



# ROHM面向AI服务器 800VDC构成解决方案

## 【目录】

- 0. 摘要
- 1. [引言](#)
  - 1-1) 市场动向
- 2. [800VDC 构成的需求](#)
  - 2-1) 现有构成的局限
  - 2-2) 侧边柜 (Sidecar Racks) 与电源组件 (PSU) 的进化
  - 2-3) 800VDC 构成的优点
- 3. [面向 800VDC 构成推荐拓扑](#)
  - 3-1) 功率器件的特点
  - 3-2) 800VDC 构成概要
  - 3-3) Power Source
  - 3-4) IT Rack
  - 3-5) 推荐部品
  - 3-6) SiC Power Module
- 4. [ROHM 的 800VDC 方案的优点](#)
  - 4-1) EcoSiC™ Technology
  - 4-2) EcoGaN™ Technology
- 5. [附录](#)
  - A-1) DC Link 电容的选用注意点
  - A-2) 仿真技术支持

## 0. 摘要

AI 服务器的需求在持续增加。现有方案构成中，伴随持续增加的 GPU 的功率，配线中的电流也成比例的增加，由此引起的配线损耗和发热也在增大。为解决这一问题，有必要考虑提高供电电压，降低配线中的电流。以此目的，800VDC 构成引发关注。本构成由 NVIDIA 率先推出，改善的效率和功率密度的提升之外，实现铜配线材料的减少，对环境改善有良好效果。罗姆能够为 800VDC 构成的电源供给部提供必要的各种功率器件。将 ACDC 转换部分从以往的集中电源部分 (PSU) 移至 Server Rack 外部的 side-rack，仅保留给 Main Board 供电的 DC/DC 部分。

- AC/DC 部分称为 Power Source，重要指标是效率的改善。
- DC/DC 部分称为 IT Rack，为增加 Main Board 的有效区域，最重要的指标是功率密度。

依据罗姆的推算，Power Source 部采用 SiC，IT Rack 部采用 GaN 的构成，可以实现性能的最大化目标。本 White Paper 中，介绍了各功能块的损耗估算、基板尺寸的估算结果。最后，对罗姆的 SiC, GaN 等产品的特点及市场的采用实绩也进行了说明。

## 1. 引言

### 1-1) 市场动向

AI 硬件的急速成长，带来了数据中心对电力设施前所未有的负荷压力。Server Rack 单位消耗功率由数十~数百 kW 向 MW 级别的规模扩展，现有的 48VDC 配电系统，以达到其物理性的、经济性的极限。

为解决这一课题，业界在推动引入更高电压配电系统，特别是 800VDC 构成作为有力的解决方案引起广泛关注。

这一跨世代的方式，对设想中未来 MW 级的“AI Factory”进行设计，从根本上重新构筑数据中心的电力系统，实现效率的提升和铜配线的大幅度减少。如此，800VDC 是实现 AI 设施根本的再构筑、效率的最大化、可持续性的提高、扩展性的提升的构成。

#### ● 现有构成的局限

AI 硬件的高速进化，引发数据中心内的消耗功率和功率密度要求急速增加。短短数年间，AI 加速器对电力系统的需求由 100W 激增至 1000W 以上，Server Rack 的单位消耗功率也由 20~30 kW 扩大至 100kW 以上，预计不久的将来会达到 500kW。在此状况之下，现有的电源供给方式已经接近其物理的·实用的极限。

#### ● AI 服务器依据用途电力需求的增加

高性能 AI 服务器，特别是 GPU 消耗功率的急速增长，需要数据中心的电力供给方式进行根本性的改变。以往的多阶段转换方式下，能量损耗大，高效率的电力供给越来越困难。

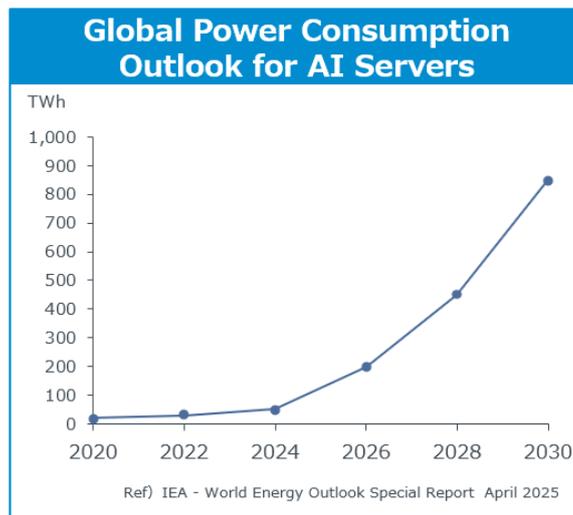


图 1. AI 服务器的世界电力需求预测

- 为提升效率减少转换段数

高电压 DC 配电，是对电力供给效率化的革命性的解决方案。转换段数限制在最小程度，可以实现 800VDC 系统全体的效率提升、部品数量的减少、运行风险的降低。

- 与可再生能源的整合

为满足下一代数据中心的电力需求，太阳能和风力发电等可再生能源的灵活使用不可或缺。800VDC 系统为可再生能源直接整合进入配电系统提供了理想的框架，可持续性的提升和电力供给效率的改善得以同时实现。

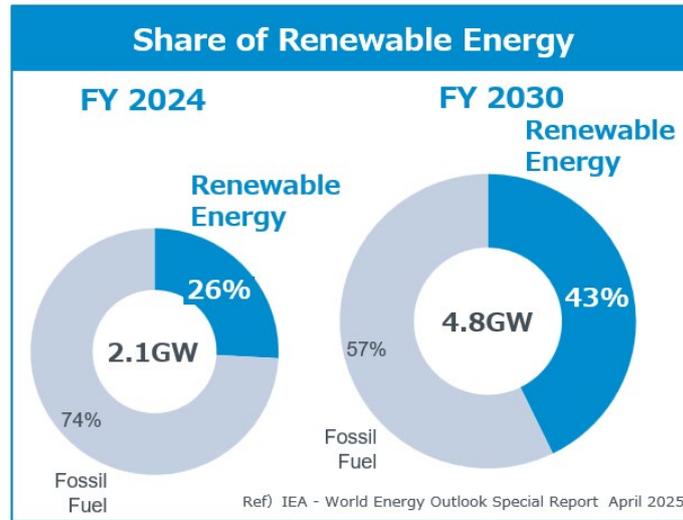


图 2. 可再生能源的占比

- 高密度 AI Server Rack

Server Rack 数量增加之外，现代的数据中心也在推动 Rack 的高密度化。即每个 Rack 中装载更多的 CPU、GPU、功能 Board，在有限的物理空间内，谋求计算能力最大化的方式。

针对上述全部的用途，SiC 及 GaN 的半导体承担了重要的任务。

## 2. 800VDC 构成的需求

### 2-1) 现有构成的局限

现有的电压配电系统（例：48V 或 12V）应对 AI 高性能计算（HPC）的工作负荷的要求越发困难。伴随 Server Rack 单位电力需求超过 100kW，以下所述的重大课题日益显现：

- **过多的能量损耗:** 低电压提供高功率供给时需要非常大的电流，配线阻抗损耗 ( $P_{loss} = I^2R$ ) 显著。由此产生的能量损耗和发热增大。
- **物理的制约:** 大电流需要粗重的铜质线缆，会占用 Rack 内宝贵的空间，限制空气流通，导致材料费及设施费用大幅增加。
- **扩展性的限制:** 对于现代 AI 服务器 Rack 超过 100kW 的极端功率需求，现有的构成其功率密度达到了物理的·实用的极限。

### 2-2) 侧边柜 (Sidecar Rack) 与电源组件 (PSU) 的进化

为克服上述的局限因素，数据中心业内在推动向更具效率的电力供给模型发展。其中侧边柜 (Sidecar Rack) 构成成为核心的一点，具有以下优势：

- **Rack 密度的提高:** AC/DC 转换组件 (PSU) 由主 Server Rack 移至专用的 Sidecar Rack 设置，IT 机器及高效的冷却系统预留空间得以确保。
- **效率性及简洁度的提高:** Sidecar Rack 构成由 800VDC 等高电压下进行电力供给，降低的必要的电流，配电得以简化，效率也能得以提高。

### 2-3) 800VDC 构成的优点

800VDC 构成，作为面向下一代 AI 设施设计的，革命性的构成，主要有以下的优点：

- **最大效率的实现:** 13.8kV AC Grid 电压在数据中心入口处直接转换为 800VDC，排除中间转换段，能够实现系统整体电力效率最大 5%<sup>\*1</sup> 的提升。
- **减少铜用量:** 将电压提高一倍，输送相同功率所需的电流就会减半。这使得可以使用更细的电缆，从而将铜用量减少多达 45%<sup>\*1</sup>，降低成本的同时减轻电缆重量、减小体积，并提高冷却效率。
- **支持极高功率密度:** 800 V 直流系统经过专门设计，能够安全高效地处理最严苛的人工智能工作负载，每个机架的功率可超过 1 兆瓦。

\*1: 参考来源: [NVIDIA 800VDC Architecture Will Power the Next Generation of AI Factories](#)

### 3. 面向 800VDC 构成的推荐拓扑

#### 3-1) 功率器件的特点

罗姆能提供针对 800VDC 构成中实现高效率、高功率密度所必需的 SiC 和 GaN 器件。能有效发挥各器件特长的应用如图 3 所示。EcoSiC™ 是针对高功率应用的有效产品。另一方面，EcoGaN™ 能够实现超高频率的开关性能。

