

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。

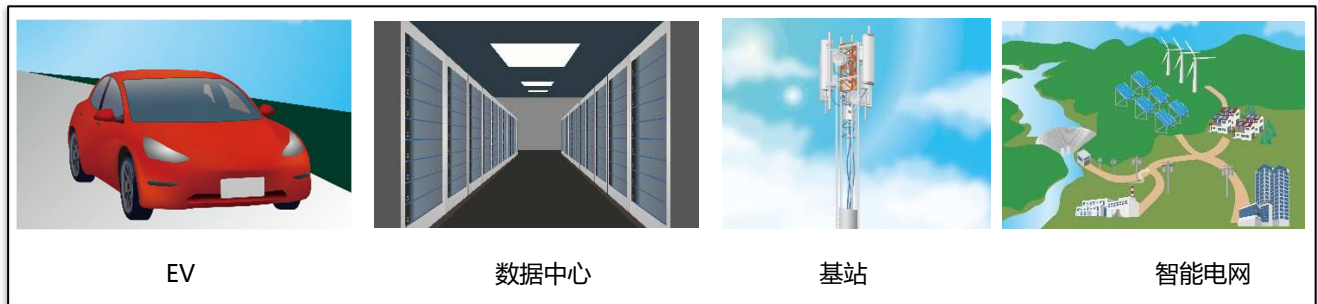


Figure 1. 应用例

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。

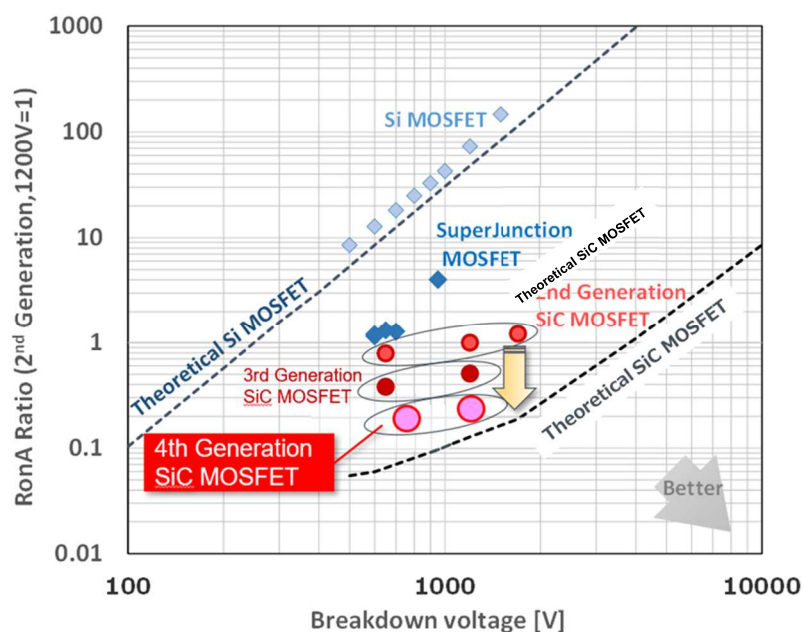


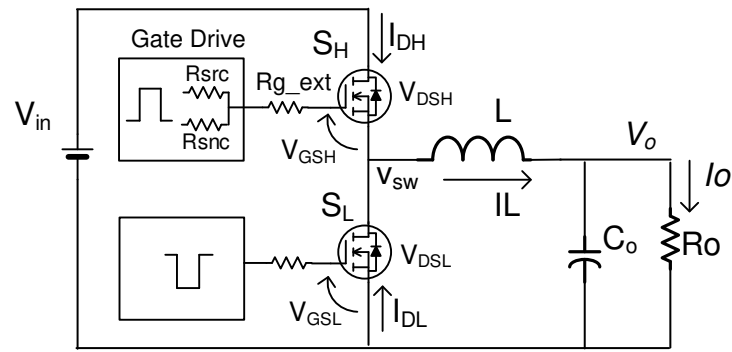
Figure 2. 导通电阻的趋势图

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。

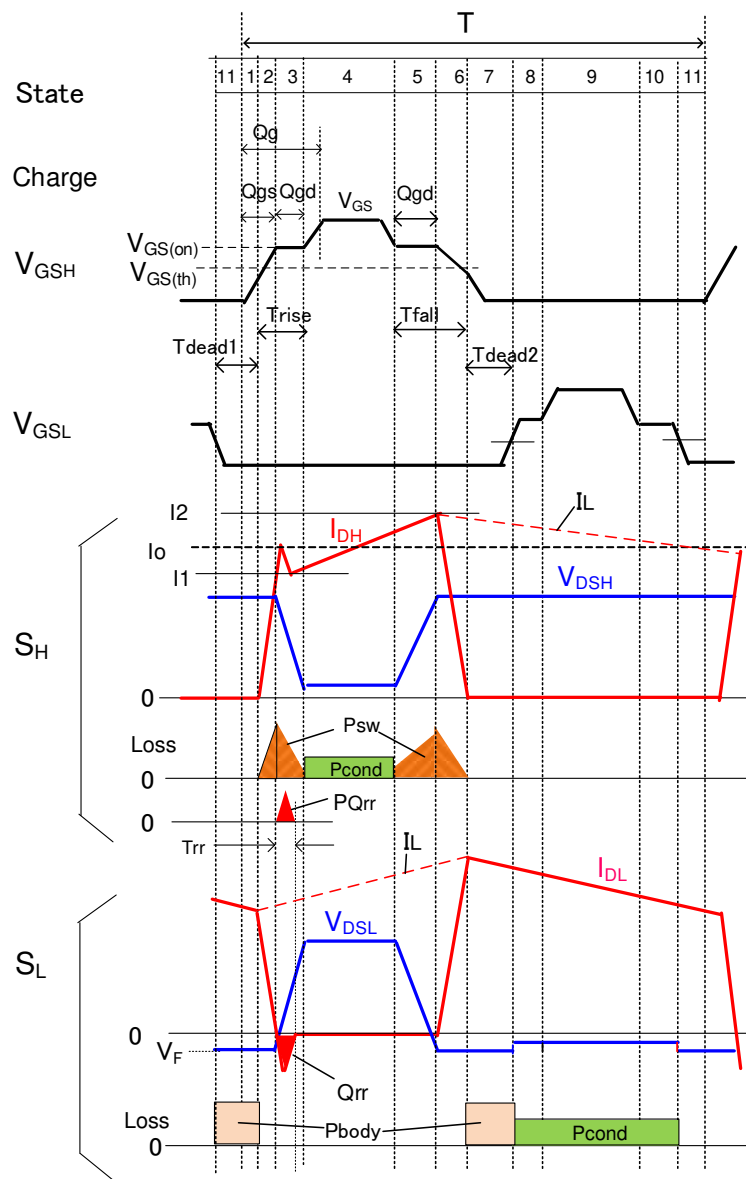
(2) 降压型 DC-DC 转换器中第 4 代 SiC MOSFET

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。

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

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

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。

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

