN 解決方案相關資訊。

預計 GaN 元件市場將在 2020 年代後半開始出現快速成長，有望被廣泛運用於車載領域的 OBC 等應用。在車載 GaN 元件的開發和量產方面，ROHM 計畫透過各種行動，比如與台積公司 (TSMC) 建立合作夥伴關係、靈活利用委外代工和 OSAT，來加速車載 GaN 元件的量產上市。

圖 3：Power Stage IC 的優勢



### 應用示例

- 工業設備：伺服器電源、基地台電源
  - 消費電子：AC Adapter (USB 充電器)、無線路由器
  - 車載設備\*：OBC (車載充電器)、DC-DC 轉換器
- \* 車載產品目前正在開發中，預計於 2026 年起生產。

### 3. 關於 EcoIGBT

EcoIGBT 是 ROHM 所開發的 IGBT 產品，包括元件和模組在內的產品名稱，非常適用於對耐壓能力要求高的功率元件領域。目前 IGBT 的性價比優於 SiC MOSFET，因此在注重成本的大功率應用、和不要求小型化的應用市場中，其需求量依然很高。ROHM 預計今後 IGBT 市場將會持續擴大，因此正在積極進行相關的技術研發。

ROHM 於 2010 年開始進行 IGBT 的研發，並於 2012 年開始量產。目前已經在包括日本滋賀工廠在內的多個生產據點進行生產。2024

年 ROHM 推出了最新一代 (第 4 代) 的 IGBT 產品 — 1,200V 耐壓「RGA 系列」(圖 4)。該產品實現了業界頂級特性，與傳統產品相比，功率損耗減少了 35%，短路耐受時間提高到 10 $\mu$ s，因此已被車載電動壓縮機和工業逆變器等採用或考慮採用。另外該產品也已成功導入 SEMIKRON-Danfoss 功率模組。

對於 IGBT 而言，如何優化特定應用所需要的特性



是非常重要的。例如汽車空調的電動壓縮機相關產品注重短路耐受能力，光伏逆變器等產品則需要減少開關損耗。ROHM 為了充分平衡這些產品特性，正在根據應用需求對元件結構和雜質濃度等進行精細調整，以設計出滿足客戶需求的產品。今後 ROHM 還計畫推出 650V 耐壓的「RGE 系列」和「RGH 系列」等新產品系列，以滿足眾多應用（比如車載 OBC、光伏逆變器等工業設備和空調等消費電子產品）的需求。另外 ROHM 還致力開拓將 IGBT 和閘極驅動器 IC 相結合的 IPM（智慧功率模組）市場，透過功率損耗和雜訊更低的產品，強化在 IPM 市場的競爭力。

ROHM 也已經著手開發第 5 代 IGBT，目標是在 2026 年到 2027 年推出新產品。第 5 代產品不是現有技術的延伸，而是透過全新元件結構來進一步提高性能。關於 IGBT 市場，雖然受到 SiC 元件逐漸普及的影響，但 ROHM 認為在工業設備和車載設備為主的市場中 IGBT

仍會持續成長，因此計畫在未來持續擴大 EcoIGBT 的產品陣容。

#### 應用示例

- 工業設備：工業逆變器、工業機器人
- 消費電子：空調、冰箱、洗衣機
- 車載設備：車載電動壓縮機、輔助逆變器、車載 HV 加熱器、OBC（車載充電器）

#### 4. 關於 EcoMOS

EcoMOS 是 ROHM 所開發耐壓在 600V 以上的 Si MOSFET，是包括元件和模組在內的品牌名稱，非常適用於功率元件領域對耐壓能力要求高的應用。EcoMOS 採用的是在保持耐壓能力的同時，可降低導通電阻 ( $R_{DS(ON)}$ ) 並減少閘極電荷 (Qg) 的 Super Junction 技術。