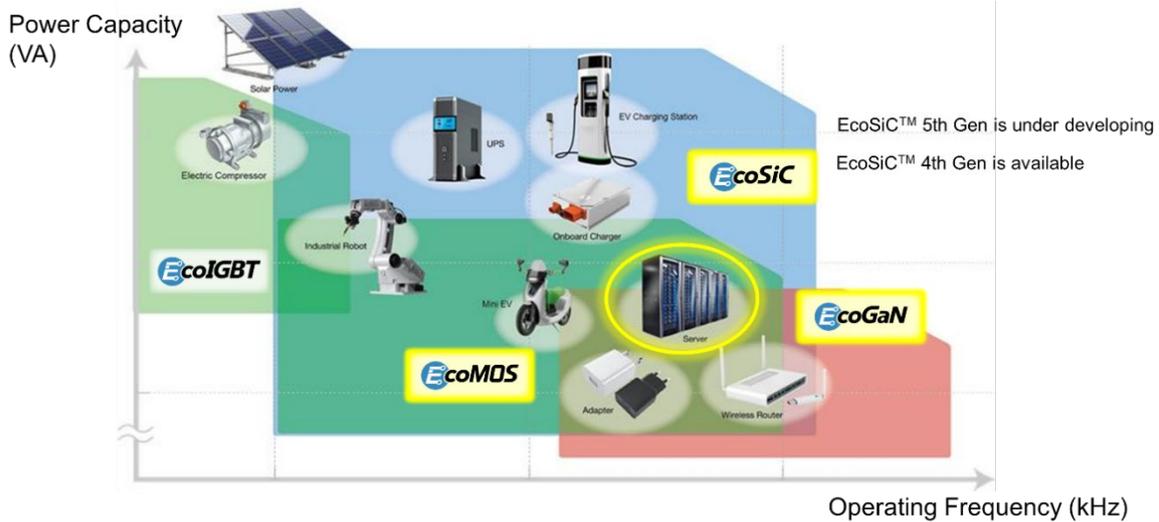


图 3. 适用应用范围 (Eco Family)

EcoSiC™ 在高功率领域优势的理由是，SiC 作为单体元件，低导通阻抗且能够供应大电流。基于这一特性，服务器中高功率需求的领域中，SiC 器件是最优选择。

另一方面，EcoGaN™ 在高频率工作领域有优势。EcoGaN™ 采用 HEMT 构造，与 SiC 相比 Qg、Qoss 值可以做到更小。即降低驱动功率，能够实现高频率工作。通过工作频率提升，可实现外围的小型化，从而能够提升整体的功率密度。

### 3-2) 800VDC 构成的概要

800VDC 构成中，AC/DC 转换段由 Server Rack 移至专用的 Power Source Rack (图 4)。这一构成的改变，使比现有系统更具效率的拓扑的引入成为可能。

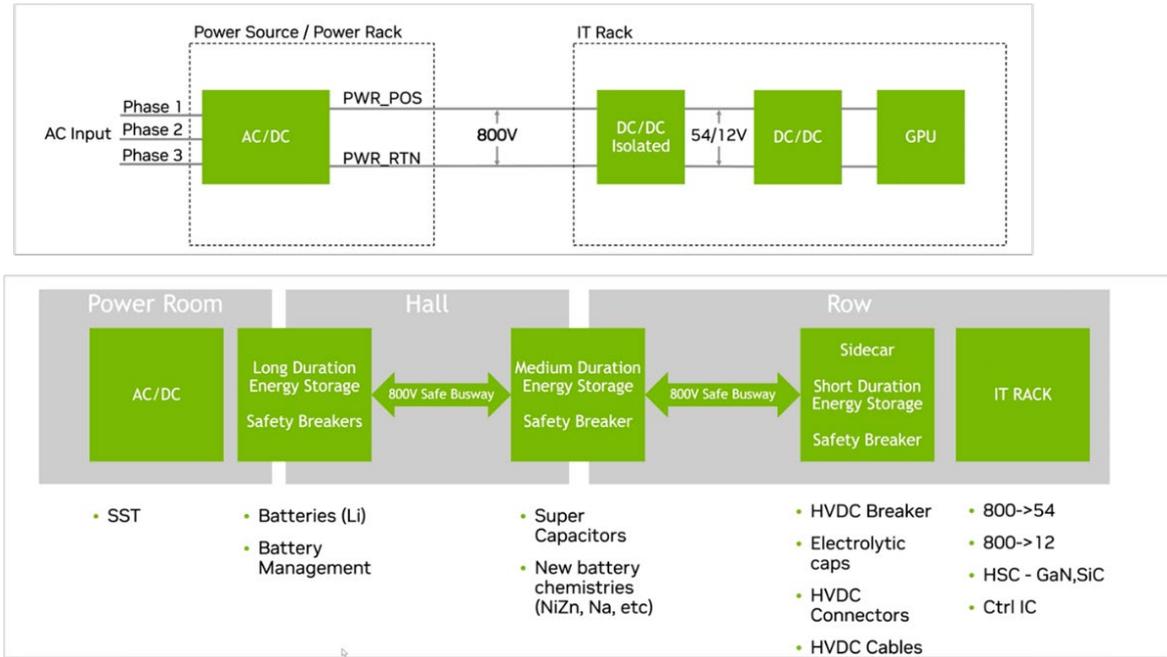


图 4. 800VDC 构成的框图

### 使用 SiC 的 800VDC 构成

SiC 功率器件, 作为宽禁带半导体具有优越的性能, 因此在工业机器或电动车市场得到广泛采用。追求高功率且高效率的 AI 服务器系统中, SiC 所具有 1200V 的高耐压特性, 使其非常适合 800VDC 构成。

罗姆能提供包括高性能封装及模块在内，实现功率密度最大化的全面性的电源解决方案。

以下针对 Power Source (AC/DC 转换部) 及 IT Rack (DC/DC 转换部) 最适用的拓扑构成进行说明。



图 5. 800VDC 构成的电源系统图

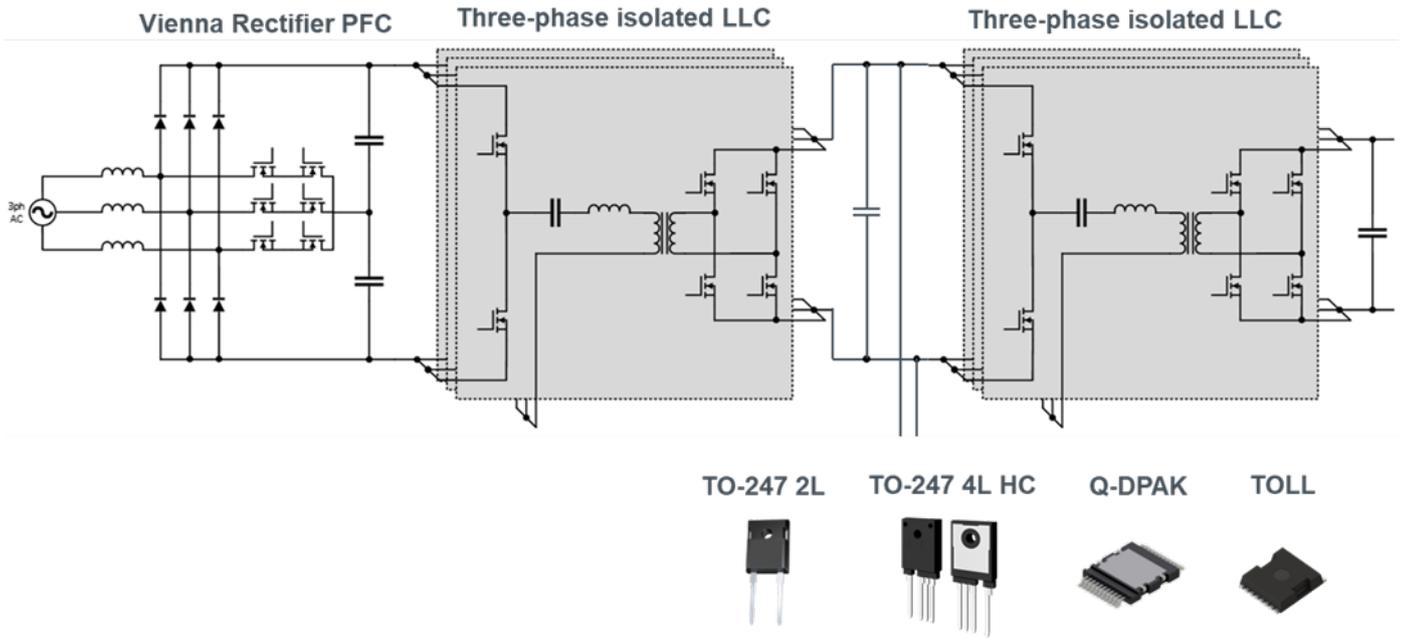


图 6. 800VDC 电路图

### 3-3) Power Source

现有的 AC/DC 转换部，通常输出范围在 20kW~33kW，今后会向更高功率化方向发展。800VDC 系统中，罗姆将 Vienna 整流器实现 PFC（功率因数改善）与三相绝缘型 LLC Converter 的组合作为最适用的 AC/DC 拓扑进行推荐。（图 7）。

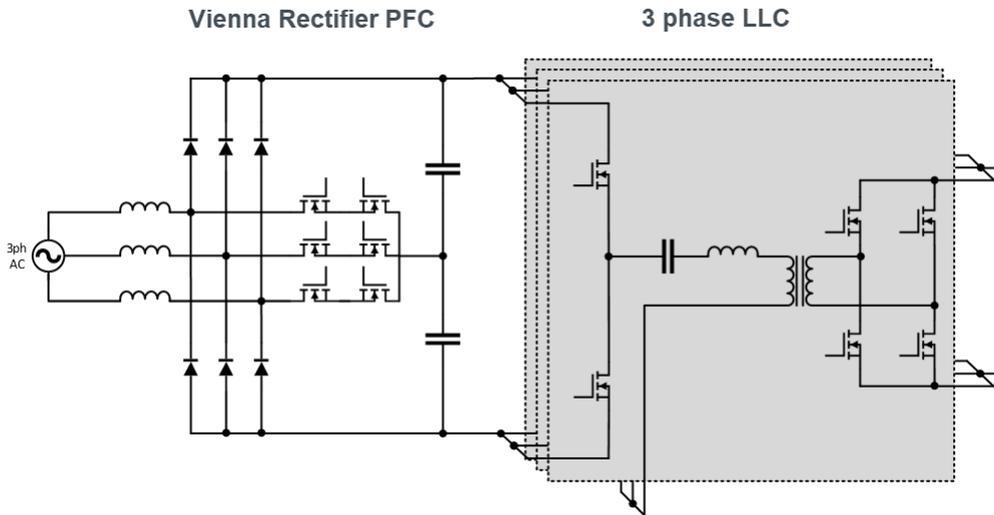


图 7. Vienna 整流器 + 三相 LLC Converter 回路图

Power Source 由三相 400Vac 输入通过 Vienna 整流器转换为 800Vdc 的 AC/DC，由 LLC Converter 绝缘转换器输出 800Vdc。Power Source 段要求高效率。

