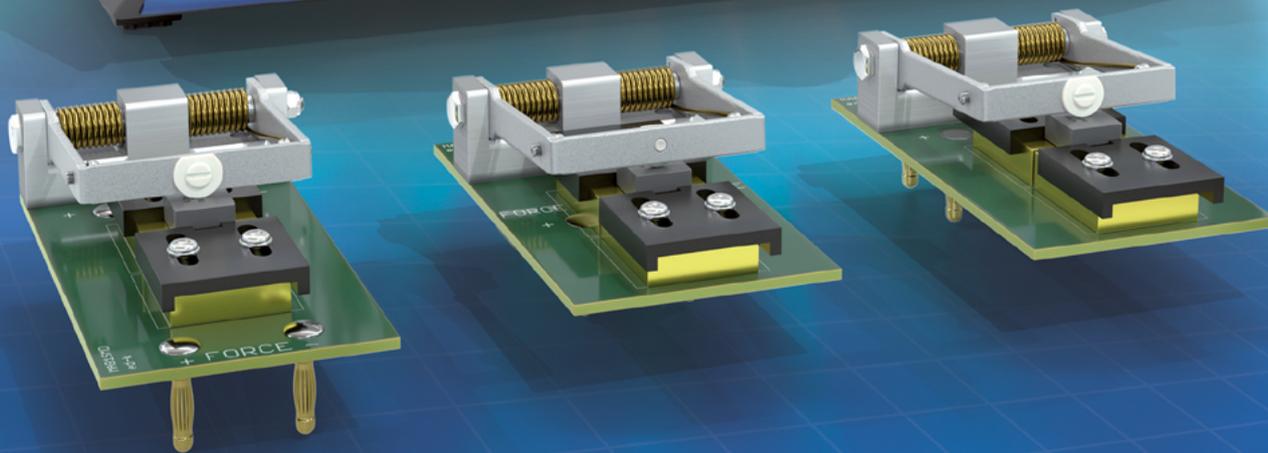


Bodo's 功率系统

Bodo's Power Systems®

Electronics in Motion and Conversion

2024年5月刊 · May 2024



nH级功率电感的脉冲电感测量

用于DPG10系列功率电感测试仪的 SMD电感测试适配器



ed-h
PULSED INDUCTANCE MEASUREMENT

全新形象 重心不变

我们更新了品牌形象，但我们以客户为中心的服务承诺不变。

始终如一，我们的目标就是要帮助每一位设计者、买家和构建者提升效率，加快发展。

详情请造访: digikey.cn

DigiKey 得捷

we get technical

DigiKey 是所有合作供应商授权的正品分销商。新产品每日添加。DigiKey和DigiKey Electronics是在美国和其他国家的注册商标。© 2024 得捷电子(上海)有限公司。本公司保留全部版权。
上海客服中心: 上海市长宁区长宁路1133号长宁来福士广场T1幢办公楼32层3202、3203、3205、3206单元 邮编: 200051



Bodo's 功率系统®

主编寄语 碳化硅持续发展，潜力巨大且面临挑战 <i>Bodo Arlt</i>	04
新闻	07
蓝色产品 GaN FET让您实现高性能D类音频放大器	12
绿色产品 采用SOT23封装的小型节能DC	13
封面故事 低电感大电流SMD电感的脉冲电感测量 作者: <i>Hubert Kreis, 首席执行官, ed-k, 德国</i>	14
功率半导体 借助智能功率模块系列提高白色家电的能效 作者: <i>英飞凌科技研发部首席工程师Taesung Kwon 和技术营销部高级首席工程师Laurent Bearenaud</i>	18
宽禁带 模块化设计和高功率 SiC 牵引逆变器加速超出汽车以外的其它移动应用的电气化 作者: <i>Pierre Delatte, 首席技术官, CISSOID</i>	22
基于NX 封装的低杂感SiC MOSFET 模块 作者: <i>Narender Lakshmanan, Eugen Stumpf, 三菱电机欧洲有限公司</i>	25
四种将被氮化镓革新电子设计的中压应用 作者: <i>TEXAS INSTRUMENTS 德州仪器</i>	28
物联网 智能家居采用雷达传感器的高能效物联网 作者: <i>儒卓力模拟与传感器公司产品经理 Vidya Sriram 和英飞凌传感器系统与物联网 现场应用工程师Okan Kamil Sen</i>	30
电源管理 紧凑型电源模块推动汽车电气化 作者: <i>VICOR POWER</i>	32
新产品	34
广告索引	38