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

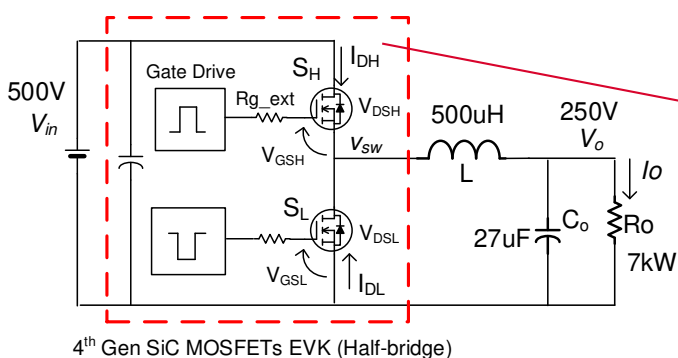
特别是关于开关损耗 P_{sw}, 根据式(2)和(4), Q_{gd}(对栅极-漏极间电容的米勒平台充电所需的电荷量)越小, Trise/Tfall 的时间越短, 式(1)的开关损耗 P_{sw} 被降低。第 4 代 SiC MOSFET 相对于第 3 代 Q_{gd} 降低了约一半, 因此可以减少开关损耗。对转换器的开关频率高频化, 负载变化率大, 平均来说轻负载运转较多的 EV 有降低损耗的效果。结果导致续航里程的延长和运行成本的降低。。这是使用第 4 代 SiC MOSFET 的最大优点。

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。

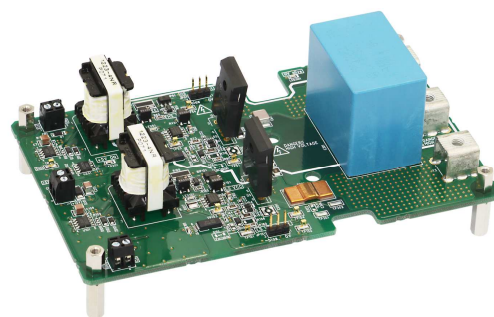
Table 1. DC-DC 转换器规格、SiC 器件各项规格

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 $Trise$ 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。

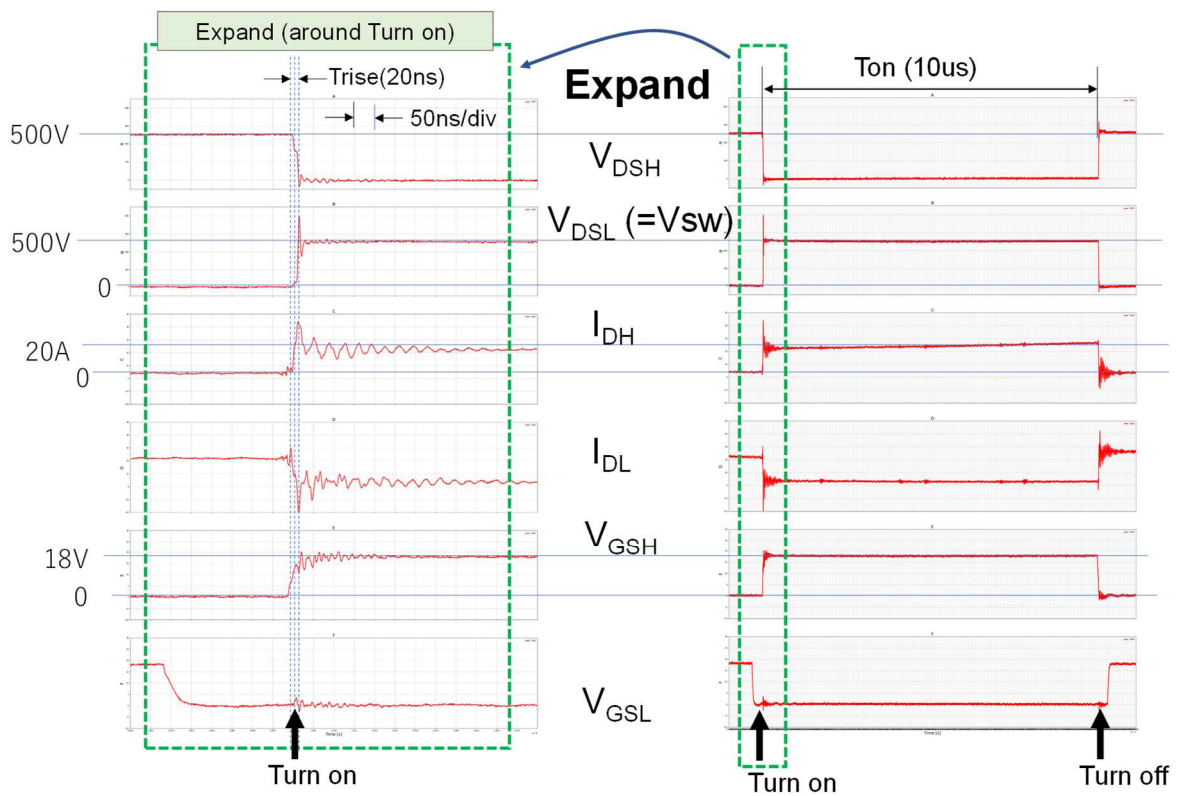


Figure 5. 实测开关波形 (500V_{in}, 250V_o/20A(5kW), 50kHz)