Vienna 流器采用三电平配置运行，与传统的两电平脉宽调制 (PWM) 整流器 (B6) 相比，施加于开关元件上的最大电压仅有一半因此减少了开关损耗，并能够使用更低导通电阻、更低电压的元件，从而提高效率。此外，三电平配置使电感两端的电压变化更小，从而降低了纹波电流和噪声。

Vienna 整流器中使用的二极管，需要 1200 V 的额定电压和出色的恢复特性，这使得碳化硅肖特基势垒二极管成为理想之选。与硅快恢复二极管不同，碳化硅肖特基势垒二极管是单极性的，不会积累少数载流子，从而消除了恢复损耗 (图 8)。

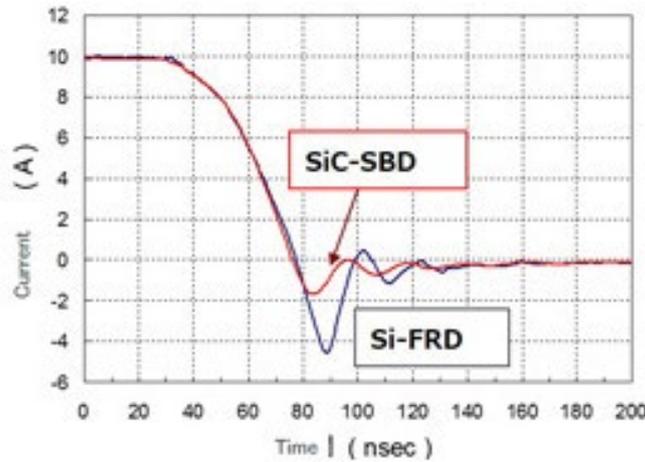


图 8. 反向恢复电流波形 (Si FRDs and SiC SBDs)

Vienna 整流器对于双向开关，通常使用背对背配置的 650V 或更高额定电压的器件。这种配置会使导通电阻加倍，因此低导通电阻和快速开关特性至关重要。罗姆的 750V 耐压 SiC MOSFET 适应这些要求，将业界领先的低导通电阻与高速开关性能相结合，能提供最优化的产品。(见图 22 推荐器件清单)

罗姆还提供一种 DOT-247 封装，将两个碳化硅 MOSFET 以共源极配置集成在一起。优化的设计降低了寄生电感，从而实现高速开关，同时由于所需组件少于传统的分立式实现方式，有助于实现小型化。(图 24 详细：参考模块方案)

图 9 展示了 Vienna 整流器的转换效率和功率损耗的仿真结果。请注意，仿真考虑了功率器件的损耗，但未计入诸如电抗器和电容器等外围组件的损耗。所有仿真计算均使用 PLECS® 完成。此方法适用于后续的所有仿真分析。结果表明，在高达 50kW 的输出功率下，转换效率超过 99%。图 10 则详细列出了在 33kW 输出功率下，SiC MOSFET (导通损耗 + 开关损耗) 和 SiC SBD (导通损耗) 的功率损耗情况。

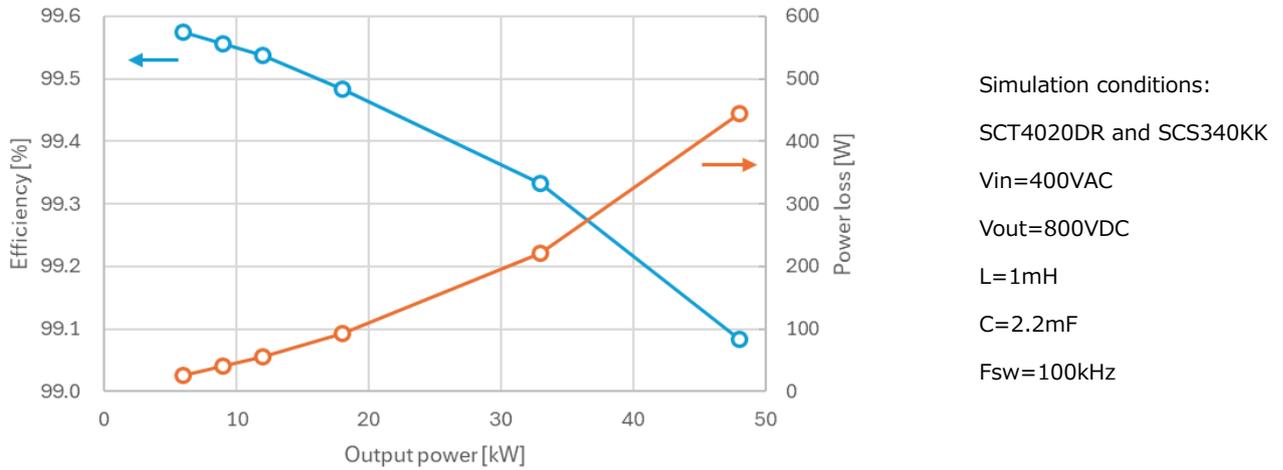


图 9. Vienna 整流器仿真结果 (效率和功率器件损耗)

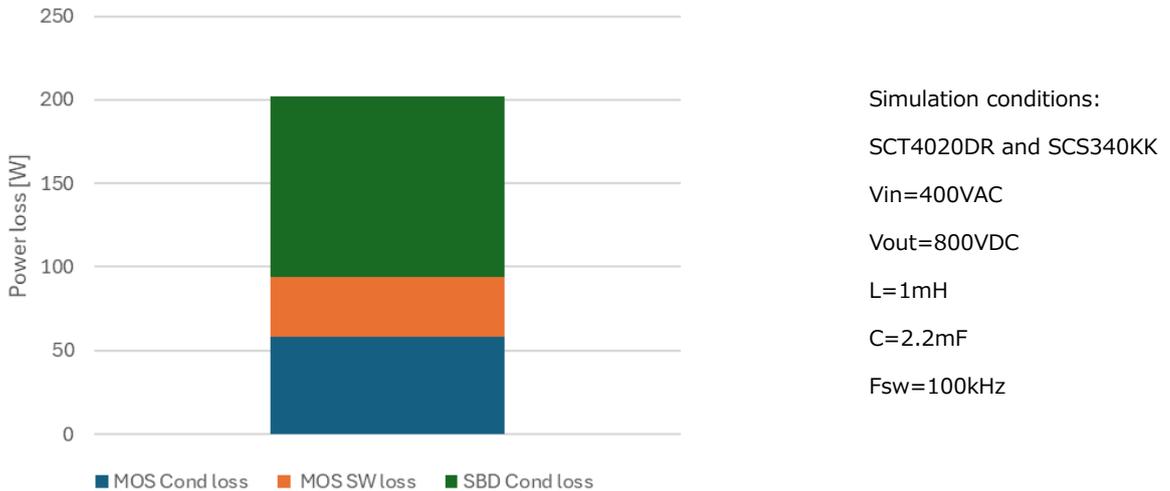


图 10. Vienna 整流器损耗分解结果 (Pout=33kW)

三相 LLC 转换器利用谐振操作来降低 MOSFET 导通时的开关损耗, 从而实现高效功率转换。罗姆推荐在初级和次级均使用 1200V 额定值的碳化硅 MOSFET。

尽管零电压开关 (ZVS) 操作消除了导通损耗, 但初级侧器件在关断时仍会经历硬开关。因此, 采用快速开关的碳化硅 (SiC) MOSFET 是提高效率的理想选择。

图 11 展示了在规定工作条件下三相 LLC 转换器的转换效率和功率损耗的仿真结果。为优先考虑效率, 变压器的励磁电感有意设置得较高, 这使得进一步提高效率变得困难。该设计在 33kW 输出时效率约为 99.5%。图 12 列出了 33kW 输出时初级侧 SiC MOSFET (关断损耗和导通损耗) 和次级侧 SiC MOSFET (导通损耗) 的功率损耗分解情况。关断损耗占比大约 60% 的总电路损耗, 这突显了关断损耗对 LLC 转换器效率的显著影响。

应当注意的是，本仿真中所采用的大励磁电感设置需要谨慎考虑。虽然这种方法能够降低初级侧 MOSFET 的导通损耗和关断损耗，但也会降低负载响应和线路调节性能。因此，在最终确定 LLC 转换器的设计之前，设计人员必须评估这种权衡是否符合整个系统要求。

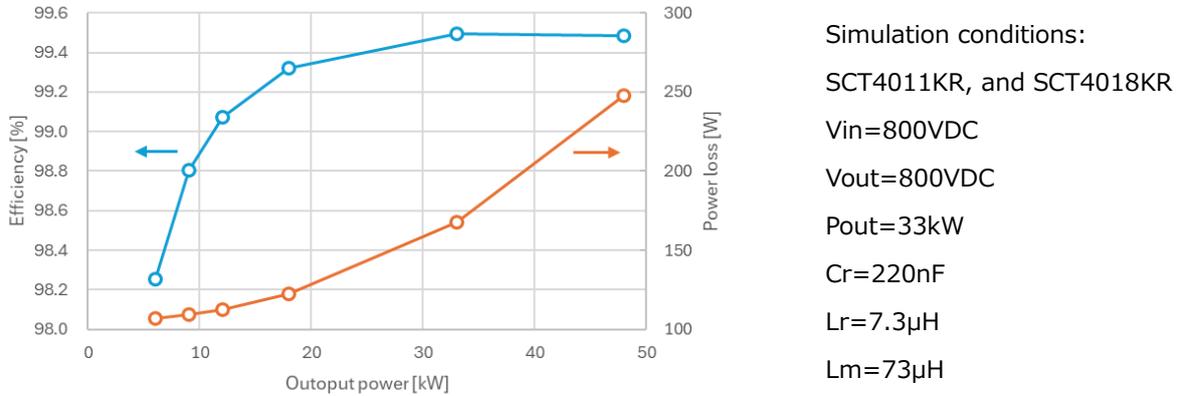


图 11. 三相 LLC 转换器仿真结果 (效率和功率器件损耗)