IGBT 驱动 领域专家



扫描二维码或搜索BJLMYDZ
关注享受积分返点

关于我们

- 高效、可靠、兼容、易用
- 引进北美技术和精良工艺
- 超过20年的技术积累沉淀
- 数千客户应用的成功经验
- 在线式全面技术支持服务

国内IGBT驱动技术领导者

北京落木源电子科技有限公司
BEIJING LMY ELECTRONICS CO., LTD

地址: 北京市西城区教场口街一号
电话: 010-62024388
网站: <http://www.pwrdriver.com>
Email: pwrdriver@pwrdriver.com

Bodo's 功率系统®

ISSN: 23055774

出版商i2i Group Hong Kong Limited
6/F - Shun Feng International Center
174-182 Queens Road East Wanchai, Hong Kong, SAR
Tel: 852.8177.7254
Fax: 852.3015.4840**出版人** | Alexander Glos
aglos@i2imedia.net**联合出版人** | 徐敏
xumin@i2imedia.net**编辑部****上海**
上海愚园路 888 号 10 号楼 3502 室
+86 21 6095 6570**北京**北京永安东里 16 号 CBD 国际大厦 5 层 D551
+86 10 6563 7528**总编辑** | Bodo Arlt**编辑** | 徐敏
+86 21 6095 6571 | bpsc@i2i-m.com.cn**数字编辑** | 姚明鹏
mannix@i2i-m.com.cn**美术设计** | 许清伟
+86 21 6095 6572 | xuqingwei@i2imedia.net**发行部**
+86 21 6095 6572 | bpsc@i2i-m.com.cn**广告部****中国**
美唯广告(上海)有限公司
+86 21 6095 6573 | xumin@i2imedia.net**德国**
Katzbek 17a
D-24235 Laboe, Germany**英国**
June Hulme / GEMINI MARKETING
+44 (0) 1270 872315
junehulme@geminimarketing.co.uk国内订阅请直接与本刊发行部联系。
本杂志所有文字和图片, 归本刊所有, 未经许可, 不得转载摘编。读者如发现本刊有掉页、残缺等印刷、装订质量问题, 请与本刊编辑部联系。

All rights reserved. Any unauthorized reproduction of the magazine or any part thereof is strictly prohibited. Matters involving any alleged infringement of design, copyright, patent, trademark or other intellectual property rights (in the advertisements) should be addressed to the advertisers.



荣誉出品



发行认证

碳化硅持续发展, 潜力巨大且面临挑战



自 1991 年首批碳化硅 (SiC) 晶圆问世以来, 这一材料在电力电子领域的发展可谓是一波三折。起初, 碳化硅的发展速度相当缓慢, 直到 20 年后的 2018 年, 特斯拉及其 400V 逆变器的推出, 才真正将碳化硅推向了市场应用的前沿。特斯拉的这一创新举措不仅为碳化硅带来了前所未有的关注, 也为整个电力电子行业开启了一个新的篇章。

随着市场对高功率密度、高效率和高性能的需求日益增长, 碳化硅基产品成为了汽车市场满足发动机罩下应用要求的理想选择。

根据 Yole Intelligence 发布的相关报告, 碳化硅器件市场预计将持续增长, 特别是从现在到 2027 年间, 其复合年增长率将超过 30%, 市场规模预计将在 2027 年超过 60 亿美元。其中, 汽车领域预计将占据该市场的 80% 左右。

然而, 碳化硅的发展并非一帆风顺。尽管特斯拉的示范效应为碳化硅带来了巨大的市场机遇, 但碳化硅在电力电子领域的应用仍面临诸多挑战。首先, 碳化硅模块的成本仍然较高,