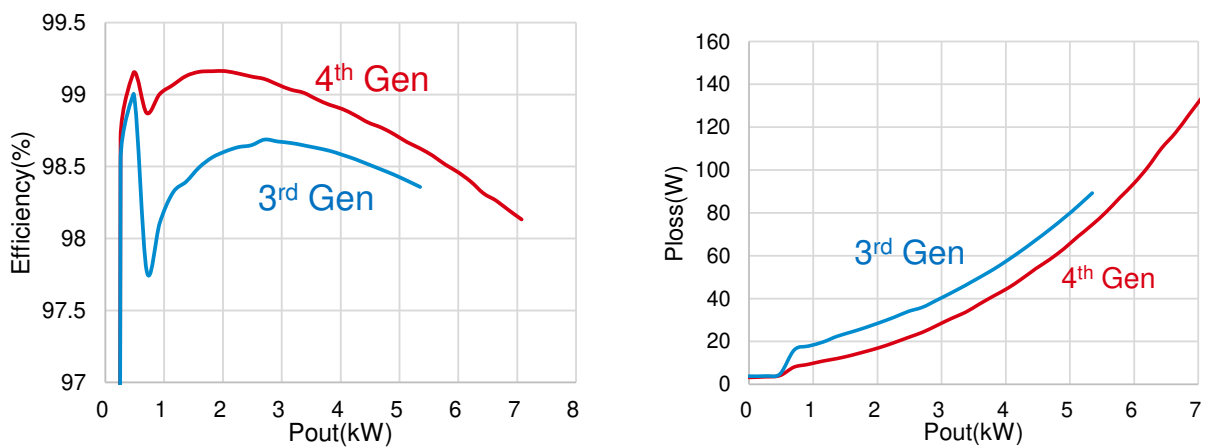


Figure 6. 效率、损耗的测定结果(500V_{in}, 250V_o/7kW, 50kHz)

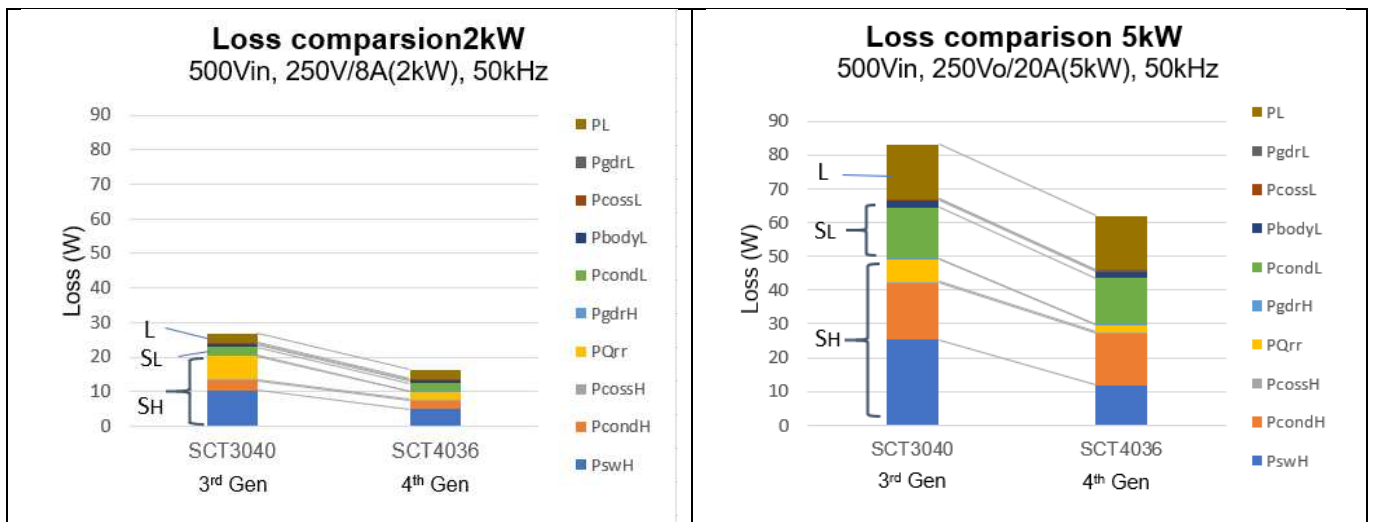


Figure 7. 损耗分析结果 (计算值) (左: 2kW、右: 5kW)