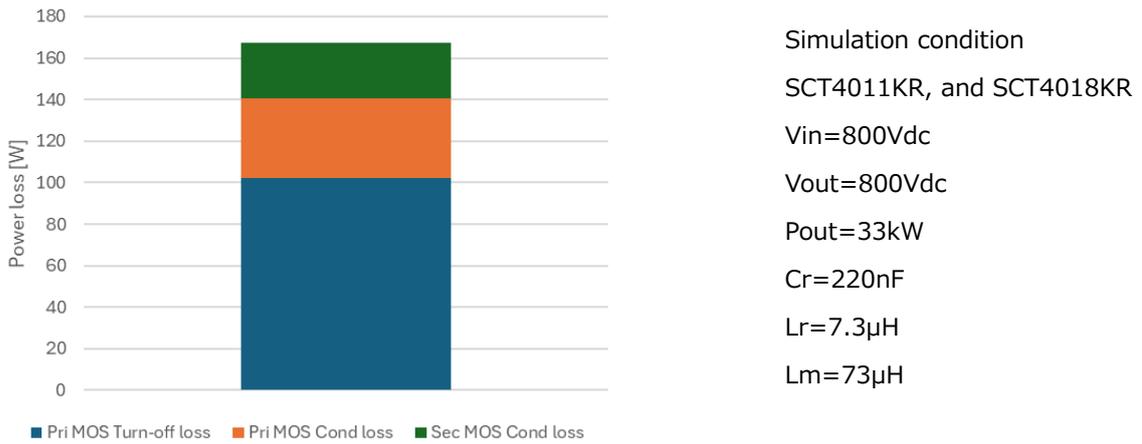


图 12. 三相 LLC 转换器损耗分解结果 (Pout=33kW)

罗姆目前正在开发第五代碳化硅 MOSFET，其高温时的比导通电阻相较于第四代产品降低了约 30%。这使得在人工智能服务器严苛的高温、重载环境中能够实现低损耗运行。此外，负栅极电压偏置额定值 (Vgsn) 的扩大支持低至 -5V 的运行 (Vgsn 直流额定值为 -7V)，通过更快的关断操作进一步降低损耗。Pout=33kW，环境温度(Ta)为 100°C时，第五代 MOSFET 相较于第四代器件可将总损耗（传导损耗 + 开关损耗）降低约 33%，有助于提高整体效率。如图 13 所示。

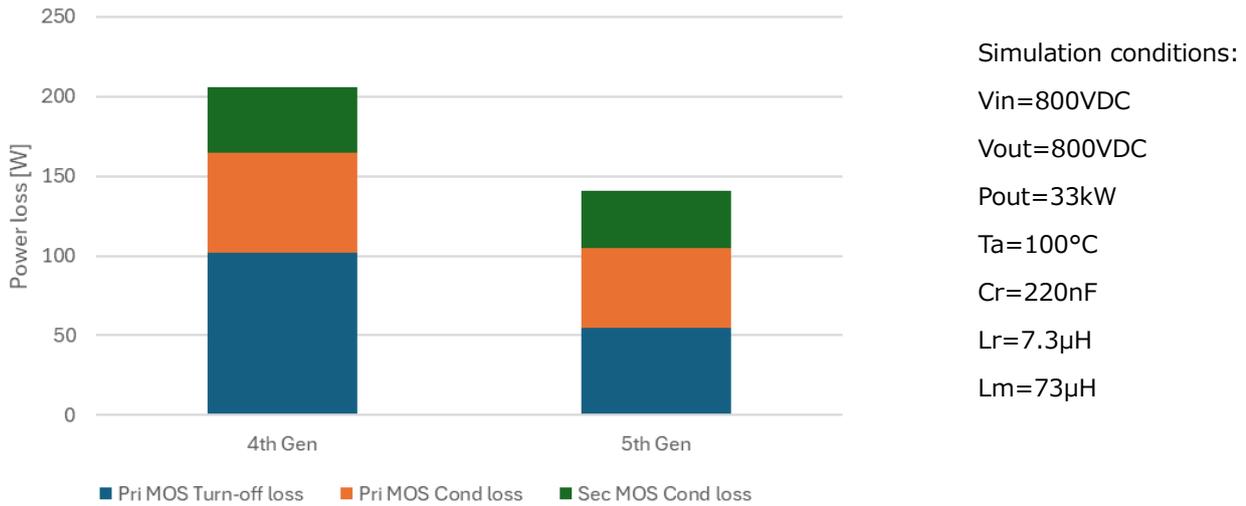


图 13. 4<sup>th</sup> Gen and 5<sup>th</sup> Gen MOSFETs 损耗比较 (三相 LLC 转换器 Ta=100°C)

### 3-4) IT Rack (机架)

要将分配到服务器机架的 800V 直流母线电压降至下游供电电压, 需要一个隔离式 DC/DC 转换器模块。由于该模块安装在机架内部, 因此提高功率密度 (即单位体积的输出功率) 是关键的设计指标。罗姆推荐采用三相 LLC 转换器拓扑结构 (图 14) 来实现所需的功率密度。

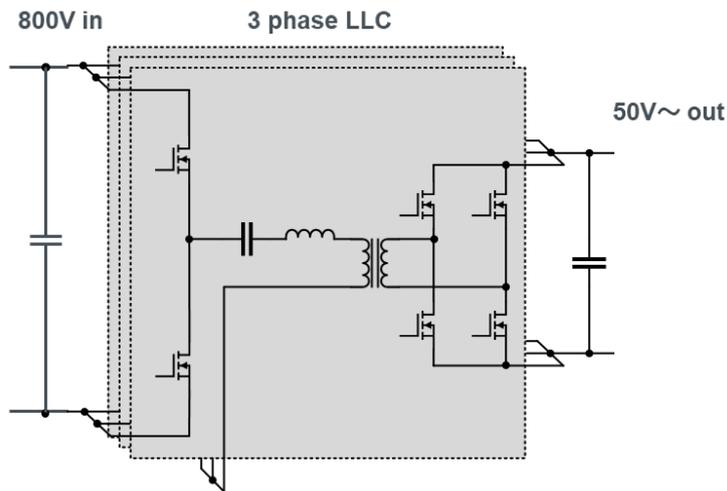


图 14. 三相 LLC 转换器电路图(IT Rack)

罗姆推荐在 LLC 转换器的初级侧电路中使用 1200V 碳化硅 MOSFET。其低开关损耗有助于提高开关频率, 从而能够减小无源元件的尺寸并提高 IT Rack 整体功率密度。

对于次级侧同步整流, 罗姆建议使用耐压 80V 或更高的硅 MOSFET, 以确保高效的电压转换和可靠的运行。图 15 展示了三相 LLC 转换器 (不包括电抗器等的损耗) 的转换效率和功率损耗, 而图 16 则详细列出了功率损耗, 仅关注功率器件的损耗。

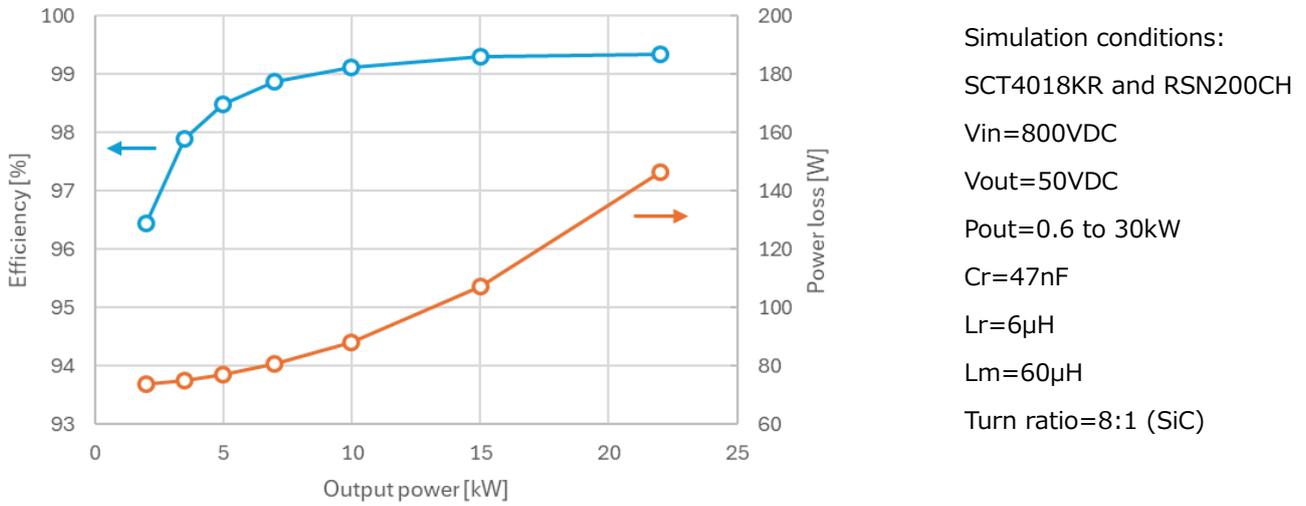


图 15. 三相 LLC 转换器仿真结果 (效率和功率器件损耗)