这使得其在高端电动汽车以外的市场难以普及。其次, 碳化硅产品的长期可靠性尚未得到充分验证, 这在一定程度上限制了其在工业领域的应用。最后, 碳化硅 MOSFET 的封装解决方案仍处于初级阶段, 尚未形成标准化的解决方案, 这也为碳化硅的广泛应用带来了障碍。

为了克服这些挑战, 碳化硅产业链上的企业正在积极寻求创新。在碳化硅晶圆制造方面, 新的生长工艺和切割技术被不断开发出来, 以提高晶圆的质量和良率。例如, KISAB 开发了可生产高质量碳化硅衬底的 FSGP-M (快速升华生长工艺) 和迪斯科 (Disco) 开发的 KABRA 激光切片技术等创新方案, 已经成功地将碳化硅衬底的缺陷密度降低了近 2000 倍, 并显著提高了晶圆的生产效率。

同时, 碳化硅器件制造商也在通过 IDM (集成器件制造商) 模式、并购和合作等方式, 积极构建自己的生态系统。他们不仅致力于提高碳化硅器件的性能和可靠性, 还在努力降低生产成本和推动封装技术的创新。这些努力有望为碳化硅在电力电子领域的广泛应用铺平道路。

总之, 碳化硅作为一种具有巨大市场潜力的材料, 在中国供应商的推动下, 其成本正在不断下降, 逐步改变电力电子行业的格局。虽然当前仍面临一些挑战, 但随着技术的不断进步和产业的不断发展, 碳化硅的应用前景将越来越广阔。

Bodo Arlt

绿色贴士:

尽量减少使用一次性塑料制品。选择可重复使用的购物袋、水壶和咖啡杯, 避免购买过多的包装食品, 并选择使用可降解或可回收的替代品。这样做不仅可以减少塑料垃圾的产生, 还可以降低对环境的负面影响, 促进地球的健康和可持续发展。

扫描二维码或搜索微信号
"dlz360" 即可添加

功率电感测试仪 DPG10/20系列

从0.1A到10kA的电感测量

ed-k
PULSED INDUCTANCE MEASUREMENT

主要功能

可测量与计算:

- 差分电感及电压积分: $L_{diff}(i)$ 和 $L_{diff}(\int Udt)$
- 振幅电感及电压积分: $L_{amp}(i)$ 和 $L_{amp}(\int Udt)$
- 磁链 $\psi(i)$
- 磁共能 $W_{co}(i)$
- 磁通密度与电流关系 $B(i)$, 如果已知磁芯横截面积和匝数
- 直流电阻 R_{DC}

也适用于三相电抗器

型号齐全

- 依最大测试电流从100A到10000A, 提供9种型号机型;
- 可提供的最大脉冲量从1350J到15000J

主要优点

- 非常简单快捷的测量
- 尽管测量电流高达 10000A, 但重量轻, 体积小, 价格合理
- 高采样率和极宽的脉冲宽度范围
=> 适用于所有磁芯材料

应用广泛

适用于所有电感元件

从小型 SMD 电感到 MVA 范围内的超大型功率电抗器

- 开发、研究, 及质量检查
- 小批量系列化或大规模生产的例行测试

**ed-k**

18年脉冲电感测量技术的领导者

www.ed-k.de

Bodo的国际电子圈



300mm功率半导体生产线投产



全球半导体解决方案供应商瑞萨电子近日宣布，考虑到EV（电动汽车）需求不断增长，为扩大功率半导体产能重启甲府工厂（山梨县甲斐市）。并为庆祝该工厂

重启举行了开业仪式，来自山梨县当地政府的官员以及合作企业等出席了开业仪式。

甲府工厂隶属于瑞萨全资子公司瑞萨半导体制造有限公司，拥有150mm和200mm两条产线。该工厂于2014年10月停止运营。为了实现脱碳社会、满足对功率半导体不断增长的需求，瑞萨计划有效利用甲府工厂现有厂房，并于2022年5月决定将其作为功率半导体专用的300mm产线重新启动。瑞萨电子在2022年中对该工厂进行了900亿日元规模

