

SiC 应用笔记

第 4 世代 SiC MOSFET 使用时的应用优势

【概要】电动汽车 (EV)、数据中心、基站、智能电网等为了提高便利性，电源的高电压化和大容量化正在进行中。然而，从保护地球环境的角度来看，提高便利性之外，减少了电力转换部的损失，有效地使用也变得越来越重要。因此，能够进行高频动作，并且高电压大容量能量损失少的 SiC 功率半导体备受关注。罗姆发布了第 4 代 SiC MOSFET，是第 3 代 SiC MOSFET 的沟槽栅结构进一步演进，将导通电阻降低约 40%，开关损失降低约 50%。在本应用笔记中，使用第 4 代 SiC MOSFET，进行了 500V 输入 7kW 降压型 DC-DC 转换器的实机验证、EV 的 800V 输入 100kW 的牵引逆变器的模拟行驶试验、以及 Totem-pole PFC 的实机评价，确认了其有用性，特此报告。

1. 序言
2. 降压型 DC-DC 转换器第 4 世代 SiC MOSFET
 - 2.1 电路动作原理与损耗解析
 - 2.2 DC-DC 转换器的实机验证
3. EV 应用
 - 3.1 牵引逆变器的模拟运行测试
 - 3.2 Totem-pole PFC 的
4. 总结

1. 序言

目前，电动汽车 (EV)、数据中心、基站、智能电网等应用，电源的高电压和大容量趋势正在进行 (Figure 1)。理由是可以提高各个应用的便利性。作为身边例子的 EV，如果推进高电压化 (400V 和 800V) 和大容量化 (50kW-350kW)，能实现续航里程的延长和快速充电的充电时间缩短，能大幅度提高人们生活的便利性。然而，在世界范围内，保护地球环境的努力正在加强，单纯地提高便利性是不会被全球市场所接受的。今后除了便利性的提高之外，减少能源损失，有效的使用也会变得越来越重要。因此应该注意的点是电力转换。上述的应用都是从电力系统、电池、太阳光发电系统等接受电力供给，转换成最适合的电压值并有效利用，但是在这个电力转换时会发生能量损失。为了减少能量损失，提高电力转换效率，现在备受瞩目的是能够进行高频动作，并且在高电压大容量下能量损失较少的 SiC 功率半导体。罗姆已经将 SiC 功率半导体产品化，开始在各种用途上普及。利用 SiC 功率半导体，提高功率转换效率，是罗姆的社会使命。

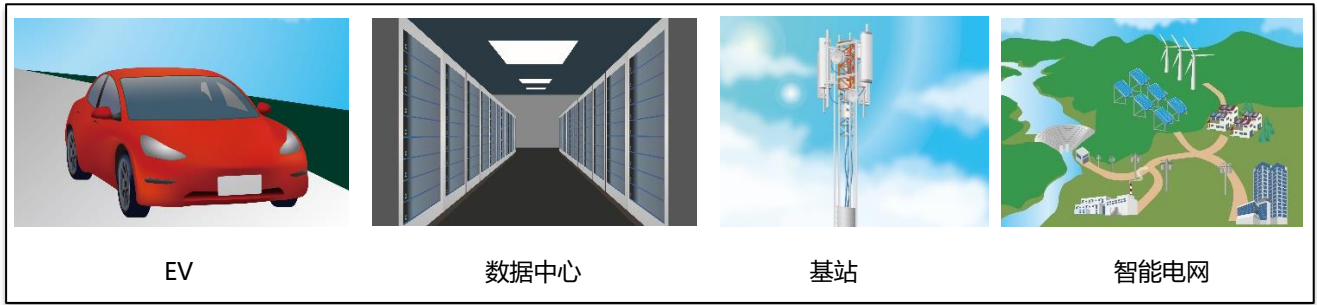


Figure 1. 应用例

这次，罗姆发布了第 4 代 SiC MOSFET。进一步进化了已经量产中的第 3 代 SiC MOSFET 确立的沟槽栅结构，比第 3 代降低了约 40% 的导通电阻，由于高速切换特性造成的开关损失也减少了约 50%。Figure 2 所示的标准化导通电阻（Ron-A：每单位面积导通电阻）的趋势显示了它的进化。

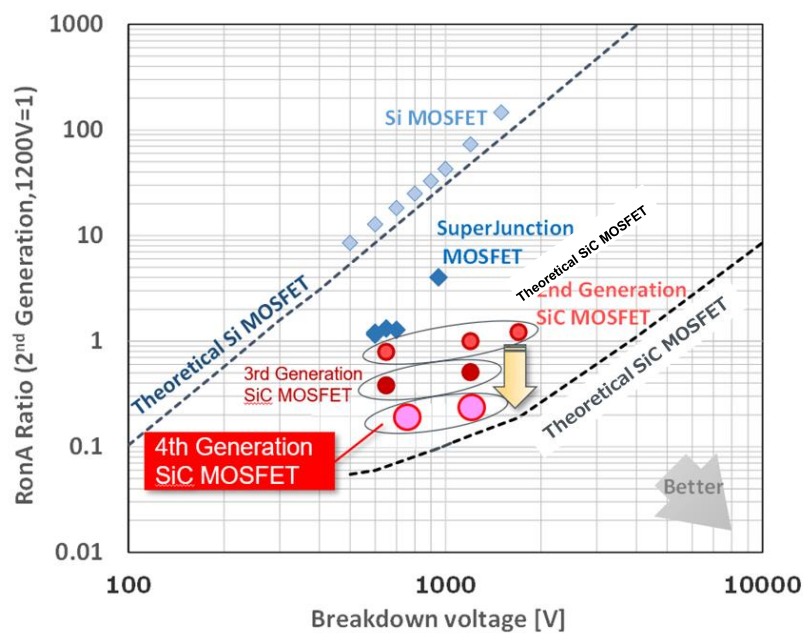


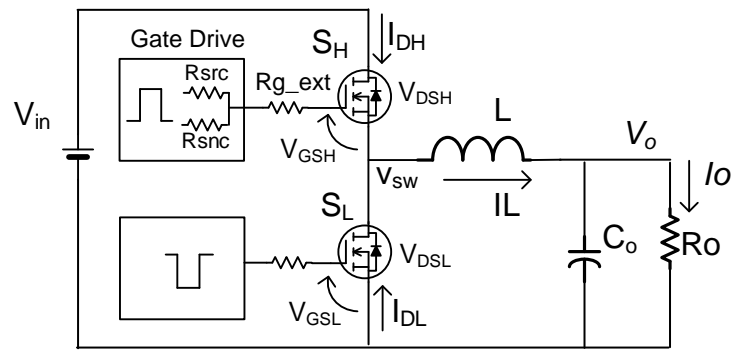
Figure 2. 导通电阻的趋势图

在本应用笔记中，在第 2 章中，说明作为基本的降压型 DC-DC 转换器中第 4 代 SiC MOSFET 对转换器效率改善有怎样的贡献。说明开关损耗、导通损耗、体二极管损耗、恢复损耗等发生机制，说明在转换器中使用优秀的第 4 代 SiC MOSFET 时降低损耗的效果。在第 3 章中，作为具体的应用例，说明面向 EV 的功率解决方案。EV 的电力转换由 OBC (On Board Charger)、辅助用绝缘 DC-DC、升压 DC-DC、牵引逆变器等构成。特别是，关于牵引逆变器，导入马达测试台进行模拟行驶试验，以说明第 4 代 SiC MOSFET 的特性如何与用户利益相关联。另外，对于构成 OBC 的 Totem-pole PFC，也将在实际电路板上说明第 4 代 SiC MOSFET 对于转换器的特性的提升。