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。

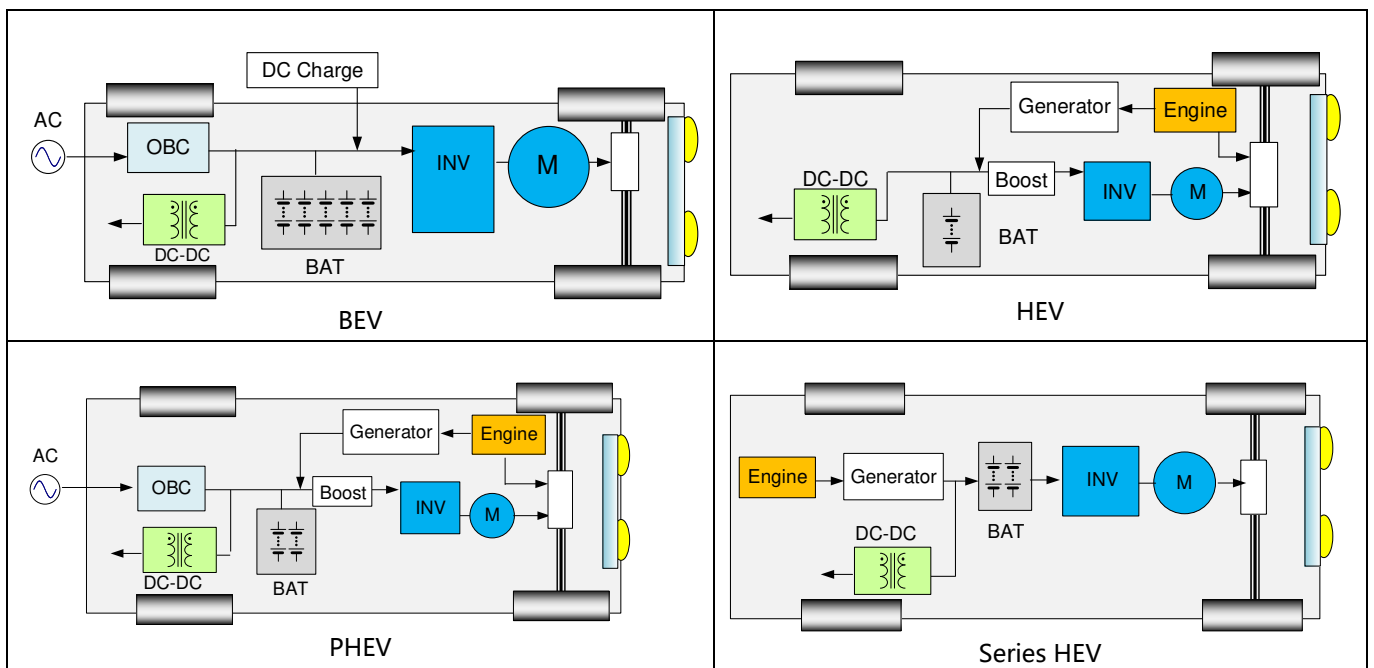


Figure 8. 各种 EV 形态

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 可带来的耗电量改善度。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。