EcoMOS 適用於冰箱、電動車充電樁和伺服器電源等眾多應用。由於這些產品有很多參數（比如重視雜訊性能或開關性能等不同性能

的參數），ROHM 提供的產品陣容豐富，客戶可以根據需求進行靈活選擇。例如與市場競品相比，開關損耗減少約 30% 且實現了低雜訊特性的「R60xxRNx」系列，非常適用於冰箱和換氣扇等注重雜訊性能的小型馬達驅動應用。另外存在權衡取舍關係的反向恢復時間 (trr) 和導通電阻 ( $R_{DS(ON)}$ ) 同時得到改善、開關損耗比市場競品降低約 17% 的「R60xxVNx」系列，非常適用於處理大功率的電動車充電樁和伺服器電源電

圖 4：三相逆變器採用第 4 代 IGBT「RGA 系列」和傳統市場競品的比較

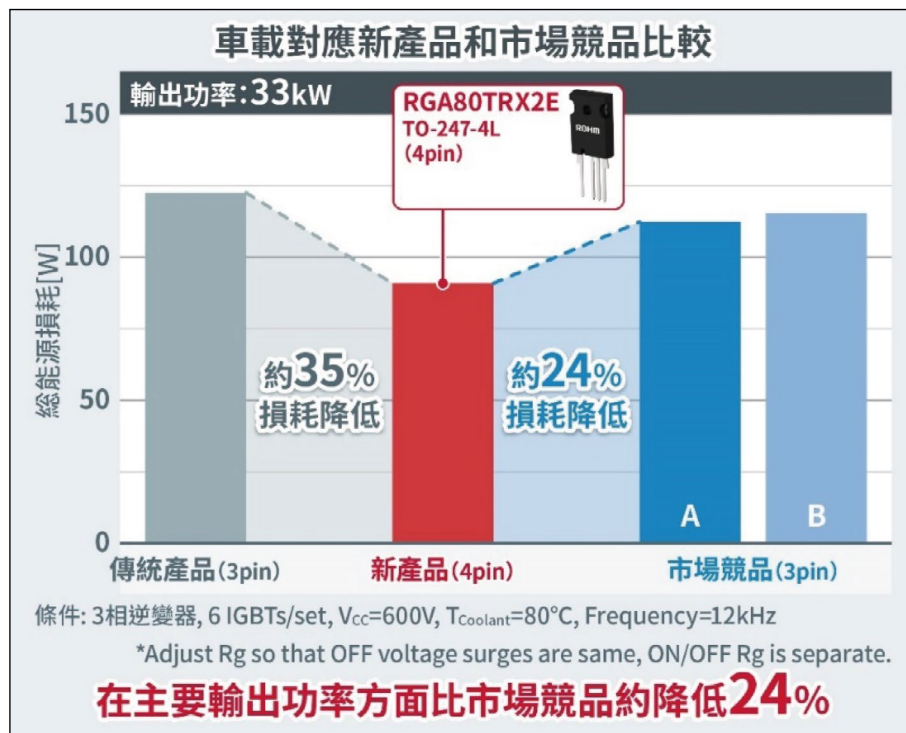
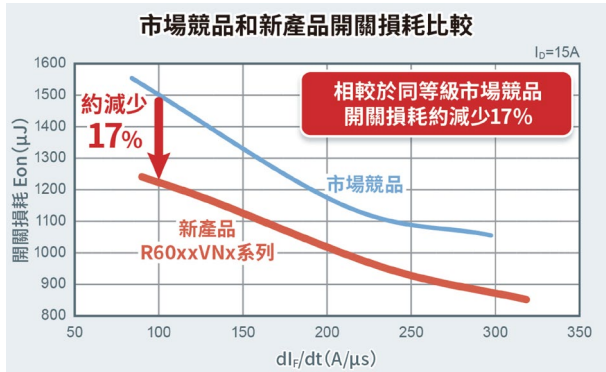