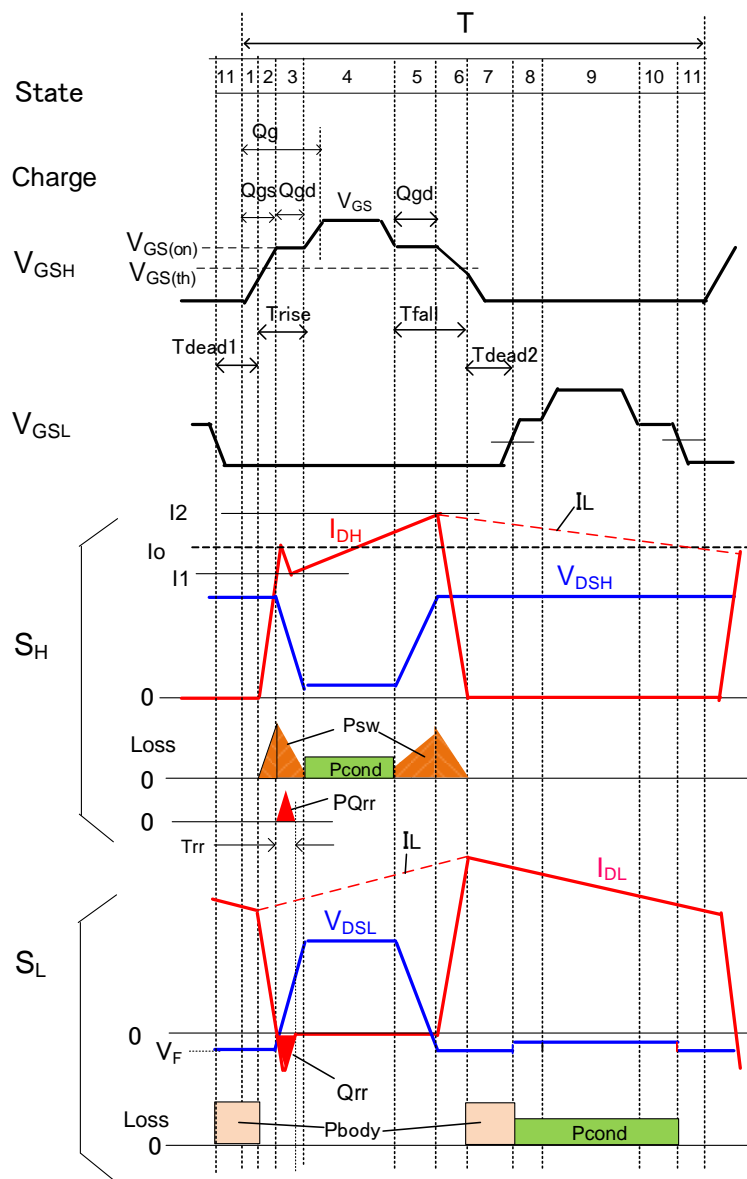
(2) 降压型 DC-DC 转换器中第 4 代 SiC MOSFET

2.1. 电路动作原理与损耗解析

对于第 3 代, 第 4 代 SiC MOSFET 的开关速度特别有改善。这对减少开关损耗有很大贡献。Figure 3 (a) 中表示降压型转换器的框图, (b) 中表示转换器的开关整体的外观波形。



(a) 降压型 DC-DC 转换器模块图



(b) 主要开关外观波形

Figure 3. 降压型 DC-DC 转换器 (半桥)

如 Figure 3 (b) 所示, 转换器中功率器件的损耗包括开关损耗、导通损耗、体二极管损耗、恢复损耗、Coss 损耗。(Coss 损失较小, 故图中未标注出来) 关于开关损耗, 通常是把单个脉冲的 Eon、Eoff 能量数据记载在 Datasheet 中, 因此在初期设计阶段进行粗略的损失估计时是很方便的指标。在详细设计中, 必须严格算出高电压输入时, 高频时的损耗。栅极电压值、栅极驱动器的漏源电阻值、外置栅极电阻值等数 Ω 的值会在数 ns (纳秒) 的级别上影响开关时间 (Trise/Tfall), 使损耗发生了很大的变化, 因此进行该栅极驱动器的最佳设计与能否充分利用 SiC 的高速开关特性紧密相连。

开关损耗仅发生在高边 FET (SH) 上, 以公式 (1) 表示。下面对其机制进行说明。

$$P_{sw} = \frac{1}{2} V_{in} I_1 T_{rise} f_{sw} + \frac{1}{2} V_{in} I_2 T_{fall} f_{sw} \quad (1)$$

在 State 1 中, 栅极电压 VGS 被施加到高侧 FET (SH) 的 SiC MOSFET 上, 并在 State 2 中超过阈值 VGS (th) 时, 电感器电流开始快速流向 SH 的通道, 直至 VGS (on) (Plato 电压) 为止, 仅几 ns 即可到达负载电流 Io。然后, 在 State 3 (平台期间) 之间通道打开, VDS 达到 0V。该 State 2 和 State 3 的期间为式 (2) 所示的导通时的开关时间 Trise。式 (2) 中, State 2 的电荷量由于通常 Datasheet 中没有记载, 所以从 Qgs 推定, 通过设定系数 k 调整 (通常 k 是 1/3-1/4)。栅极电流 Igon 是由栅极驱动器电压 VGS 和栅极导通电压 VGS (on) 的电位差和介入其中的电阻部分决定的, 所以用式 (3) 给出。公式中, Rsrc 是栅极驱动器的源电阻, Rgext 为外置栅极电阻、Rgint 表示 SiC MOSFET 内部栅极电阻。

$$T_{rise} = \frac{\frac{1}{k} Q_{gs} + Q_{gd}}{I_{g-on}} \quad (2)$$

$$I_{g-on} = \frac{V_{GS} - V_{GS(on)}}{R_{src} + R_{g-ext} + R_{g-int}} \quad (3)$$

(State 4 在后面进行说明)

栅极电压降低, 进入关断状态 (State 5-6)。这个 Tfall 期间用公式 (4) 表示。注意点是 Tfall 时段的栅极电流 Iloff 如式 (5) 所示, 分子只有 VGS (on)。一般来说, 关断时间会更长一些。式中, Rsnk 是同步电阻。

$$T_{fall} = \frac{\frac{1}{k} Q_{gs} + Q_{gd}}{I_{g-off}} \quad (4)$$

$$I_{g-off} = \frac{V_{GS(on)}}{R_{src} + R_{g-ext} + R_{g-int}} \quad (5)$$

当是电感负载那样的恒流源时, 电流波形 ID 和电压波形 VDS 变化的时间不重叠, 因此式 (1) 的开关损耗 Psw 的系数为 1/2。另外, 在该 Trise 期间, 由于漏源极间容量 CossH 中储存的电荷在沟道处短路, 会产生充放电损耗 PcosH (式 (6))。

$$P_{cosH} = \frac{1}{2} C_{cosH} \cdot V_{in}^2 \cdot f_{sw} \quad (6)$$

在 State 4 中高边 FET (SH) 完全开启的期间发生导通损失 PcondH (式 (7))。此时的有效电流, 时比 D (=Vo/Vin) 通过公式 (8) 给出。

$$P_{condH} = I_{SH-rms}^2 \cdot R_{DS(on)} \quad (7)$$

$$I_{SH-rms} = \sqrt{D \left(I_0^2 + \frac{\Delta I_L^2}{12} \right)} \quad (8)$$

以上是高边 FET(SH)处产生的开关损耗、导通损耗、Coss 损耗。

以下是、低边 FET(S_L)处产生的损耗。

State 7、State 11 以及 State 1 是死区时间期间。低边 FET (SL) 的体二极管的导通电流会产生损耗 (式 (9))。

$$P_{body} = I1 \cdot V_F \cdot T_{dead1} \cdot f_{sw} + I2 \cdot V_F \cdot T_{dead2} \cdot f_{sw} \quad (9)$$

State 8-10 产生低边 FET(S_L)的导通损耗(式(10))。此时,实效电流通过公式(11)给出。

$$P_{cond_L} = I_{S_{L_rms}}^2 \cdot R_{DS(on)} \quad (10)$$

$$I_{S_{L_rms}} = \sqrt{(1 - D) \left(I_o^2 + \frac{\Delta I_L^2}{12} \right)} \quad (11)$$

低边 FET(S_L)的 Coss 的充放电损耗, 在 S_L Turn on 时(State 8)Coss 已经被电感电流 I_L 已经放电, 为 ZVS 状态(Zero Voltage Switching), 因此通常忽略。