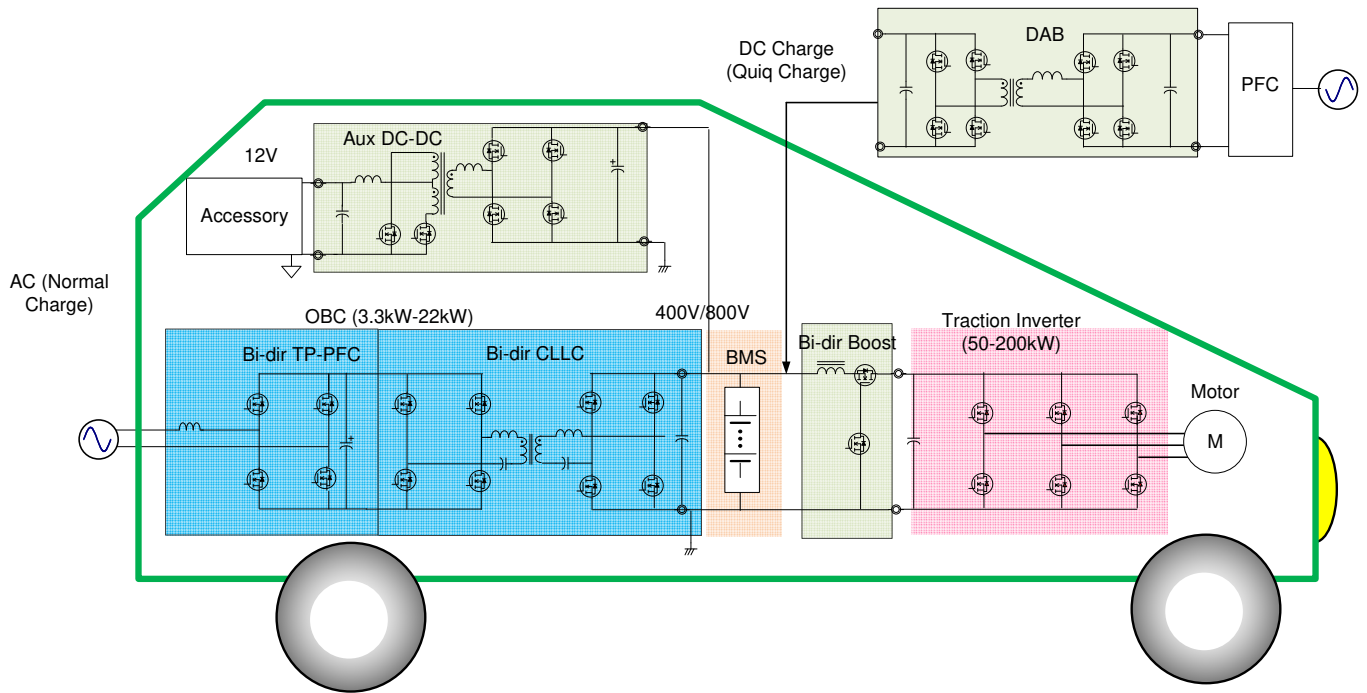


Figure 9. BEV 功率・体系结构举例

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。

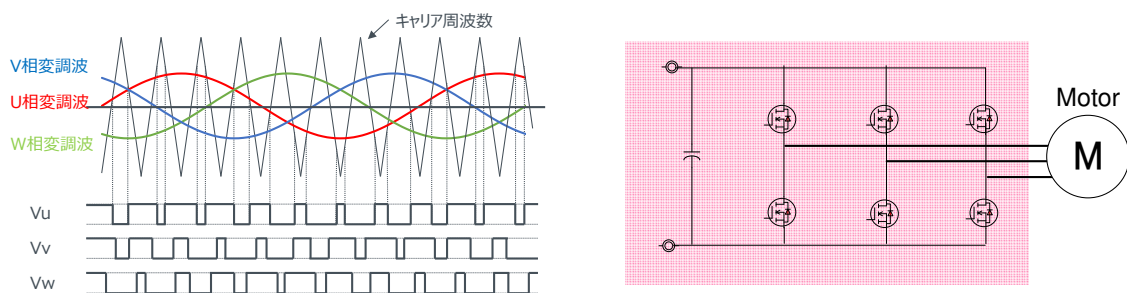


Figure 10. 一般的逆变器电路结构和驱动信号

[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

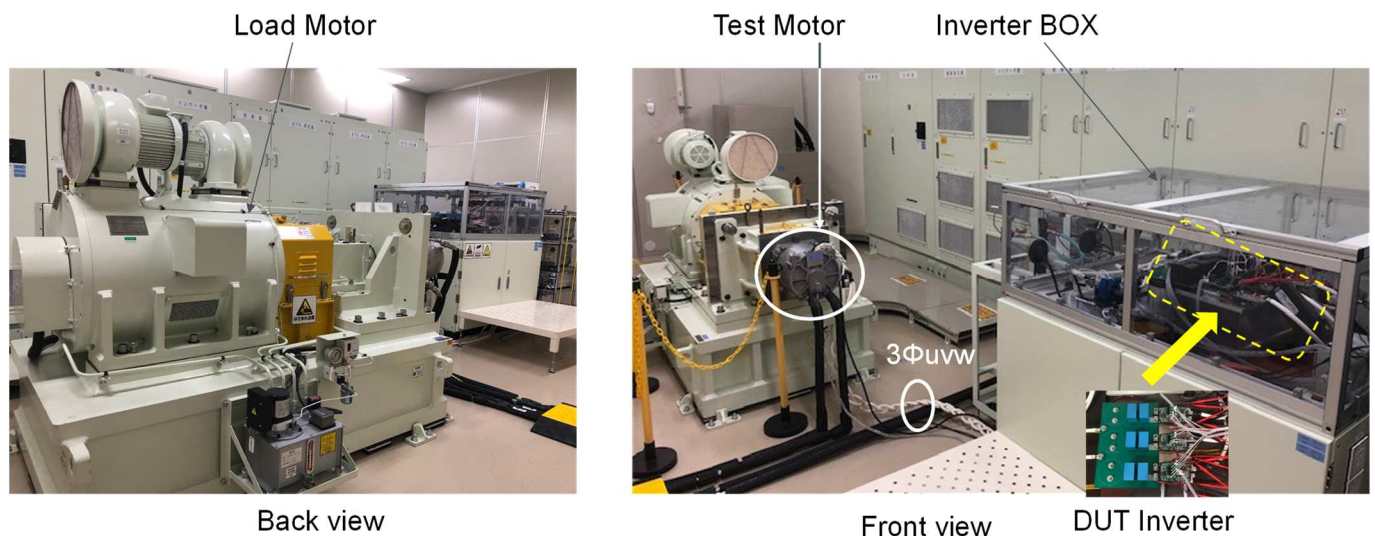


Figure 11. 电机试验台试验环境

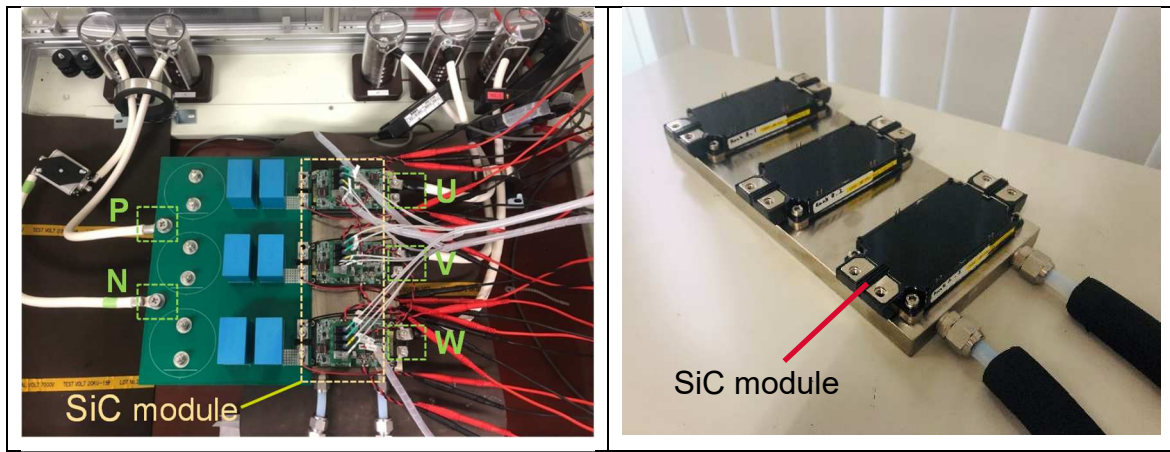


Figure 12. 试用逆变器(DUT Inverter)