圖 5：R60xxVNx 系列與市場競品的開關損耗比較



路，以及日益普及的變頻空調等的馬達驅動應用 (圖 5)。

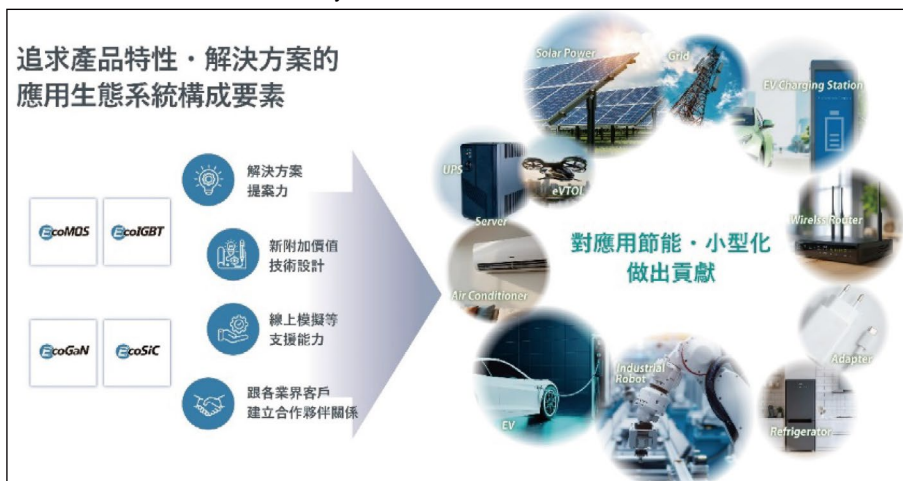
### 應用示例

- 工業設備：電動車充電樁、光伏逆變器、伺服器
- 消費電子：空調、冰箱、換氣扇

### 結語

本文介紹了構成「Power Eco Family」的四大品牌產品。ROHM 對每一個品牌都非常注重產品開發速度、應用產品設計過程中的支援體系強化以及穩定供貨，並考慮合作生產和聯合開發。透過助力應用產品節能和小型化，為減少全球的耗電量和產品原料量貢獻力量。

圖 6：透過擴大「Power Eco Family」產品線，構建應用生態系統



透過與所有利益相關者共同擴大「Power Eco Family」產品線，為構建應用生態系統做出貢獻 (圖 6)。

(文中所有內容均為截至 2025 年 1 月的資訊。)

### 附錄：

#### EcoIGBT 相關網頁

- EcoIGBT 產品介紹：<https://www.rohm.com.tw/products/igbt>
- EcoIGBT 快速搜尋網頁 (場截止溝槽型產品)：<https://www.rohm.com.tw/products/igbt/field-stop-trench-igbt#easyPartFinder>

#### EcoMOS 相關網頁

- EcoMOS 產品介紹：[https://www.rohm.com.tw/products/mosfets/high-voltage?page=1&DrainSourceVoltage\\_num=600.0|650.0|800.0#videoAndCatalogData](https://www.rohm.com.tw/products/mosfets/high-voltage?page=1&DrainSourceVoltage_num=600.0|650.0|800.0#videoAndCatalogData)
- Super Junction MOSFET 專頁：<https://www.rohm.com.tw/support/super-junction-mosfet>

#### EcoGaN 相關網頁

- EcoGaN 產品介紹：<https://www.rohm.com.tw/products/gan-power-devices>
- EcoGaN 專頁 (英文)：<https://www.rohm.com/support/gan-power-device>

#### EcoMOS 相關網頁

- EcoMOS 產品介紹：[https://www.rohm.com.tw/products/mosfets/high-voltage?page=1&DrainSourceVoltage\\_num=600.0|650.0|800.0#videoAndCatalogData](https://www.rohm.com.tw/products/mosfets/high-voltage?page=1&DrainSourceVoltage_num=600.0|650.0|800.0#videoAndCatalogData)
- Super Junction MOSFET 專頁：<https://www.rohm.com.tw/support/super-junction-mosfet>