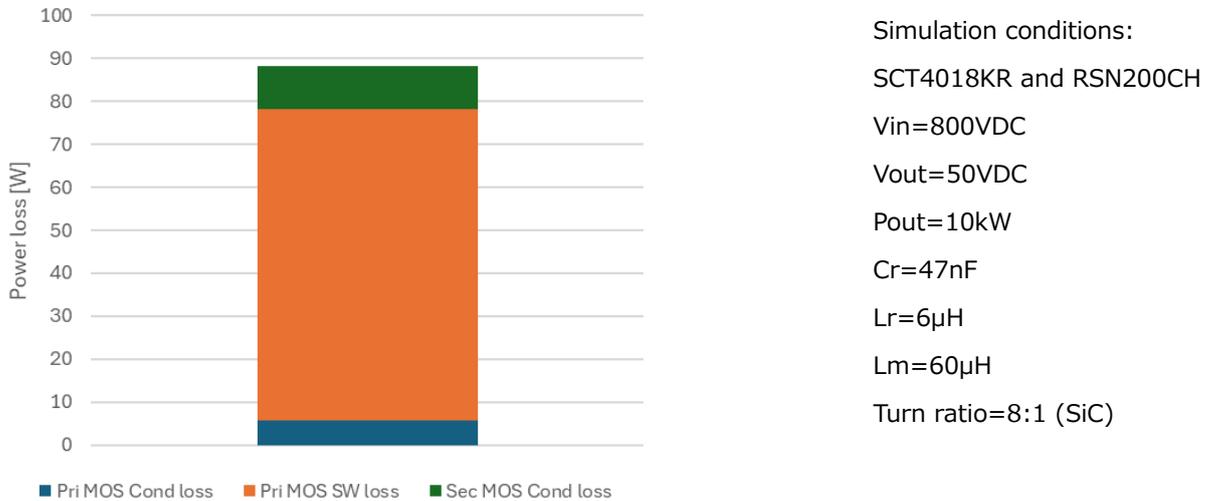


图 16. 三相 LLC 转换器损耗分解结果

在 10 千瓦输出时转换效率与开关频率之间的关系如图 17 所示。

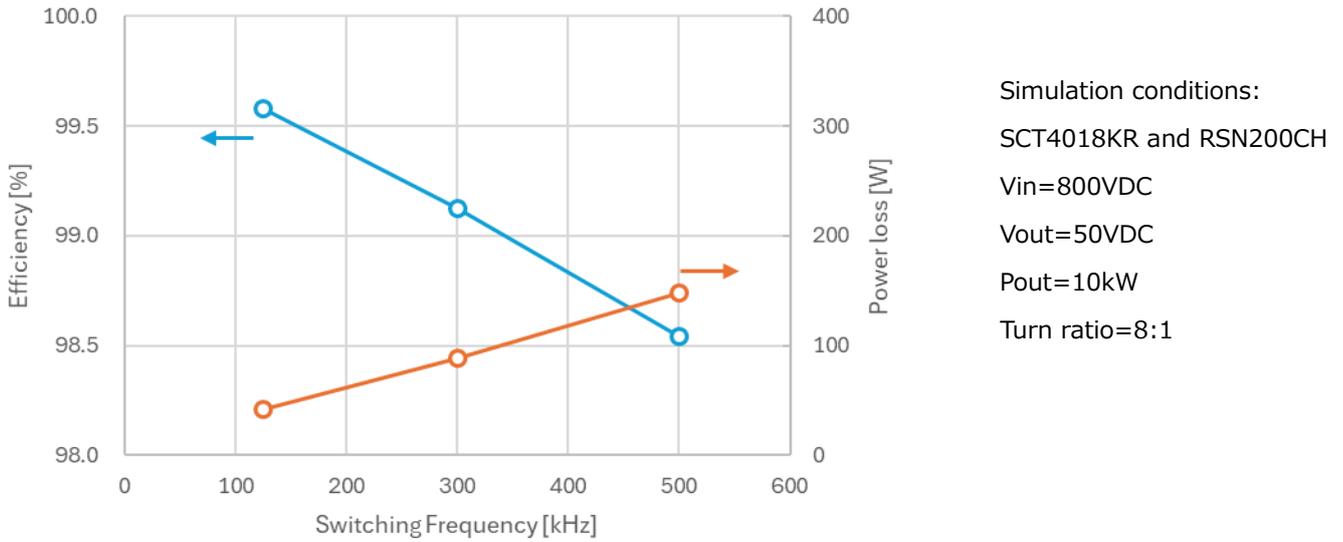


图 17. 三相 LLC 转换器仿真结果 (频率相关性)

在 125 千赫兹或更低的开关频率下，效率超过 99%。虽然更高的频率能够使电容器和变压器等无源元件实现小型化，但随着频率的升高，效率会下降。因此，仅仅提高开关频率并不能保证更高的功率密度。

相比之下，工作频率为 100kHz 的碳化硅器件能够实现高频单级功率转换架构。为了验证这一点，对一个采用三相 LLC 拓扑结构且包含三个并行模块的 20kW IT Rack 进行了设计研究。相应地计算了变压器的尺寸，从而得出以下机架规格：

**尺寸** : 40mm × 91mm × 700mm

**功率密度**: 7.8 W/cc (129 W/in<sup>3</sup>)

这种配置展示了基于碳化硅的高频设计在下一代人工智能服务器基础设施中实现紧凑、高密度功率转换的潜力。

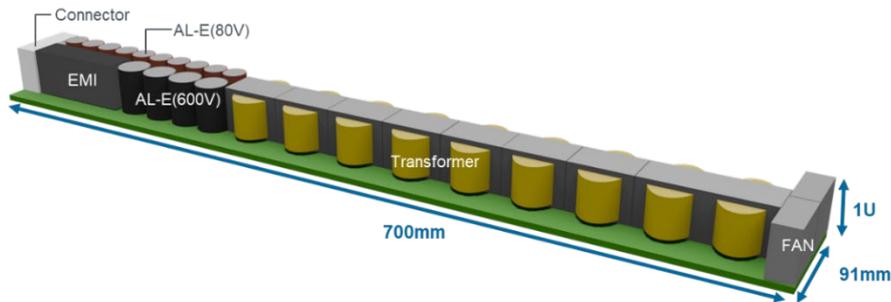


图 18. IT Rack 尺寸估算结果(SiC 使用时)

作为更具前瞻性的解决方案，如图 19 所示，罗姆公司提出了一种级联三相 LLC 拓扑结构，在初级侧采用氮化镓器件。利用氮化镓技术可实现更高的频率，从而有助于缩小变压器及周边组件的尺寸。

级联结构还使流经初级侧和变压器的电流减半，进一步提高了效率。罗姆推荐使用 GNP2025TD 650V GaN HEMT 用于此方案。

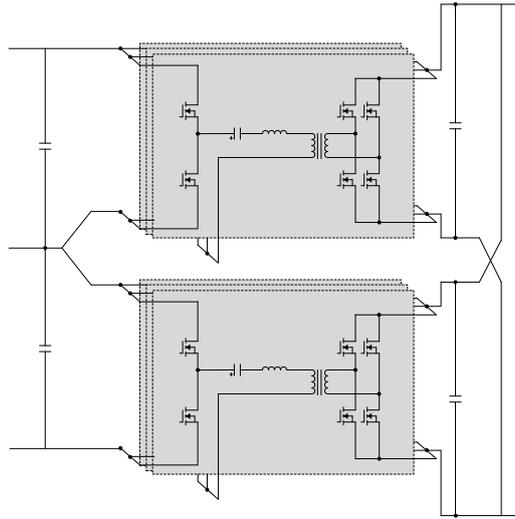


图 19. 级联型三相 LLC 转换器电路图

仿真结果 (图 20) 表明，基于氮化镓的转换器在高达 500kHz 的频率下仍能保持 99% 的效率，为实现更高的功率密度提供了途径。

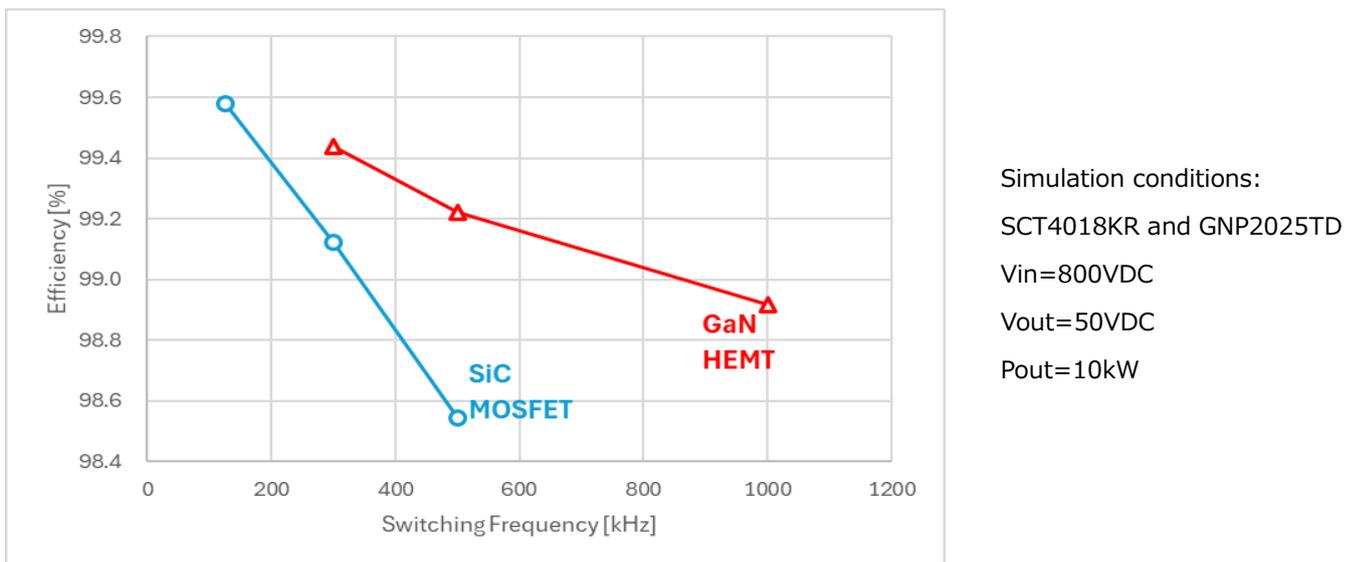


图 20. SiC 和 GaN 的效率仿真对比结果 (频率相关性)

采用氮化镓高电子迁移率晶体管 (GaN HEMT) 的 20 千瓦 IT Rack 也进行了估算, 得出以下结果:

**尺寸:** 40mm × 55mm × 605mm

**功率密度:** 15 W/cc (246 W/in<sup>3</sup>)

这种配置突显了氮化镓在实现超紧凑、高密度功率传输方面的优势, 使其成为未来人工智能服务器部署的理想选择。

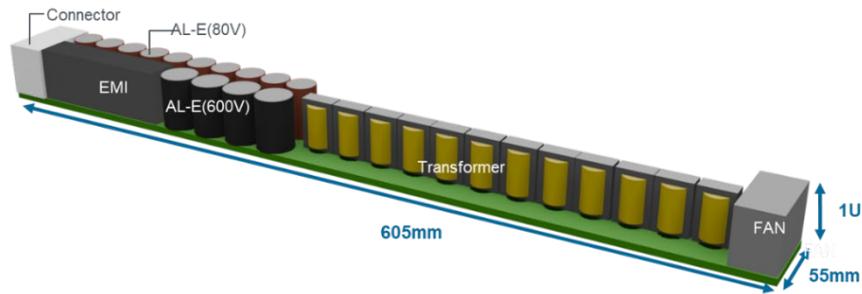


图 21. IT Rack 尺寸估算结果(GaN 使用时)

### 3-5) 推荐器件

上述章节提到的 AC/DC 及 DC/DC，所推荐器件型号清单如下图 22 所示。

Power Rack		ACDC				
Topology	Device	Voltage	$I_D / I_F$	$R_{DS(on)}$ typ (25°C)	Part number	PKG
Vienna Rectifier PFC	SiC SBD	1200V	40A	-	SCS340KK	TO-247 2L
	SiC MOS	750V	105A	13mohm	SCT4013DR	TO-247 4L
72A			20mohm	SCT4020DR		
LLC Primary	SiC MOS	1200V	130A	11mohm	SCT4011KR* / SCT4011KRG*	TO-247 4L / TO-247 HC 4L
			158A	11mohm	SCT4011KQ*	Q-DPAK
			81A	18mohm	SCT4018KR / SCT4018KRG*	TO-247 4L / TO-247 HC 4L
LLC Secondary	SiC MOS	1200V	81A	18mohm	SCT4018KR / SCT4018KRG*	TO-247 4L / TO-247 HC 4L
			57A	27mohm	SCT4027KR* / SCT4027KRG*	

IT Rack		DCDC				
Topology	Device	Voltage	$I_D / I_F$	$R_{DS(on)}$ typ (25°C)	Part number	PKG
LLC Primary	SiC MOS	1200V	130A	11mohm	SCT4011KR* / SCT4011KRG*	TO-247 4L / TO-247 HC 4L
			158A	11mohm	SCT4011KQ*	Q-DPAK
			81A	18mohm	SCT4018KR / SCT4018KRG*	TO-247 4L / TO-247 HC 4L
	GaN	650V	59.7A	25mohm	GNP2025TD	TOLL-8N
-			18~50mohm	GNP30XXTD*	TOLL-8N	
LLC Secondary	Si MOS	80V	295A	1.43mohm	RS7N200CH*	DFN5060-8S
			450A	0.86mohm	RJ2N17BCH*	TOLL
		100V	200A	2.6mohm	RS7P200CH*	DFN5060-8S
			370A	1.35mohm	RJ2P17BCH*	TOLL
			200A	4.0mohm	RS7P200BM(WideSOA)	DFN5060-8S
			290A	2.2mohm	RJ2P17BBM(WideSOA)*	TOLL

图 22. 推荐器件清单 (\*Under development)

### 3-6) SiC Power Module

此前部分重点介绍了采用离散式封装的解决方案，但人工智能服务器不断增长的功率需求正在推动对集成模块式解决方案的需求，这种基于模块的方案能够简化设计并提升散热性能。

对于 DCDC 阶段，罗姆推荐使用 DOT-247 (2 合 1) 封装与 HSDIP20 (4 合 1/6 合 1) 模块组合 (图 24)。而对于 ACDC 阶段，将两个或四个 TO-247 器件集成在一个封装内的 DOT-247 封装是最佳选择。它可用于维也纳整流器 PFC 的双向开关，或三相 LLC 转换器的前端或后端。在 ACDC 部分使用 DOT-247 作为主开关，可将组件数量减少到仅 12 个 (与使用分立 TO-247 的 24 至 30 个相比)。此外，DOT-247 的无螺钉安装结构相比传统产品具有更好的散热性能。

对于 DCDC 部分三相 LLC 转换器的初级侧，建议采用表面贴装式 DIP 模块。6 合 1 配置将初级侧的所有 MOSFET 集成到一个模块中，从而实现更大的小型化。

HSDIP20 封装进一步简化了实施过程，内置隔离功能，采用低矮外形设计，并通过顶部散热，使其成为高密度 IT 机架安装的理想选择。罗姆正在开发更小的表面贴装模块，具有更出色的散热性能，以满足不断发展的 AI 基础设施需求。

除了以下封装形式外，罗姆还根据客户需求提供定制模块。

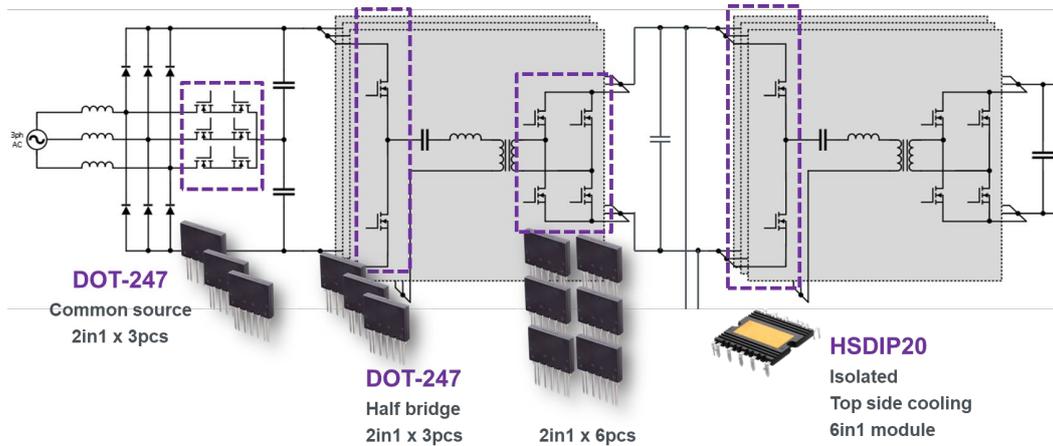


图 23. 推荐器件 (SiC Module)

Power Rack		ACDC				
Topology	Module Type	Voltage	$I_D / I_F$	$R_{DS(on)}$ typ (25°C)	Part number	PKG
Vienna Rectifier PFC	SiC MOS	750V	96A	13mohm	SCZ4013DTB*	DOT-247-7L Common source
LLC Primary LLC Secondary	SiC MOS	1200V	76A	6mohm	SCZ4006KTA	DOT-247-7L 2 in 1
			149A	9mohm	SCZ4009KTA*	
			106A	11mohm	SCT4011KTA	
			76A	18mohm	SCT4018KTA*	

IT Rack		DCDC				
Topology	Device	Voltage	$I_D / I_F$	$R_{DS(on)}$ typ (25°C)	Part number	PKG
LLC Primary	SiC MOS	1200V	70A	18mohm	BST70T2P4K01	HSDIP20 6 in 1

图 24. SiC Module 推荐器件清单(\*Under development)

DOT-247

[ROHM 推出二合一 SiC 模块 “DOT-247”，可实现更高的设计灵活性和功率密度~](#)

HSDIP20

[ROHM 推出高功率密度的新型 SiC 模块，将实现车载充电器小型化!](#)

#### 4. 罗姆 800VDC 解决方案的优势

人工智能服务器技术正以前所未有的速度发展。随着每一代新的中央处理器（CPU）和图形处理器（GPU）的推出，机架级功耗持续急剧上升，这推动了对既高效又能实现高功率密度的解决方案的需求。为满足这些要求，碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）等宽禁带器件正变得不可或缺。

英伟达的下一代架构清晰地表明了这一趋势：GPU 产品每年都在更短的开发周期内进行开发和发布。为了跟上这种快速的发展步伐，罗姆致力于及时推出优化的器件和封装。

除了第五代碳化硅 MOSFET 外，罗姆已经在推进第六代和第七代器件的研发，确保持续提供具有竞争力的高性能解决方案。正如之前所宣布的，我们已将产品发布的时间表提前，比原计划更早，并且仍致力于提供具有竞争力的解决方案，以跟上快速发展的 AI 基础设施市场的步伐。

除了分立器件之外，罗姆还利用其数十年积累的 LSI 专业知识开发 SiP（系统级封装）解决方案，将 GaN 器件和栅极驱动器集成在一起。这种集成对于最大限度地发挥高频高速开关器件的性能至关重要。这种方法对于满足现代 AI 服务器对效率和功率密度的要求是必不可少的。