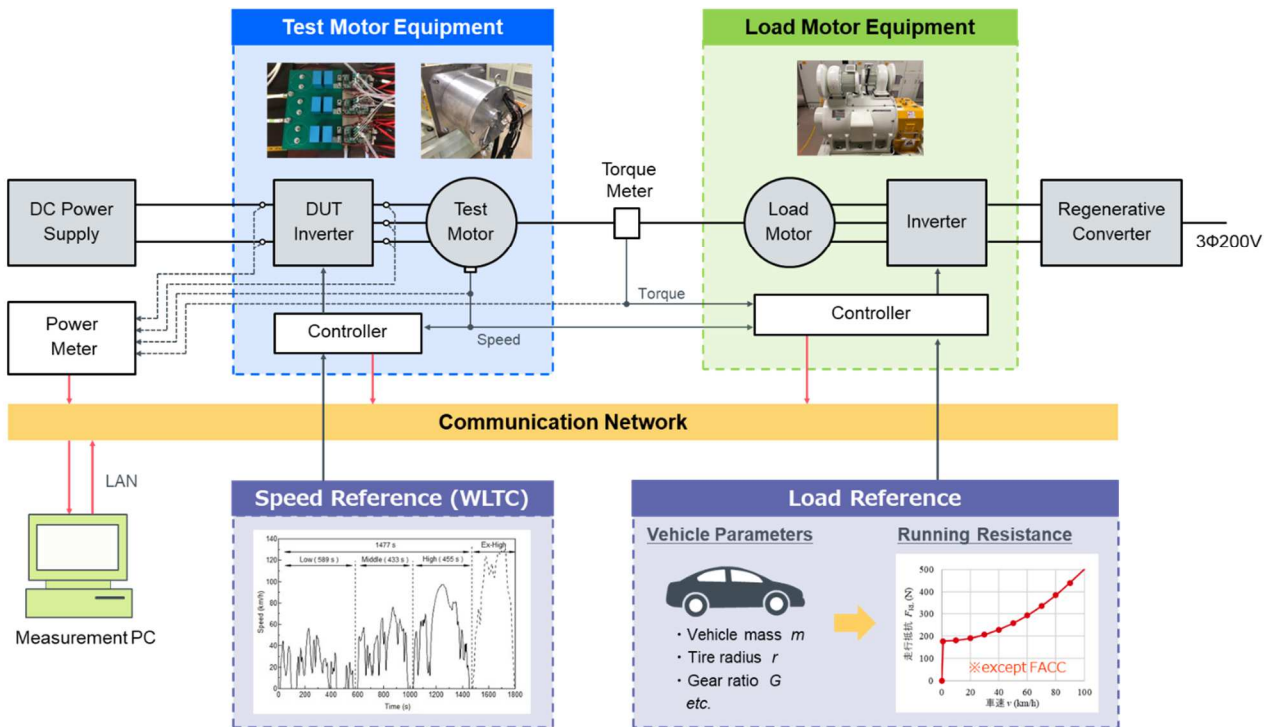


Figure 13. 电机试验台·控制系统模块图

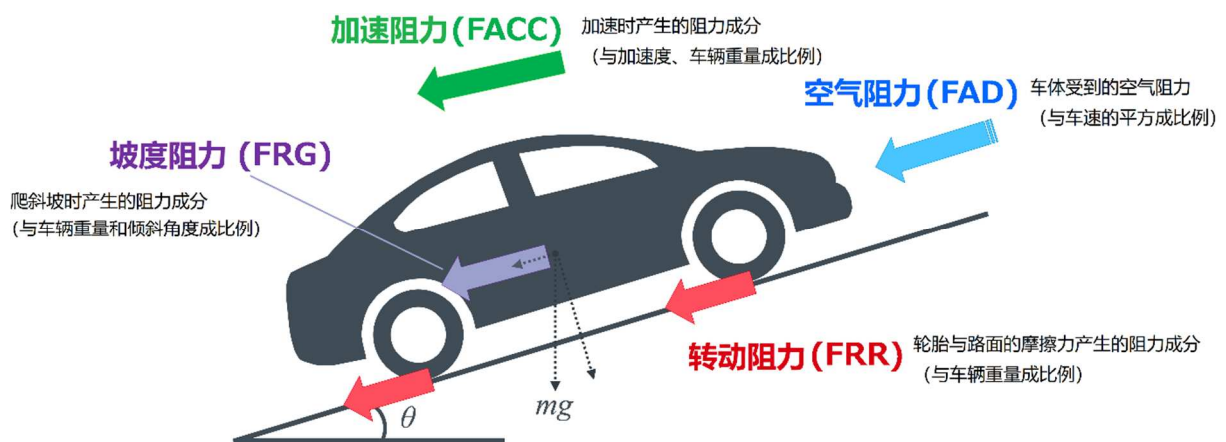


Figure 14. 行车阻力

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

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

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

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

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。

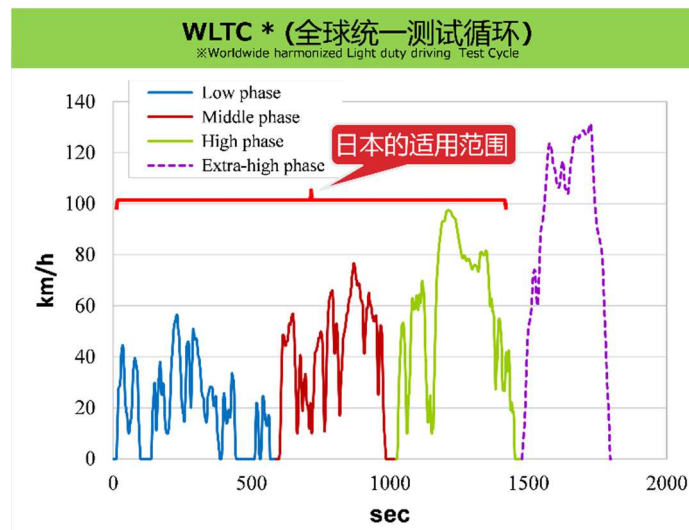
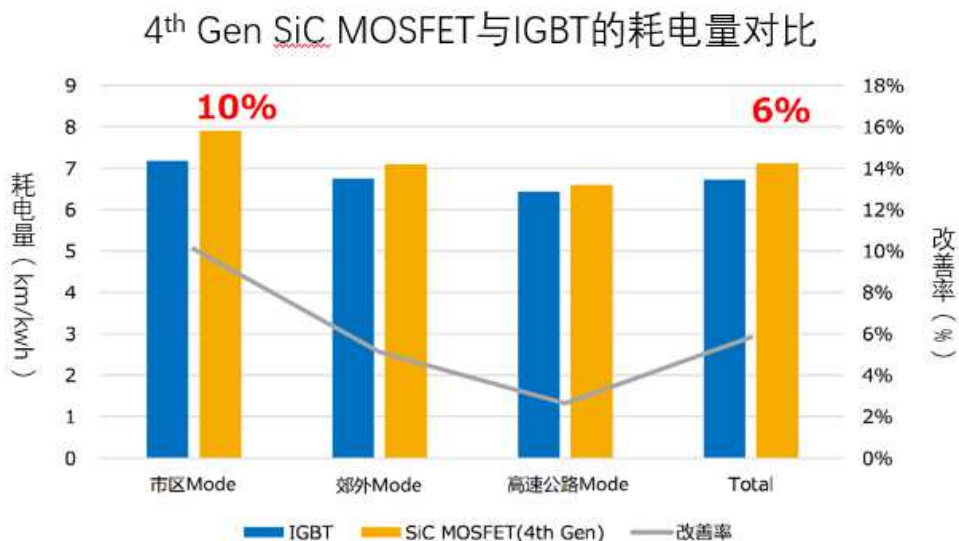