的设备投资，现已正式开始运营。瑞萨将于2025年开始大规模生产以IGBT为主的功率半导体，这也将使瑞萨当前的功率半导体产能翻倍。

瑞萨CEO柴田英利表示：“我们将通过甲府工厂生产的功率半导体，为电动汽车以及人工智能普及及扩大所需的大规模电力高效利用做出贡献。”

www.renesas.cn

分公司入驻日本东京，加强更地域化服务和全球市场扩展



台湾领先的MOSFET大厂——强茂，近日在日本东京庆祝分公司的正式开幕。这次开幕展示了公司在全球市场的扩展和对日本市场服务承诺的加强。

强茂自成立以来，一直引领技术创新，提供高效的产品和服务。日本分公司将作为亚洲的业务枢纽之一，专注于提供更地域化的服务，以提升对日本客户的服务效率并简化沟通管道。

集团总裁方敏宗在开幕式上表示：“东京分公司的成立是强茂全球策略的核心部分。我们非常重视日本市场，并致力于透过这一新的据点来加强与日本客户的关系。我们相信，透过提供更快速的响应时间和更贴心的客户服务，能够让我们的日

本客户感受到强茂对他们的重视。强茂透过这一扩展，深入理解并满足日本市场的具体需求。”

强茂公司此次扩展不仅增强了其全球足迹，也进一步巩固了其在技术创新领域的领导地位。公司期望通过日本分公司加强与客户的合作，持续获得市场的信任与支持。

www.panjit.com.tw

碳化硅 RoadPak-功率密度的新高度

无论是乘用车高扭矩的需求，电动大巴和电动卡车高效充电的需求，还是机车变频器小的封装体积的需求，日立能源新一代碳化硅功率半导体模块都是最佳选择。

请参观6月11日至13日，在纽伦堡的PCIM欧洲展台9-302。



HITACHI
Inspire the Next

Hitachi Energy

建立全球分销合作伙伴关系 扩大产品组合

全球领先的供应品类丰富、发货快速的现货技术元器件和自动化产品商业分销商 DigiKey，日前宣布与半导体技术领域的高性能产品开发商 3PEAK 建立战略全球分销合作伙伴关系，进一步扩大了其产品组合。

DigiKey 广泛的产品组合现包括 3PEAK 的各式尖端产品，如放大器、隔离器、接口、数据转换器、LDO 与电压基准源、监控器、驱动器、DC-DC 转换器、嵌入式 MCU 以及电池管理等。这些解决方案可满足通信、工业、安全监控、医疗、

健康、仪器仪表、新能源和汽车领域的各种应用需求。

DigiKey 全球业务发展副总裁 Mike Slater 表示：“在 DigiKey 产品组合中加入 3PEAK 产品强化了我们为工程师提供广泛高质量模拟半导体产品的承诺。达成这一合作能够让我们支持广泛的终端设备应用。”

3PEAK 销售和营销副总裁 Dan Radic 指出：“与 DigiKey 合作是对我们全球市场拓展战略举措的支持。我们的合



作为客户提供了在其核准供应商名下整合值得信赖的半导体产品的机会，同时获得世界一流物流的支持和保障。”

www.digikey.cn

借助顶尖设施扩大其全球影响力

RECOM 宣布在泰国曼谷启动其先进的制造和售后支持设施。这一战略举措旨在提升全球市场和本地客户的服务质量，同时降低供应链风险。

该设施配备先进的制造、质量控制和售后服务，标志着 RECOM 运营能力的显著提升。该设施配备物流中心，用于向区域中心和全球客户高效及时地交付产品。



这一举措的核心在于 RECOM 对可持续发展的承诺，优化供应链和制造过程，以尽最大努力降低能源消耗。这与

RECOM 致力于实现完全可持续发展和整个价值链实现零排放的目标一致。

到 2024 年，RECOM 计划从泰国工厂生产 100 万个以上低功率和高功率产品（范围从 1 W 到 2 kW 不等），展现了公司致力于满足全球电源需求和承担环境责任的决心。

www.recom-power.com

扩大合作伙伴关系，加强半导体制造能力



Microchip Technology（微芯科技公司）宣布扩大与全球领先的半导体代工台积电的合作伙伴关系，在台积电位于日本熊本县的控股子公司日本先进半导体制造公司（JASM）实现 40 纳米专业制