以上是低边 FET(S_L)处产生的损耗。

在此说明恢复损耗 P_{Qrr}。发生的时间是 State 3, 是由于低边 S_L 的体二极管的恢复引起的损耗(式(12))。这个损耗由高边 FET(S_H) 和低边 FET(S_L)分担, 为了方便此处合并到高边。

$$P_{Qrr} = 0.5 \cdot V_{in} \cdot Q_{rr} \cdot f_{sw} \quad (12)$$

综上所述, 高边 FET(S_H)和低边 FET(S_L)的综合损耗分别由式(13)和式(14)给出。

$$P_{S_H} = P_{sw} + P_{cond_H} + P_{coss_H} + P_{Qrr} \quad (13)$$

$$P_{S_L} = P_{cond_L} + P_{body} \quad (14)$$

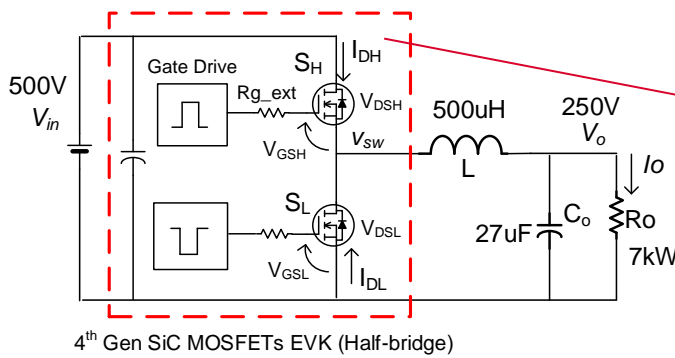
特别是关于开关损耗 P_{sw}, 根据式(2)和(4), Q_{gd}(对栅极-漏极间电容的米勒平台充电所需的电荷量)越小, Trise/Tfall 的时间越短, 式(1)的开关损耗 P_{sw} 被降低。第 4 代 SiC MOSFET 相对于第 3 代 Q_{gd} 降低了约一半, 因此可以减少开关损耗。对转换器的开关频率高频化, 负载变化率大, 平均来说轻负载运转较多的 EV 有降低损耗的效果。结果导致续航里程的延长和运行成本的降低。。这是使用第 4 代 SiC MOSFET 的最大优点。

1.1. DC-DC 转换器的实机验证

为了确认这点, 我们组成下述规格的降压型 DC-DC 转换器进行了实机验证。Table 1 是 DC-DC 转换器和 SiC 器件的各项参数。用于调整开关速度的外置栅极电阻 R_{g_ext} 的数值在权衡了高速开关、振铃以及尖峰之后, 取值为 3.3Ω。Figure 4 是 (a) DC-DC 转换器电路和 (b)半桥部分所用的第 4 世代 SiC MOSFET 的评估板(内置去偶电容), 电感 L、输出电容 Co 和输入 Bulk 电容为外置。

Table 1. DC-DC 转换器规格、SiC 器件各项规格

Vin	500V
Vo	250V
Po	7kW
fsw	50kHz
L	500μH
Rg_ext	3.3Ω
第 4 世代 SiC MOSFET	SCT4036KR 1200V/36mΩ
第 3 世代 SiC MOSFET (对比用)	SCT3040KR 1200V/40 mΩ



4th Gen SiC MOSFETs EVK (Half-bridge)

实机验证用 DC-DC 转换器电路



(a) 第 4 世代 SiC MOSFET 评估板

Figure 4. 实机验证用降压型 DC-DC 转换器电路和第 4 世代 SiC MOSFET 评估板

Figure 5 是 50kHz 情况下的 Turn on 时/Turn off 时的 V_{GS} 、 V_{DS} 、 I_D 波形。左侧是 Turn on 时的波形放大。波形可观测到 Turn on 时上升时间 T_{rise} 约 20ns，非常的高速。 Figure 6 是该 DC-DC 转换器的效率、损耗的测定结果。轻负载(1kW 附近)时，作为固定损耗的开关损耗，由于第 4 世代 SiC MOSFET 开关损耗较小的特征，发挥了显著的作用。而重负载(5kW 附近)时，第 4 世代相对于第 3 世代损耗也改善了 15W 以上。Figure 7 是转换器损耗的详细理论解析结果，这证明了损耗确实有大约 15W 的改善。而且，高边 FET(S_H)的开关损耗和恢复损耗 P_{Qrr} 也大幅降低，这也有助于改善整体损耗。

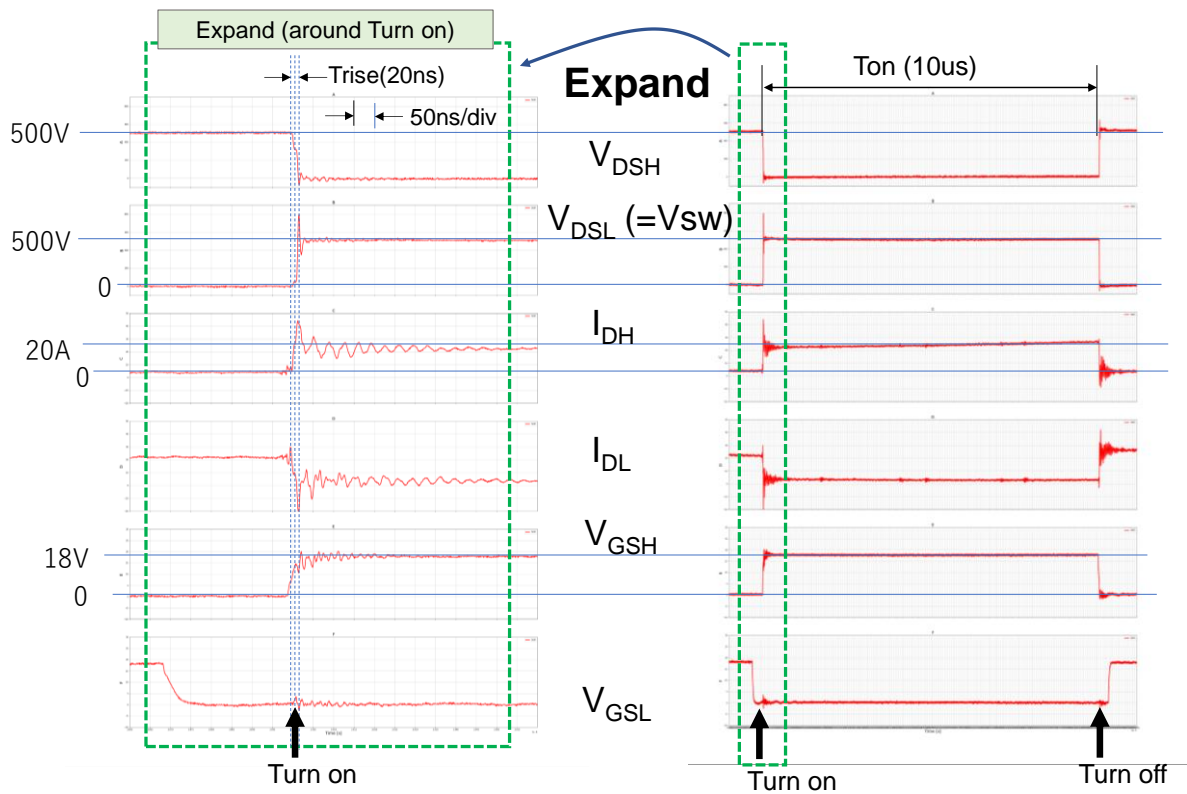


Figure 5. 实测开关波形 (500V_{in}, 250V_o/20A(5kW), 50kHz)

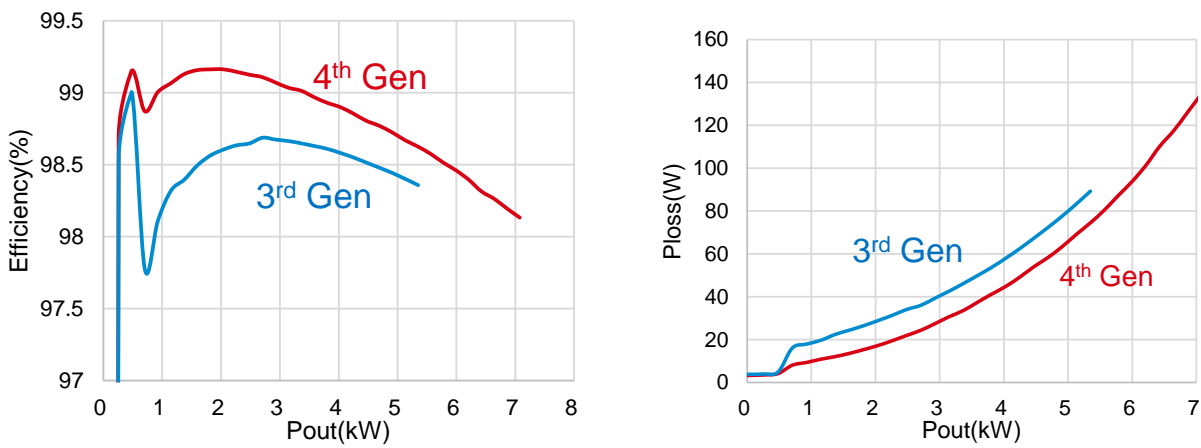


Figure 6. 效率、损耗的测定结果(500V_{in}, 250V_o/7kW, 50kHz)