Figure 15. WLTC (全球统一轻型车辆测试循环) 的概要

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 时的行驶耗电量试验。

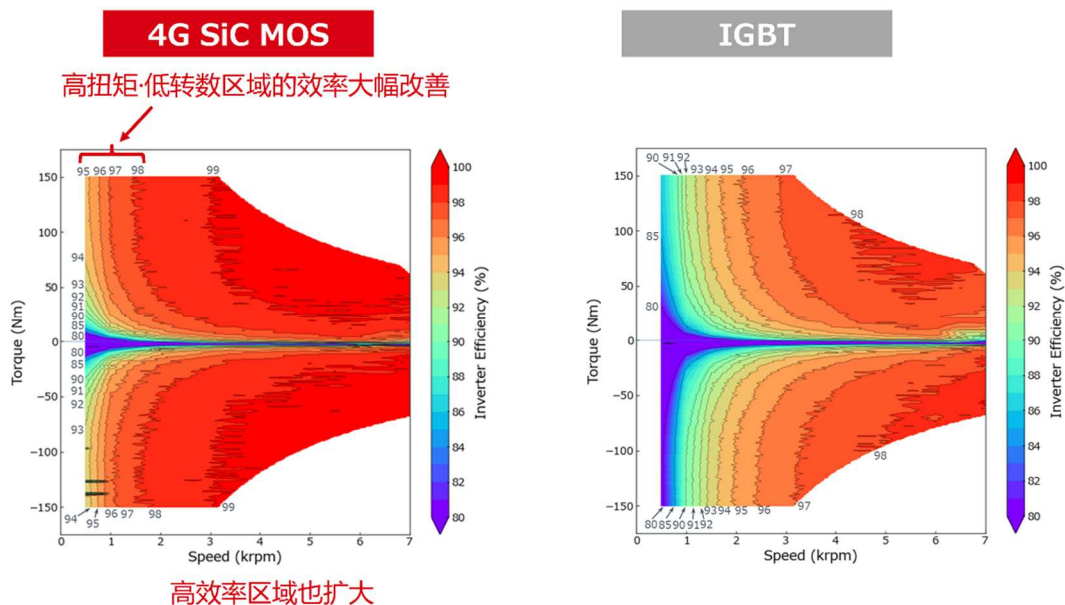
假设 C 级 EV 的耗电量试验结果如 Figure 16 所示。在 WLTC 行驶循环的全速度阶段, 都可通过用第四代 SiC-MOSFET 代替传统的 IGBT 来改善耗电量。总耗电量与 IGBT 相比约改善 6%, 市区模式约改善 10%。

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。



(总耗电量比 IGBT 改善 6%，市区模式改善 10%)

Figure 16. 耗电量试验结果



(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

下面展示耗电量的改善如何为用户带来益处。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。Table 3 为按照郊外模式来计算的示例，与 IGBT 相比，耗电量改善 5.5%，行驶 1 万公里时减少 2000 日元，搭载 100kwh 电池的的车辆减少 5.5 万日元 (Figure 18)。