通过这些创新，罗姆公司处于独特的有利地位，能够推动高压直流系统的采用，这一市场领域预计未来将有大幅增长。

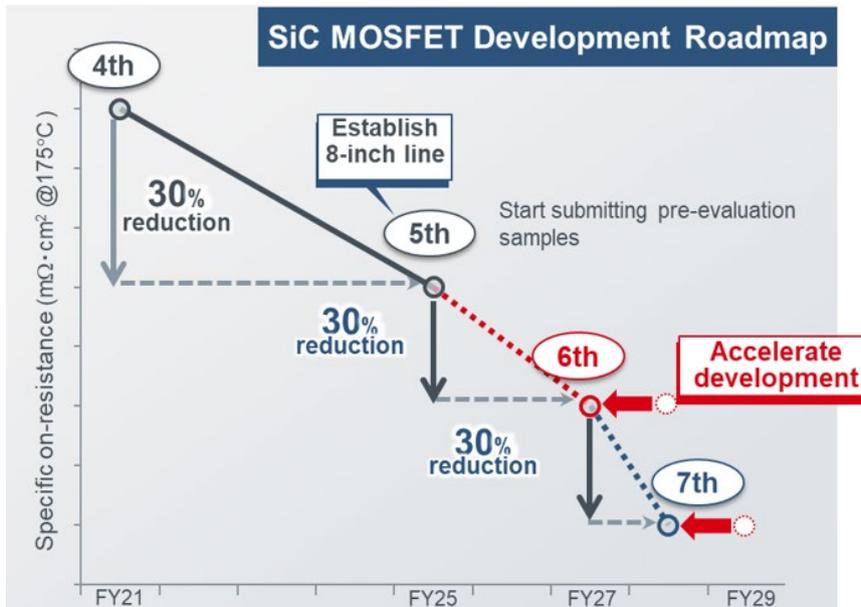


图 25. SiC MOSFET 开发路线图

● 应用实例

(1) COSEL : HFA/HCA Series

科索3.5kW输出AC-DC电源单元“HFA/HCA系列”采用罗姆的EcoSiC™

2024年10月29日

全球知名半导体制造商罗姆生产的EcoSiC™产品——SiC MOSFET和SiC肖特基势垒二极管（以下简称“SBD”），被日本先进电源制造商COSEL CO., LTD.（以下简称“科索”）生产的三相电源用3.5kW输出AC-DC电源单元“HFA/HCA系列”采用。强制风冷型“HFA系列”和传导散热型“HCA系列”均搭载了罗姆的SiC MOSFET和SiC SBD，从而实现了最大94%的工作效率。“HCA系列”于2023年开始量产和销售，“HFA系列”于2024年开始量产和销售。



在工业设备领域，有各种需要处理大功率的应用（如MRI和CO<sub>2</sub>激光器）。这些应用使用的是与家用单相电源不同的三相电源。科索的三相电源用AC-DC电源单元搭载了在高温、高频、高电压环境下性能表现都非常优异的罗姆 EcoSiC™。产品支持200VAC ~ 480VAC的世界各国三相电源，有助于提高各种工业设备的电源效率。

[科索 3.5kW 输出 AC-DC 电源单元 “HFA/HCA 系列” 采用罗姆的 EcoSiC™](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息.)

(2) Murata Power Solutions : Data Center PSUs

**ROHM的SiC SBD成功应用于村田制作所集团旗下企业  
Murata Power Solutions的数据中心电源模块**

2023年3月2日

全球知名半导体制造商ROHM（总部位于日本京都市）开发的第3代SiC肖特基二极管（以下简称“SBD”）成功应用于Murata Power Solutions的产品上。Murata Power Solutions是电子元器件、电池、电源领域的日本著名制造商——村田制作所集团旗下的一家企业。ROHM的高速开关SiC SBD产品“SCS308AH”此次成功应用于Murata Power Solutions的数据中心电源模块“D1U系列”，并且为该系列产品的性能提升和尺寸的小型化做出了贡献。



近年来，随着以AI（人工智能）和AR（增强现实）等技术为代表的IoT领域的发展，全球数据通信量正在不断增长。特别是对于负责进行通信管理的数据中心而言，其服务器的小型化和效率提升已经成为困扰各制造商的技术难题。在这种背景下，SiC功率器件因其有助于实现电源部分的小型化和高效化而备受期待。

[ROHM 的 SiC SBD 成功应用于村田制作所集团旗下企业](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息。)\*

### 4-2) EcoGaN™ 技术

罗姆公司推出了 EcoGaN™ 系列，这是一系列针对 800 V 直流系统优化的氮化镓器件。由于氮化镓是一项相对较新的技术，人们常常对其实际应用存在疑问。罗姆通过开发专有的 LSI 技术来应对这些挑战，这些技术能够最大限度地发挥氮化镓器件的性能。在此创新基础上，罗姆成功推出了多种产品，赢得了市场的高度认可和行业的积极评价。

使器件性能最大化的技术

#### (1) 基于氮化镓的高频控制技术

评价条件:  $V_{in}=48V$ ,  $V_{out}=0.6V$ ,  $F_{sw}=3MHz$ , pulse width=5ns (PCIM Asia)

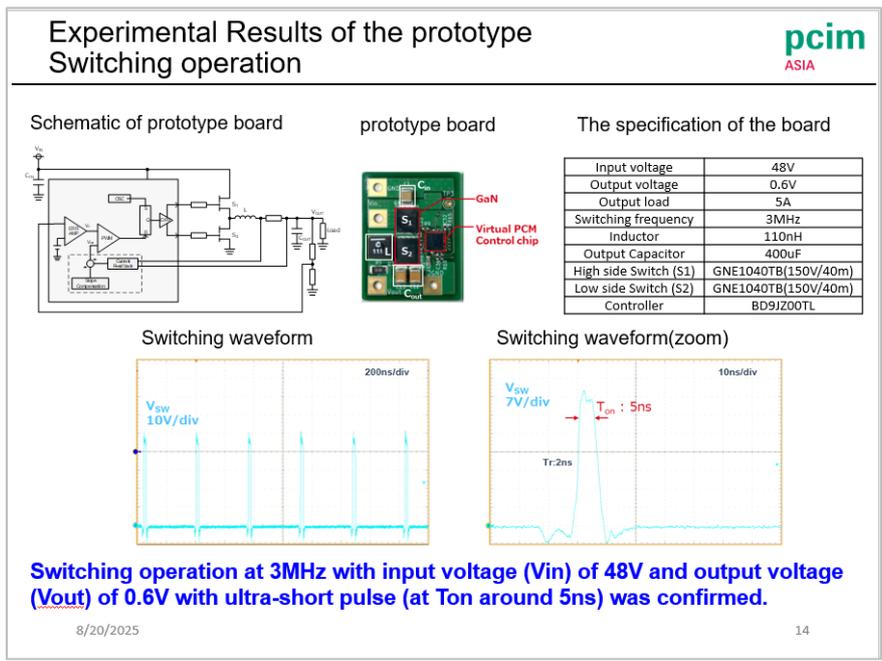


图 26. GaN 高频控制评价结果

#### (2) 用于 GaN 高频栅极驱动稳定化技术

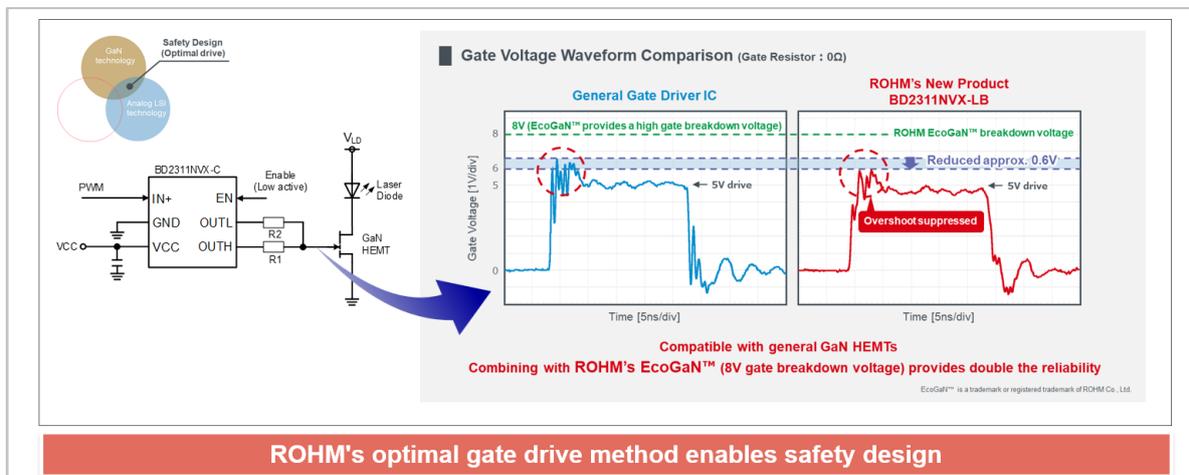


图 27. GaN 开关时栅极电压过冲波形

● 应用实例

(1) Murata Power Solutions: AI server

罗姆的EcoGaN™被村田制作所Murata Power Solutions的AI服务器电源采用  
~ 650V耐压、TOLL封装的GaN HEMT有助于进一步提高电源效率~

2025年2月25日

全球知名半导体制造商ROHM Co., Ltd. (以下简称“罗姆”)的650V耐压、TOLL封装的EcoGaN™产品GaN HEMT, 被先进的日本电子元器件、电池和电源制造商村田制作所Murata Power Solutions的AI (人工智能) 服务器电源采用。罗姆的GaN HEMT具有低损耗工作和高速开关性能, 助力Murata Power Solutions的AI服务器5.5kW输出电源单元实现小型化和高效率工作。预计该电源单元将于2025年开始量产。



近年来, 随着AI (人工智能) 和AR (增强现实) 等在IoT领域的发展, 数据通信量在全球范围内呈现持续增加趋势。其中, 据说使用AI进行一次查询所消耗的电量比普通的网页搜索要高数倍, 这就迫切需要为处理这些查询的高速运算设备等供电的AI服务器电源进一步提高效率。另一方面, 具有低导通电阻和高速开关特性的GaN器件因其有助于电源的高效率工作和外围元器件 (如电源电路中使用的电感器等) 的小型化而备受瞩目。

[罗姆的 EcoGaN™被村田制作所 Murata Power Solutions 的 AI 服务器电源采用](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息.)