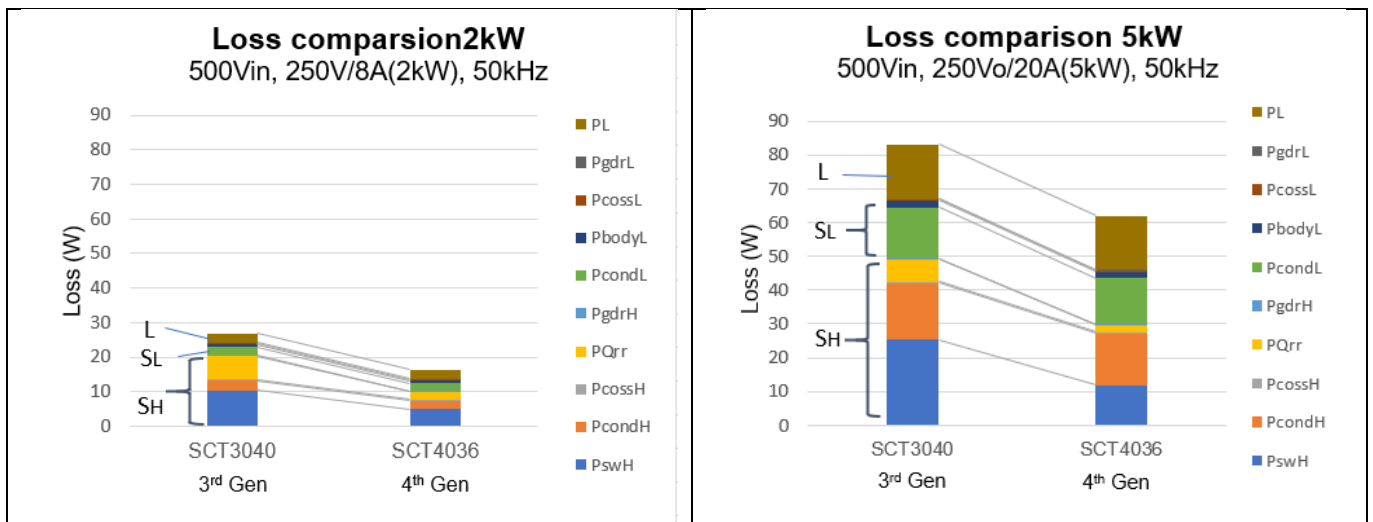


Figure 7. 损耗分析结果 (计算值) (左: 2kW、右: 5kW)

2. EV 应用

EV 也有多种形态, 如 Figure 8 所示, 有 BEV, HEV, PHEV, Series HEV 等、根据彼此的用途, 功率·体系结构各有不同。在这当中, 最近受到关注的是 BEV 的双方向·急速充电中的 400V 电池电压型或 800V 电池电压型。

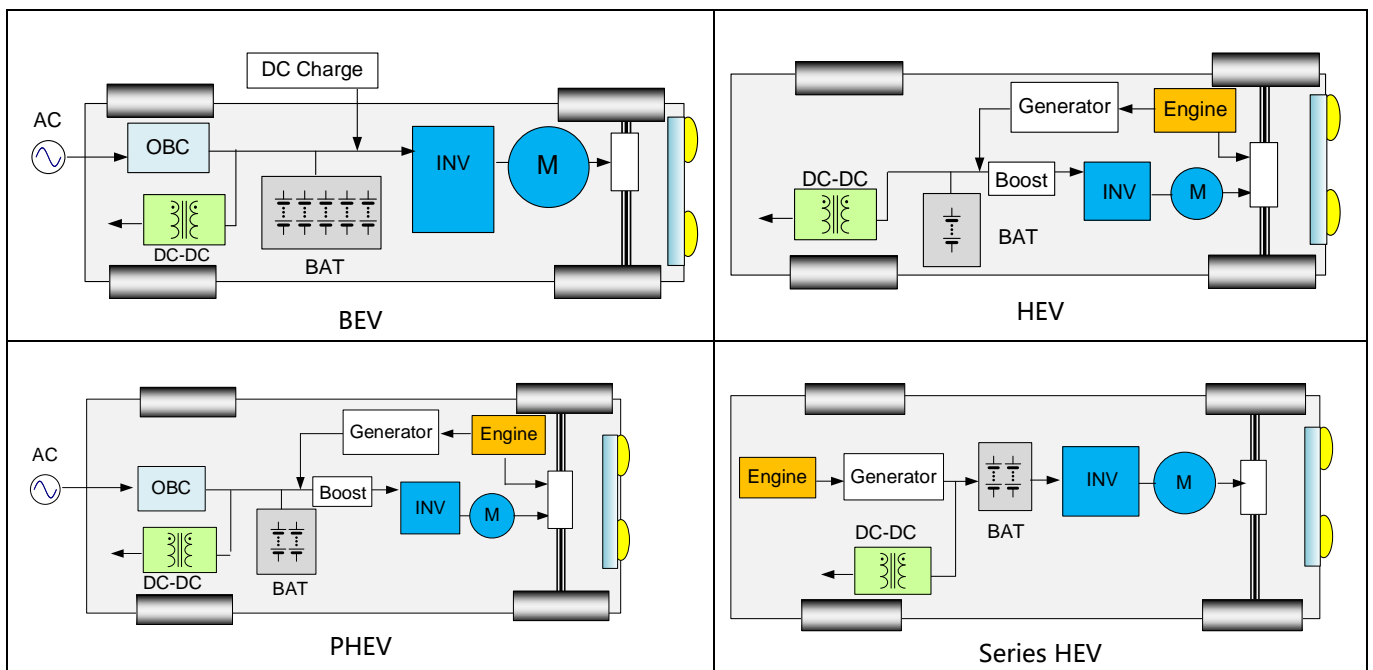


Figure 8. 各种 EV 形态

Figure 9 所示的是 BEV 的功率·体系结构的电路结构示例。对于 OBC(On Board Charger)和 V2G(Vehicle To Grid)来说, 双向 Totem-pole PFC 和双向 CLLC(对称型 LLC)是热门的电路拓扑。该 OBC 的输出会用于供应辅助用 DC-DC 转换器、电池、逆变器电压升压、以及主机牵引逆变器的供电。

3.1 章说明的是牵引逆变器的基本动作, 以及 EV 的评价系统 (电机试验台的试验环境)。以此可以根据乘用车的油耗测试方法 WTLC 来进行模拟行驶仿真, 以此来介绍第 4 世代 SiC MOSFET 可带来的电费改善度。3.2 章介绍的是在 OBC 双向 Totem-pole