Table 3. 耗电量的改善与用户收益

使用器件	耗电量	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. 电池容量削减效果

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。

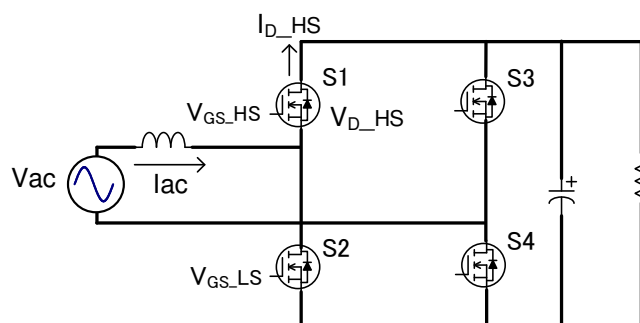


Figure 19. Totem-pole PFC 框图

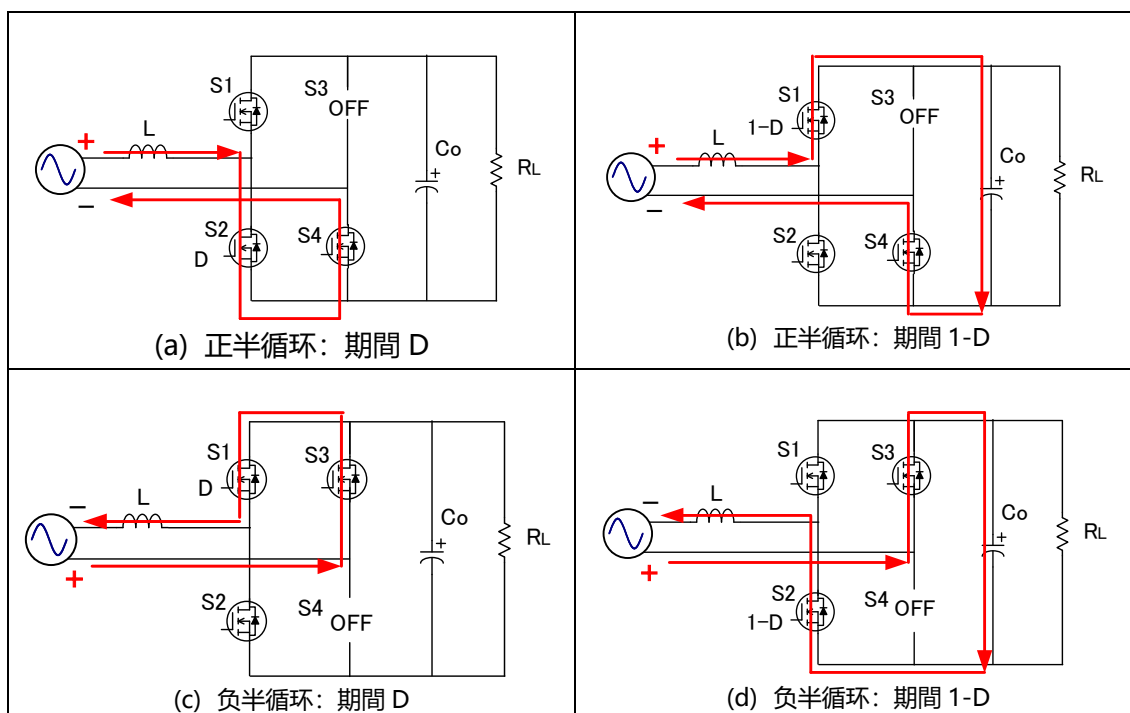


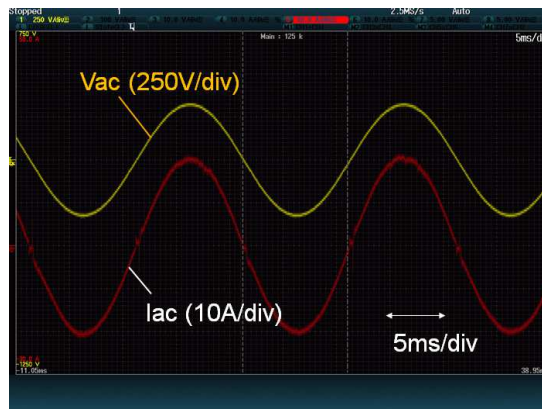
Figure 20. 各状态工作图

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。

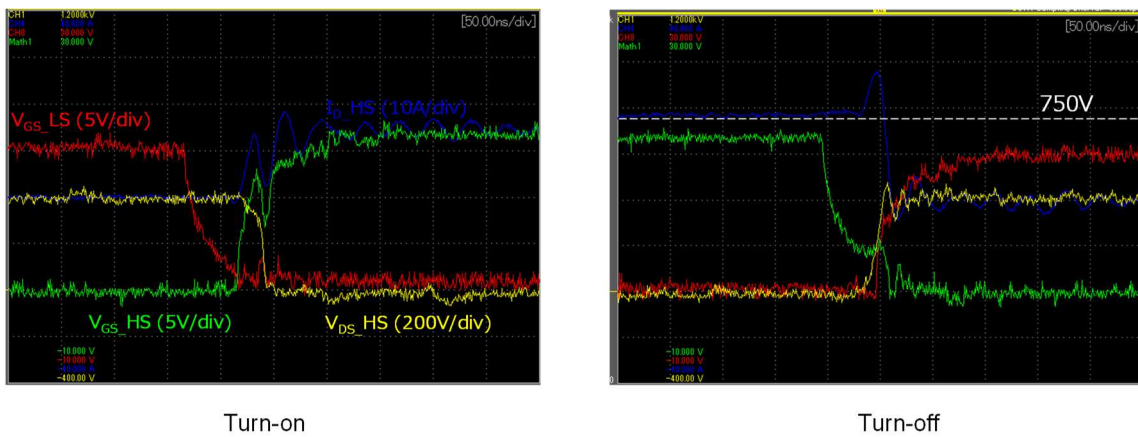
在 Figure 21 为 Demo 的开关波形。在 20ns-30ns 的非常短的时间内 turn on/off。Figure 22 所示的效率的检测结果，半载的 1.5kW 实现 98% 以上，满载的 3kW 实现 97.6% 的高效率。

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

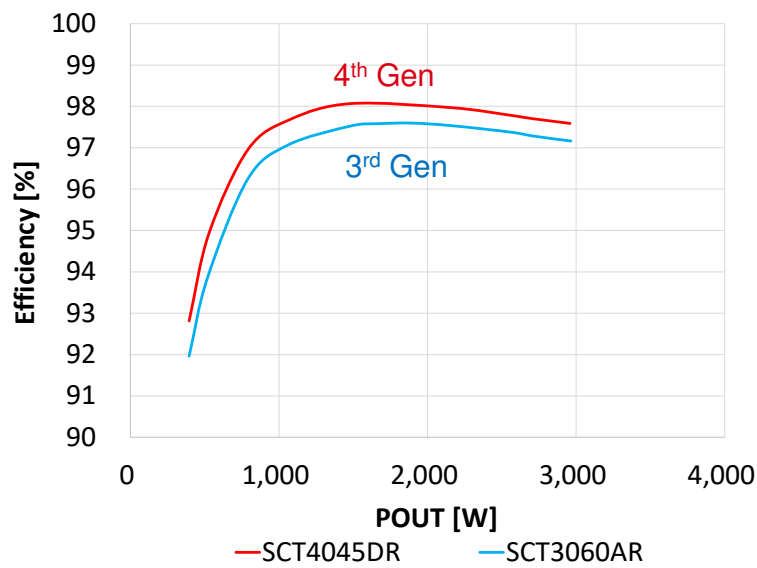


Figure 22. 实测效率

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>

注 意 事 项

- 1) 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。
- 2) ROHM的产品是面向普通电子设备(AV设备、OA设备、通信设备、家电产品、娱乐设备等)或技术规格书中指定的应用领域而设计和制造的。因此,如果要在要求极高可靠性、产品故障或误动作可能会危及人的生命、造成人身危害或损害,或可能造成其他严重损害的设备或装置(包括医疗设备、运输设备、交通设备、航空航天设备、核电控制装置、燃料控制、含汽车配件在内的车载设备、各种安全装置等)(以下简称“特殊用途”)中使用ROHM产品,请事先咨询ROHM销售部门。如果未经ROHM事先书面同意而将ROHM产品用于特殊用途,因此造成的客户或第三方的任何损害,ROHM不承担任何责任。
- 3) 含有半导体的电子产品存在一定的误动作或故障概率。客户有责任采取Fail Safe设计等安全对策,来避免万一发生误动作或故障时对人的生命、身体或财产造成危害或损害。
- 4) 本资料中出现的应用电路示例和常数等信息仅用于说明ROHM产品的标准工作和使用方法,并非明示保证或默示保证在实际应用设备中的工作。因此,在客户设备的设计过程中使用这些电路、常数以及相关信息时,请结合各种外部条件自行判断并对自己的判断负责。对于因使用这些数据和信息造成的客户或第三方的任何损害,ROHM不承担任何责任。
- 5) 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。
- 6) 本资料中的应用电路示例等技术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。另外,对于本材料中的信息,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。
- 7) 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。
- 8) 本资料中的内容为截至本资料发行之时的信息,如有更改,恕不另行通知。在购买和使用ROHM产品之前,请通过ROHM销售部门确认最新信息。
- 9) 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。



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>