(2) Delta: Innergie

**罗姆的EcoGaN™被台达电子Innergie品牌的45W输出AC适配器“C4 Duo”采用!**

2024年2月27日

全球知名半导体制造商ROHM Co., Ltd. (以下简称“罗姆”)的650V GaN器件 (EcoGaN™), 被台达电子 (Delta Electronics, Inc., 以下简称“台达”) Innergie 品牌的45W输出AC适配器 (快速充电器) “C4 Duo”采用。台达是基于IoT技术的绿色解决方案全球供应商。Innergie的AC适配器通过搭载可提高电源系统效率的罗姆EcoGaN™“GNP1150TCA-Z”, 提高了产品性能和可靠性的同时也实现了小型化。



在推动实现无碳社会的进程中, 由于处理大功率的设备的功率损耗尤为显著, 因而相关制造商正在采取措施加快节能步伐。另外, 对于电源而言, 如果能够使器件高频工作, 不仅可以节能, 还可以实现电路的小型化, 因此在产品中搭载了可实现高速开关的GaN (氮化镓) 的器件已经被很多制造商提上日程。

罗姆将使用了GaN的器件命名为“EcoGaN™”品牌, 并正在不断扩大其产品阵容。GaN的潜力很大, 但处理起来却很难, 目前罗姆正在推进注重“易用性”的产品开发并提供相关解决方案。在分立产品方面, 罗姆已于2022年开始量产150V耐压的GaN HEMT, 并于2023年开始量产实现业界超高性能 ( $R_{DS(ON)} \times C_{iss} / R_{DS(ON)} \times C_{oss}$ ) 的650V耐压GaN HEMT。此次, 由于650V耐压产品“GNP1150TCA-Z”内置的ESD保护元件, 使其静电耐受能力比普通GaN HEMT提高了约75%, 而这有助于提高应用产品的可靠性, 在这方面的出色表现得到了客户的认可, 从而被应用到客户的产品中。

[罗姆的 EcoGaN™被台达电子 Innergie 品牌的 45W 输出 AC 适配器 “C4 Duo”采用](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息.)

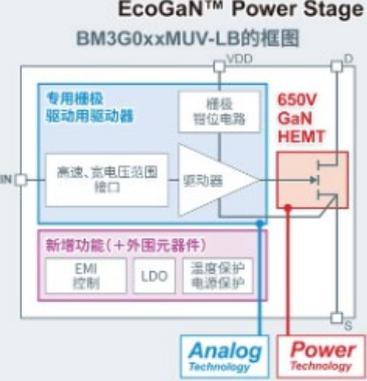
(3) Delta: SiP

GaN devices are attracting a great deal of attention in the industries as a device that greatly contributes to the miniaturization and energy saving of equipment.

The ROHM's new products have realized high speed and safe gate drive by using ROHM's original analog technology. These products will further promote the use of GaN power devices, which are expected to grow.

**EcoGaN™ Power Stage IC概要**

**BM3G0xxMUV-LB的框图**



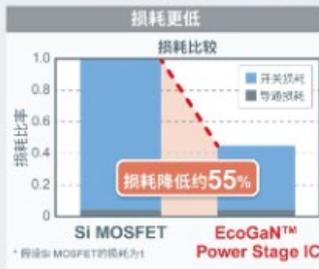
**Power Stage IC**

- 650V GaN HEMT
- 专用栅极驱动用驱动器
- 新增功能 (+ 外围元器件)
- 一体化封装

利用GaN HEMT和栅极驱动用驱动器, 实现GaN HEMT轻松安装!

**使用EcoGaN™ Power Stage IC时的好处**

**损耗更低**



损耗比较

■ 开关损耗 ■ 导通损耗

损耗降低约55%

SI MOSFET EcoGaN™ Power Stage IC

开关速度快, 损耗大幅降低

**体积更小**



SI MOSFET+散热翅片 EcoGaN™ Power Stage IC

器件体积减少约99%

替代SI MOSFET后, 体积显著减小

**EcoGaN** 可实现更低损耗和更小体积!

[开发出大幅助力服务器、AC 适配器等低损耗和小型化的 EcoGaN™ Power Stage IC \[BM3G0xxMUV-LB\]](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息.)

#### (4) Mazda: Joint Development of Automotive Components

##### 马自达与罗姆开始联合开发采用下一代半导体的汽车零部件 ~通过GaN功率半导体的社会应用，助力汽车技术创新~

2025年3月28日

Mazda Motor Corporation (以下简称“马自达”)与ROHM Co., Ltd. (以下简称“罗姆”)开始联合开发采用下一代半导体技术——氮化镓 (GaN) 功率半导体的汽车零部件。

马自达与罗姆自2022年起，在“针对电驱动单元的开发与生产合作体系”中，一直在推进搭载碳化硅 (SiC) 功率半导体的逆变器的联合开发。此次，双方又着手开发采用GaN功率半导体的汽车零部件，旨在为下一代电动汽车打造创新型汽车零部件。

GaN作为下一代功率半导体材料备受瞩目，与传统的硅 (Si) 基功率半导体相比，其不仅能够抑制功率转换过程中的损耗，还可高频驱动，有助于实现产品的小型化。

双方将充分利用这些特点，将其转化为整车的总布置、轻量化及设计方面的创新型解决方案。双方计划在2025年度内将这一理念落地，并通过Demo车进行试验，力争在2027年度投入实际应用。

##### [马自达与罗姆开始联合开发下一代汽车用半导体器件](#)

\*(所披露的情报均为 2025 年 9 月的信息.)

## 5. 附录

### A-1) 直流链路电容器选型指南

在诸如人工智能服务器等关键任务系统中,即使在电源波动或电网故障期间也必须保持持续运行。为实现这一目标,会在多个层级实施备用机制,如图 A1-1 所示。

CBU···在 BBU 启动期间提供电力备份 (大容量电容器)

BBU···Motor Generator 启动之前的备份 (铅酸蓄电池)

Motor Generator···长时间停电时的备份 (发电机)

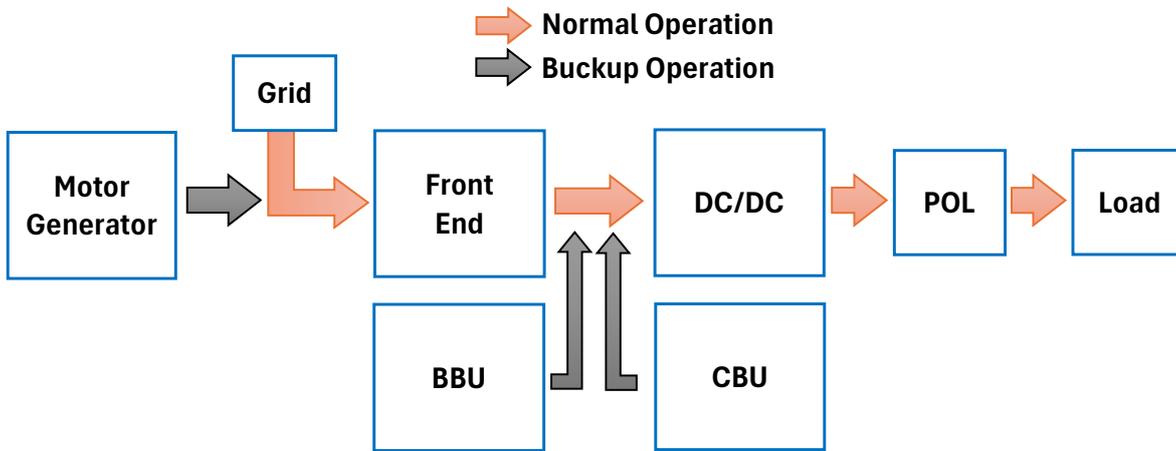


图 A1-1. 服务器通用电源构成

在正常情况下,每个备用单元都处于待机状态,只有在发生停电时才会启动。一个关键的设计考虑因素是所需的备用供电能力和持续时间。更长的备用时间需要相应更高的储能,这会影响备用方法和组件的选择。一直以来,服务器电源系统一直以图 A-2 所示的电压运行,能够实现优化的电源设计。



图 A1-2. 服务器各功能块电源电压

随着人工智能服务器对电力需求的急剧上升,继续依赖现有架构会导致电流过大和大量电力损耗。为解决这一问题,业界正朝着采用更高电压架构的方向发展,这种架构能降低电流,同时大幅提高效率。



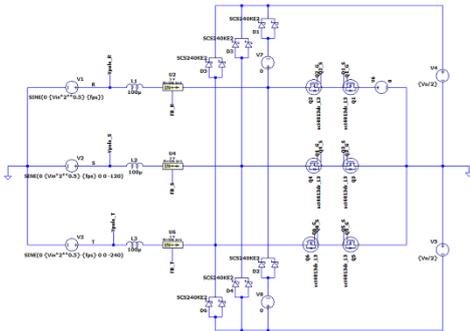
## A-2) 仿真支持

为简化电路设计，罗姆（ROHM）提供了针对 Vienna PFC 和 LLC 转换器拓扑结构的预配置仿真电路。这些资源能够实现高效器件选型和参数优化，大幅缩短设计时间和降低设计难度。

### • LTspice® 电路库

罗姆官网公开提供与 LTspice® 模拟平台兼容的可下载电路库，用户可借此自由修改器件、参数和电路构成。

### Vienna PFC

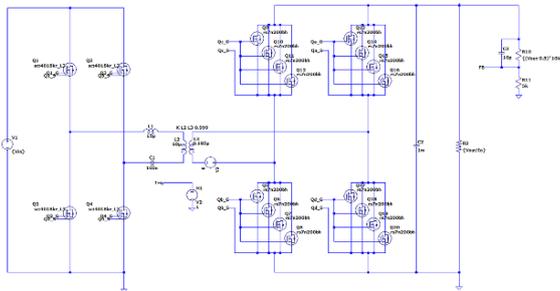


[概要] [Vienna PFC Circuit Information](#)

[电路下载] [Vienna PFC LTspice® Circuit](#)

图 A2-1. Vienna PFC Circuit

### LLC Converter



[概要] [LLC Converter Circuit Information](#)

[电路下载] [LLC Converter LTspice® Circuit](#)

图 A2-2. LLC Converter Circuit

其他的 LTspice® 电路库点[这里](#)。

除了 LTspice® 之外，罗姆还支持多种仿真平台，以满足不同的设计需求：

- PLECS® Circuits – 损耗仿真
- [SPICE Models \(L3\)](#) – 高精度高速 SPICE 仿真模型
- [ROHM Solution Simulator](#) – 免费的 Web 仿真工具

\*LTspice® 是 Analog Devices, Inc.的注册商标。

\*PLECS® 是 Plexim GmbH.的注册商标。

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2026年1月的信息,如有更改,恕不另行通知。

R2043A