PFC 中使用了第 4 世代 SiC MOSFET 情况下的实验结果。

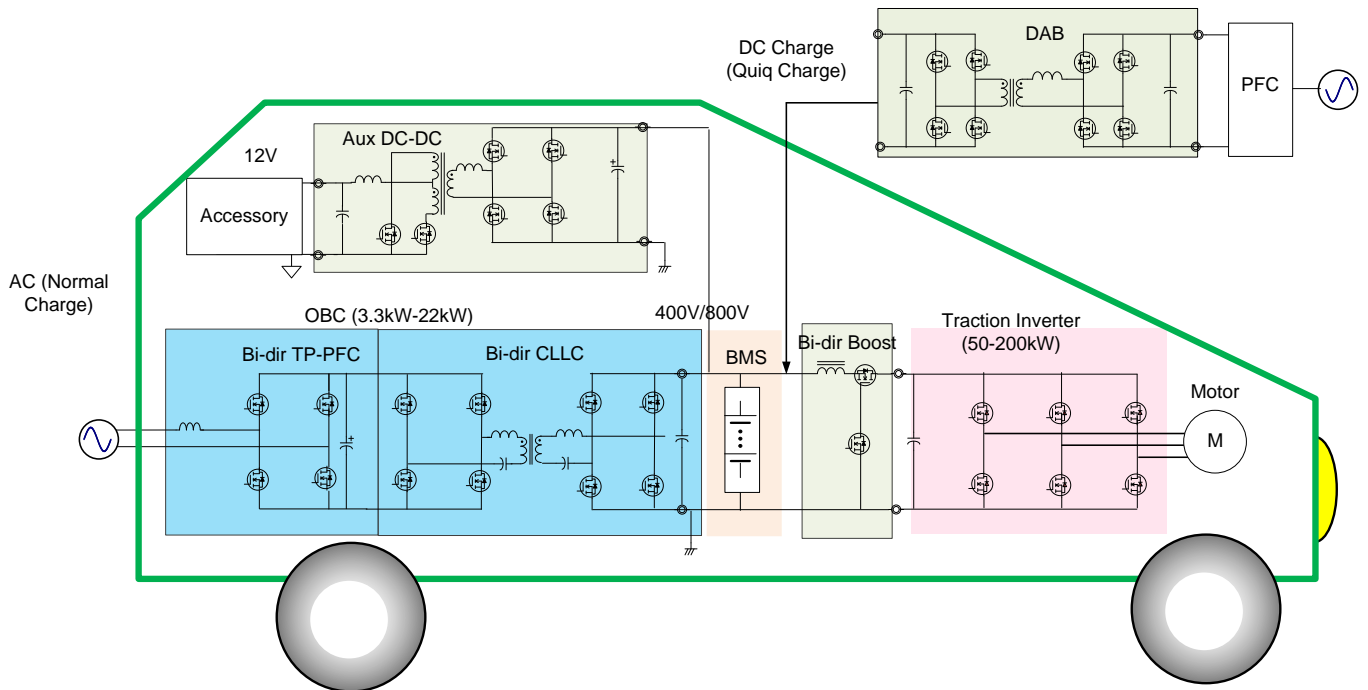


Figure 9. BEV 功率·体系结构举例

2.1. 牵引逆变器的模拟行车试验

[1] 逆变器电路动作

随着机电一体化（电机、减速机、逆变器）的推进，为实现高电压·高输出且小型化的轻量逆变器，低损耗的重要度日益上升。这是因为这与 EV 的耗电能力有直接关系。

如 Figure 10 所示，牵引逆变器为了驱动动力总成内的电机，将电池中储备的直流电力转变为 3 相交流电力。逆变器由三个半桥结构(1 leg)，即 3 leg 来构成。三相交流波形由频率与电机转速同步的信号波（参考正弦波）设定，三角波（调制波）由决定开关频率的载波频率设定。电机的供电电压是通过在产生 PWM 信号时改变三相交流电和三角波的电平来实现的。

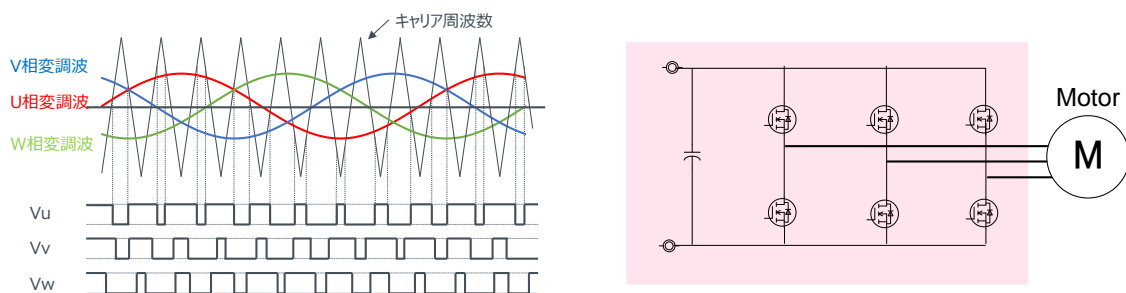


Figure 10. 一般的逆变器电路结构和驱动信号

[2] 电机试验台试验环境

Table 2 所示的是电机试验台和测试用逆变器所搭载的 SiC 器件的主要参数。测试用逆变器使用了 2in1 功率模块，该模块搭载了第 4 世代 SiC MOSFET 晶圆芯片。

Figure 11 所示的是电机试验台的试验环境，Figure 12 所示的是测试用逆变器(DUT Inverter)，Figure 13 所示的是控制系统模

块图。测试用逆变器通过 3 相 UVW 动力线来驱动测试电机。测试电机与负载电机相连接，负载电机根据车辆参数演算得出行驶阻力控制负载转矩，从而实现所希望的车辆参数条件下的模拟行驶实验。这里正如 Figure 14 以及式(15)-(18)所示，行驶阻力包含空气阻力 FAD、转动阻力 FRR、梯度阻力 FRG、加速阻力 FACC。

Table 2. 电机试验台和试用逆变器的主要参数

直流电源装置	容量	100kW
	输出电压范围	0-850V
	输出电流范围	±500A
试用电机	种类	永久磁石同步电机
	规格输出	100kW
	最大转矩(1 分间)	350Nm
	冷却方式	水冷
试用逆变器	功率模块	第 4 世代 SiC MOSFET 1200V/400A
	开关频率	10kHz
	冷却方式	水冷
冷却水循环装置	冷却温度范围	20-90°C
	冷媒	乙二醇水溶液

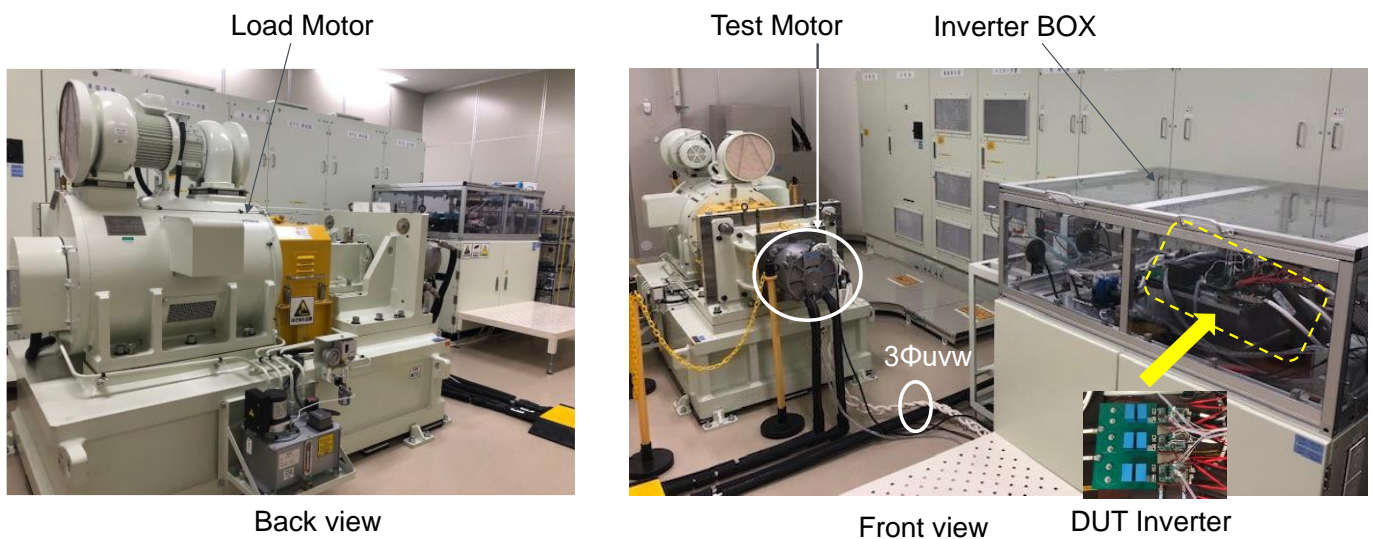


Figure 11. 电机试验台试验环境

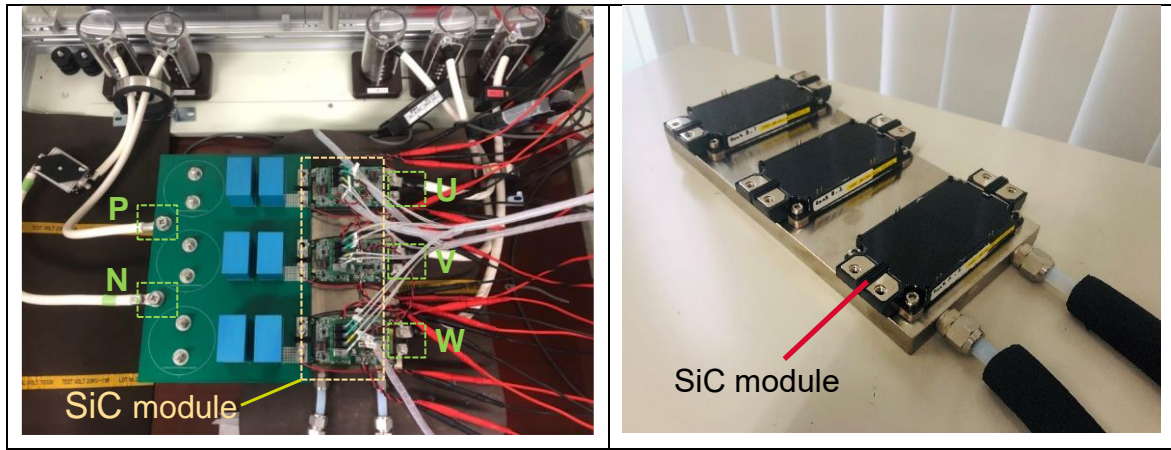


Figure 12. 试用逆变器(DUT Inverter)

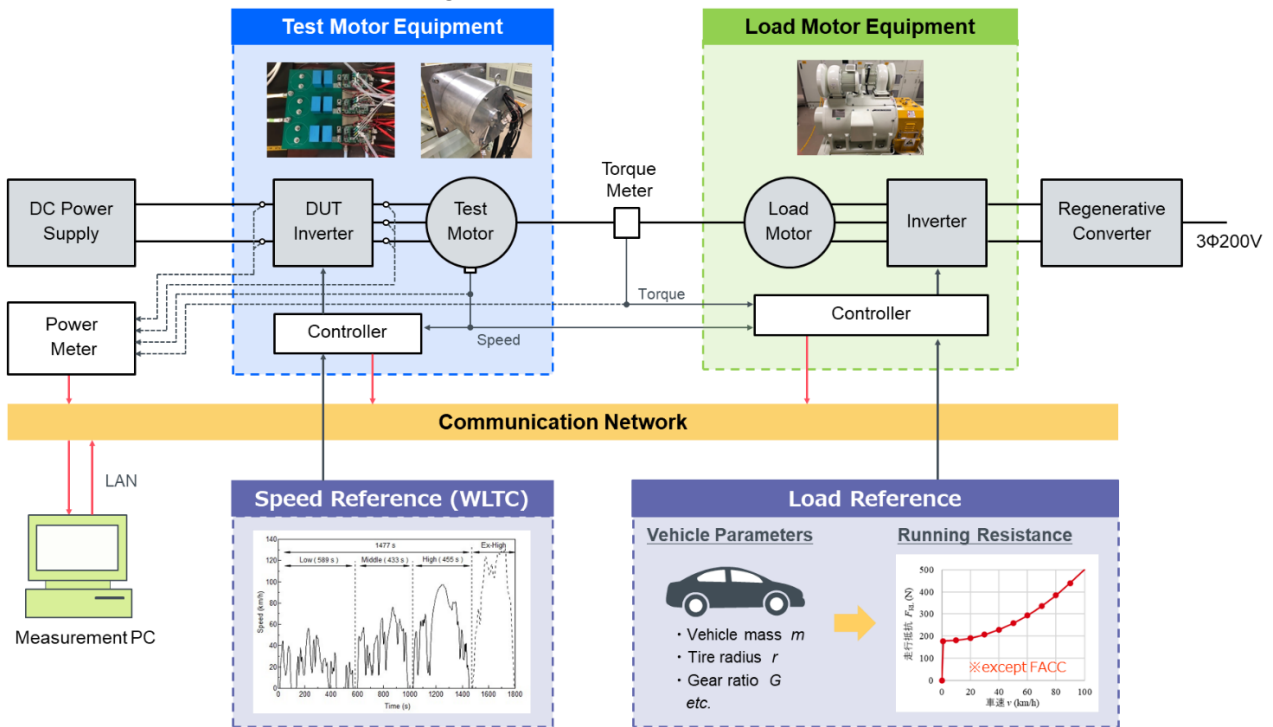


Figure 13. 电机试验台·控制系统模块图

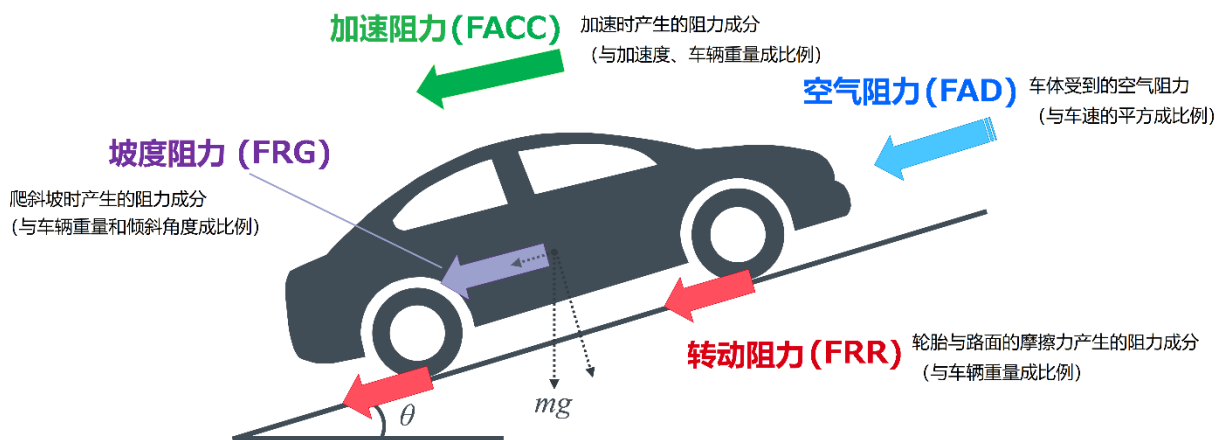


Figure 14. 行车阻力

$$F_{AD} = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 \quad (15)$$

$$F_{RR} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\theta \quad (16)$$

$$F_{RG} = m \cdot g \cdot \sin\theta \quad (17)$$

$$F_{ACC} = (m + \Delta m) \cdot \alpha \quad (18)$$

C_d : 空气阻力系数, A : 正面投影面积, ρ : 干燥空气密度, v : 车速, μ : 滚动阻力系数, m : 车身重量, Δm : 旋转身体的等价惯性质量, α : 加速度, g : 重力加速度, θ : 车辆和路面的夹角。

[3] 模拟驾驶的国际规格 WLTC 模式燃效测试

Figure 15 所示的 WLTC (Worldwide harmonized Light duty driving Test Cycle, 全球统一轻型车辆测试循环)是由联合国欧洲经济委员会在 2014 年召开的第 162 届世界汽车标准协调论坛(WP29)上公布的世界统一技术规则 GTR(Global Technical Regulation)所采纳的轿车等的排放气体、燃料消耗量测试法(WLTP: Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure)中规定的驾驶循环。这个循环由 Low, Middle, High, Extra-High 速度阶段构成, 在日本除了 Extra-High 阶段以外, 测试车辆通过行驶循环进行排放气体和油耗的测量。

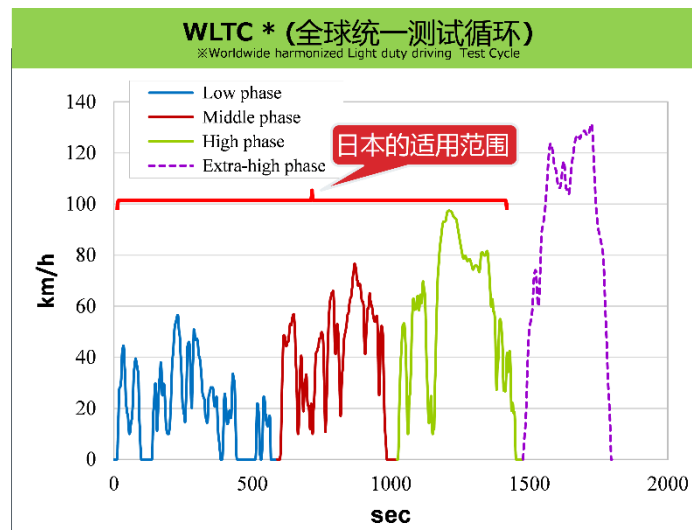
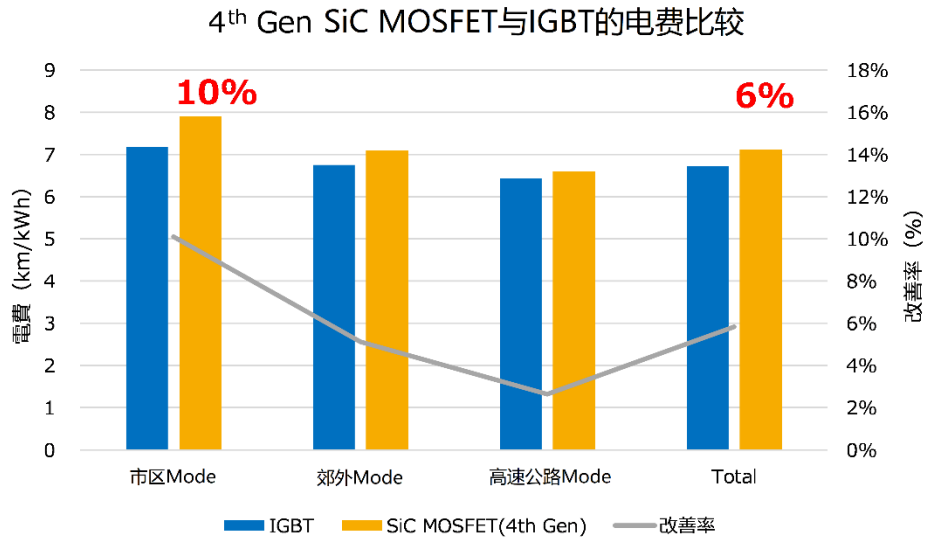


Figure 15. WLTC (全球统一轻型车辆测试循环) 的概要

罗姆使用前述的马达测试台, 通过输入 WLTC 行驶循环的模拟行驶试验条件, 对逆变器进行了采用第四代 SiC MOSFET 和 IGBT 时的行驶电费试验。

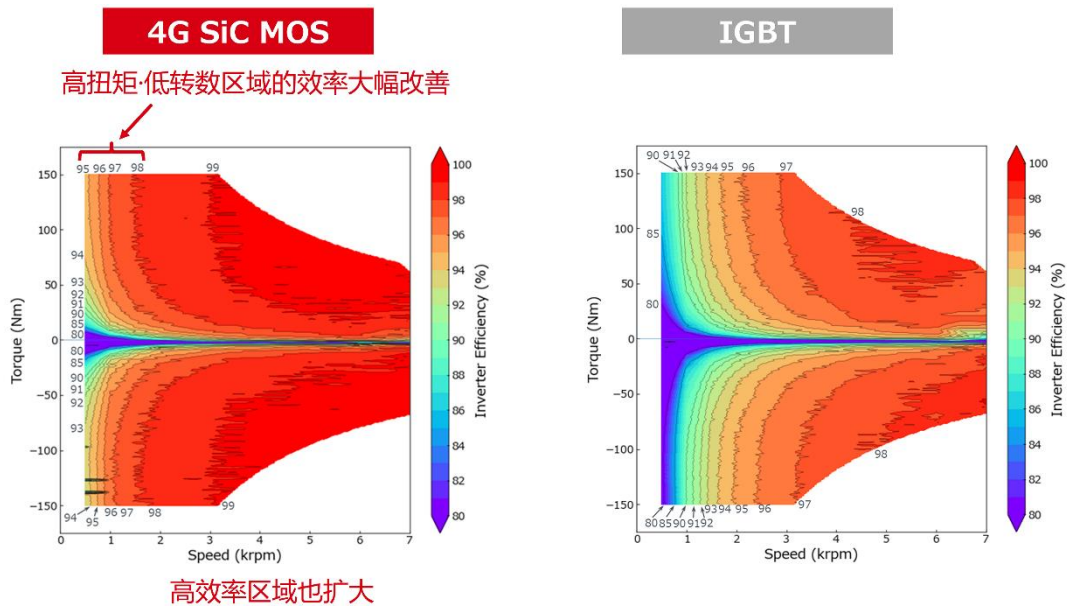
假设 C 级 EV 的电费试验结果如 Figure 16 所示。在 WLTC 行驶循环的全速度阶段, 都可通过用第四代 SiC-MOSFET 代替传统的 IGBT 来改善电费。总电费与 IGBT 相比约改善 6%, 市区模式约改善 10%。

作为参考, 在 Figure 17 显示了逆变器效率 Map 图 (以 NT 曲线为基础加入了效率的信息)。从这个结果也可以看出, 在市区行驶中频繁出现的高扭矩、低转速区域的效率大幅改善。



(总电费比 IGBT 改善 6%，市区模式改善 10%)

Figure 16. 电费试验结果



(行驶模式: WLTC Class 3b, 设想车辆: C segment、模式: 永磁同步电机 100kW/800V)

Figure 17. WLTC 燃效测试中的逆变器效率图

下面展示电费测试中 6%-10%的性能提升如何为用户带来收益。用相对于行驶距离的运行成本(电费)和搭载电池容量的削减来考虑的话就容易理解了。如 Table 3 所示, 与 IGBT 相比, 电费改善 5.5%, 行驶 1 万公里时减少 2000 日元, 搭载 100kwh 电池的车辆减少 5.5 万日元 (Figure 18)。

Table 3. 电费改善与用户利益

使用器件	电费	每公里的电费	1 万 km	100kWh 电池
ROHM SiC (第 4 世代)	7.11km/kWh	3.52 日元/km	3 万 5200 日元	94.5 万日元
IGBT	6.72km/kWh	3.72 日元/km	3 万 7200 日元	100 万日元

(假设电费为 25 日元/kWh, 电池为 100 万日元/ 100kwh 来计算)



Figure 18. 电池削减效果

3.2 Totem-pole PFC 的实机评估

Totem-pole PFC 作为一种以高效率为目标的 PFC 转换器的拓扑结构, 近年来备受关注。另外, 为了实现微电网系统的稳定化和供需平衡, V2G 的研究在世界范围内得到推进, 双向运行也变得重要起来。

Figure 19 是电路框图。左区域(S1, S2)用于高频开关, 右区域(S3, S4)用于商用频率(低频)整流。S3 和 S4 采用同步整流 FET, 可实现 V2G 的双向工作。

Figure 20 为各状态的工作图。图腾柱低边 FET (S2) 在商用交流电的正半周期期间作为升压转换器执行高频开关 (图 (a): 周期 D)。此时, S1 进行整流操作 (图 (B): 周期 1-D), 但如果体二极管的恢复速度缓慢, 则会出现较大的功率损耗。SiC MOSFET 由于体二极管恢复速度得非常快, 受这种功率损耗的影响较小, 非常适合作为图腾柱 PFC 的功率器件。接下来, 在商用交流电的负半周, 图腾柱高边场效应管 (S1) 作为升压转换器进行高频开关 (图 (C): 周期 D), S2 进行整流 (图 (D) : 时期 1-)。S3 和 S4 在商用交流电每半个周期切换一次。

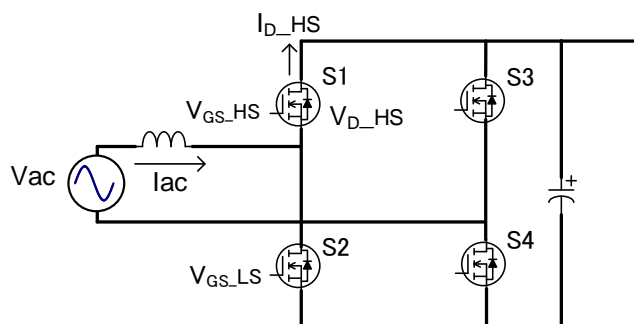


Figure 19. Totem-pole PFC 框图

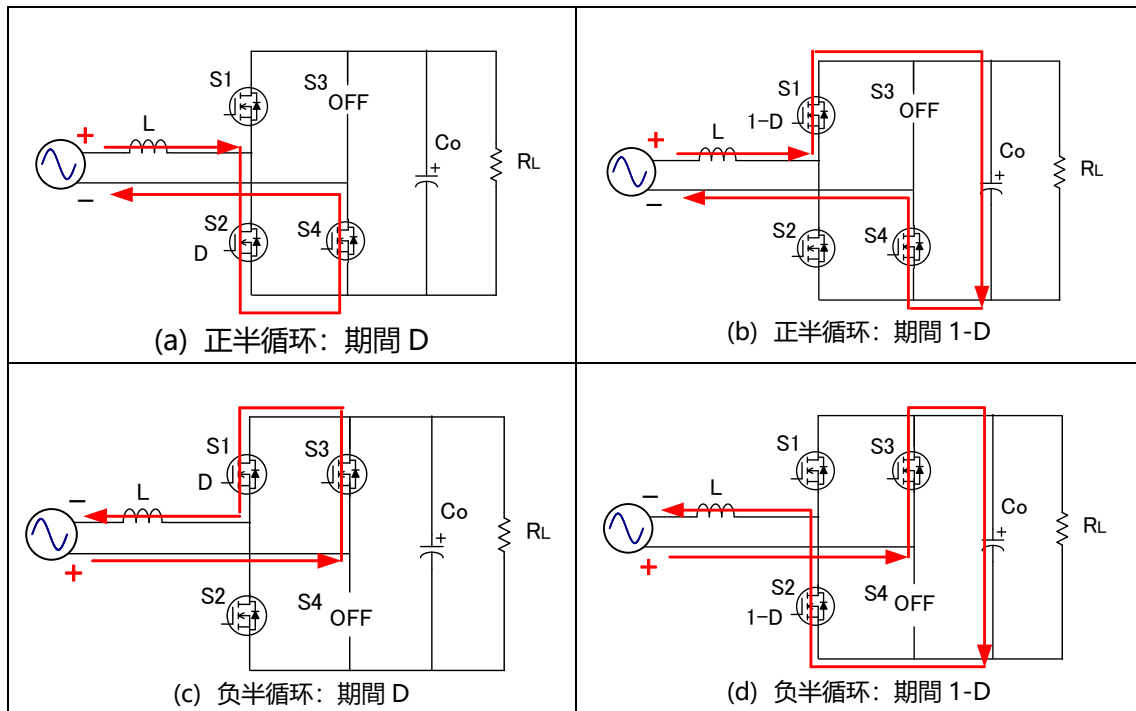


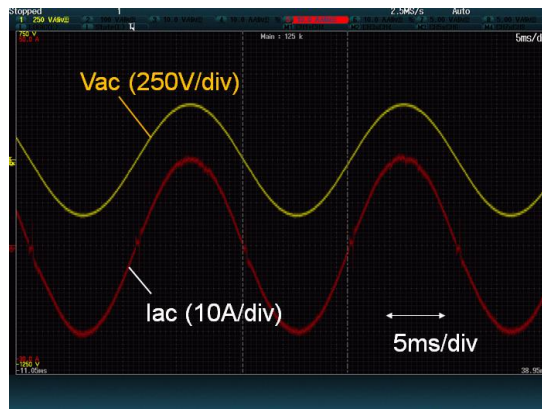
Figure 20. 各状态工作图

为了验证第四代 SiC MOSFET 对降低 Totem-pole PFC 的损耗所做的贡献，使用实 Demo 进行了实验。Table4 中为 PFC 的评价条件和使用的 SiC 器件的规格。当输出电压为 400V 时，与 750V 耐压的 SiC MOSFET 匹配。这里使用 SCT4045DR。

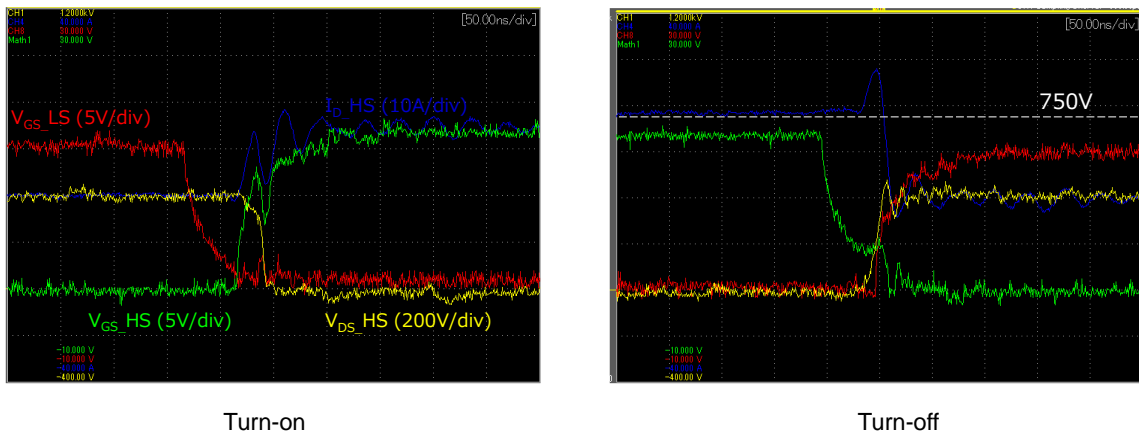
在 Figure 21 为 Demo 的开关波形。在 20ns-30ns 的非常短的时间内 turn on/off。Figure 22 所示的效率的检测结果，半载的 1.5kW 实现 98% 以上，满载的 3kW 实现 97.6% 的高效率。

Table 4. PFC 评估条件

输入电压	230VAC
输出电压	400VDC
输出功率	3kW
L 值	500 μ H
开关频率	65kHz
第 4 代 SiC MOSFET	SCT4045DR 750V/45 m Ω
第 3 代 SiC MOSFET (比较用)	SCT3060AR 650V/60 m Ω



(a) 一周期的 Vac, Iac 波形



(b) turn on、turn off 时的波形

Figure 21. 开关波形

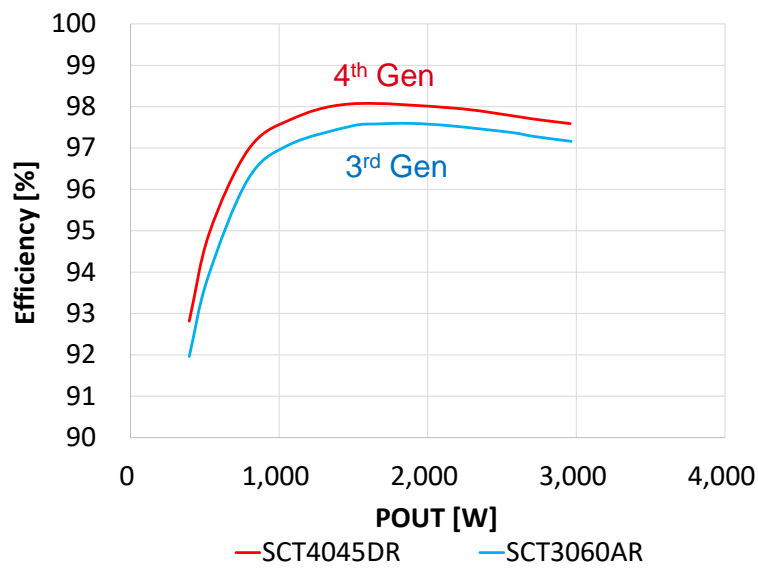




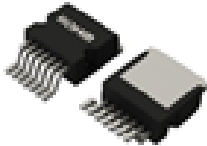
Figure 22. 实测效率

4. 总结

SiC 功率半导体是在 EV、数据中心、基站、智能电网等高压、大容量的应用中，在提高便利性的同时，提高功率转换效率的关键功率设备。第4代 SiC MOSFET 大幅改善了沟槽结构的性能，归一化导通电阻也更小。活用这些得到的高速开关性能，低导通电阻对功率转换效率的提高有很大的贡献。本应用手册记载的使用 1200V/36mΩ 的 SiC 分立元器件的 500V 输入 7kW 输出的降压型 DC-DC 转换器的实机验证，使用 1200V/400A 的 SiC 功率模块的 EV 的 800V 输入 100kW 的主牵引逆变器的模拟行驶试验，以及使用 750V/45mΩ 的 SiC 分立元器件的 Totem-pole PFC 的实机评估，均显示了它的有用性。可以期待它有助于提高世界上许多应用中的功率转换效率。

最后，介绍一下本次发布的 750V 和 1200V 第4代 SiC MOSFET 产品线。

Table 5 第4代 SiC MOSFET 产品 Line up 表

品名	V _{DSS} (V)	导通电阻 Typ.(mΩ)	封装
<u>SCT4045DE</u>	750	45	 TO-247N
<u>SCT4026DE</u>		26	
<u>SCT4013DE</u>		13	
<u>SCT4062KE</u>	1200	62	
<u>SCT4036KE</u>		36	
<u>SCT4018KE</u>		18	
<u>SCT4045DR</u>	750	45	 TO-247-4L
<u>SCT4026DR</u>		26	
<u>SCT4013DR</u>		13	
<u>SCT4062KR</u>	1200	62	
<u>SCT4036KR</u>		36	
<u>SCT4018KR</u>		18	
<u>SCT4045DW7</u>	750	45	 TO-263-7L
<u>SCT4026DW7</u>		26	
<u>SCT4013DW7</u>		13	
<u>SCT4062KW7</u>	1200	62	
<u>SCT4036KW7</u>		36	
<u>SCT4018KW7</u>		18	

第4代 SiC MOSFET 产品信息：https://www.rohm.com.cn/solution-simulator/c-016a_dc-dc_llc_full-bridge

EV 相关应用信息：<https://www.rohm.com.cn/solution/automotive/xev>

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.com.cn/contactus>