造能力。该合作伙伴关系是 Microchip 建立供应链韧性的持续战略的一部分。其他举措包括投资更多技术提高内部制造能力和产能，以及与晶圆厂、代工厂、封装、测试和 OSAT 等合作伙伴建立更多的地理多样性和冗余性。

Microchip 全球制造和技术高级副总裁 Michael Finley 表示：“Microchip 致力于提供负责任和可靠的供应管理，与台积电达成新的制造合作关系有助于提升 Microchip 的声誉。在韧性强大的制造

能力的支持下，客户可以放心地将我们的产品设计到他们的应用和平台中。”

台积电北美业务管理高级副总裁 Rose Castanares 则表示：“与 Microchip 的合作进一步证明了台积电支持客户长期发展和创新的承诺。随着先进技术的不断发展，我们与 Microchip 扩大合作将确保，我们能够携手在全球客户需要时，制造并准时交付产品。”

www.microchip.com

联合开发船舶电气化技术

英飞凌科技股份有限公司与韩国造船海洋（HD KSOE）签署了谅解备忘录（MoU），这是双方为了低碳节能，利用功率半导体技术联合开发新兴船用发动机和机械电气化的第一步。

HD KSOE 是船舶制造领域的先驱和全球领导者，致力于开发使用电力和氢能的环保低碳船舶技术。其将与英飞凌合作，为实现船舶电气化的核心要素——推进驱动技术提供创新的功率解

决方案。英飞凌的功率半导体正推动交通工具向清洁、安全且智能化的交通服务转变。它们已成为在现代海事应用中精准控制多个功率模块（如大容量推进驱动装置等）的关键。

英飞凌将为 HD KSOE 提供功率半导体模块和系统解决方案方面的技术支持和指导，并分享关于船舶应用的半导体新趋势的信息。HD KSOE 的目标是通过本次合作提高船舶推进驱动技术的



可靠性和性能，通过船舶电气化促进环境的可持续发展。

www.infineon.com

荣获锐湃科技2023年度优秀合作奖



副总经理蔡雄飞受邀出席大会并代表公司领奖。

锐湃动力科技有限公司由广汽集团、广汽埃安、广汽乘用车联合投资成立，主营业务为纯电汽车集成电驱动系统及电机、电控，混合动力汽车电机、电控，以及其他汽车零部件电器类产品等的设计、开发、制造、销售及售后服务。

近日，在锐湃科技举办的第一届供应链合作伙伴大会上，基本半导体凭借在客户端的优异表现，荣获锐湃科技颁发的“2023 年度优秀合作奖”。基本半导体

近年来，基本半导体与锐湃科技围绕车规级碳化硅功率模块的上车应用持续展开深度合作，为锐湃科技提供了具有创

新性和竞争力的技术解决方案，在产品研发、品质、交付等方面表现出色。其中，PcoreTM6 汽车级碳化硅功率模块等产品已经在埃安 Hyper SSR、GT、HT 等多个车型上实现量产，可显著提升整车电能效率，保障汽车电驱系统稳定高效运行。本次荣获“2023 年度优秀合作奖”，体现了锐湃科技对基本半导体技术创新实力和量产供应能力的充分认可。

www.basicsemi.com

荣膺CAIMRS年度评选双创新奖

继意法半导体（简称 ST）近期宣布荣登 2024 年全球百强创新机构榜单（Top 100 Global Innovators™ 2024）之后，又传来一个好消息。其两款产品“基于 IO-Link 通信的智能生产线演示系统”及“ST60A3 新一代非接触式连接器”在 3 月 14 日举办的第二十二届中国自动化及数字化年度评选（CAIMRS）中脱颖而出，分别荣获“应用创新奖”和“数字化创新奖”。

该系统包括基于 IO-Link 技术的主站，数字输入 / 输出模块、传感器模块和阀岛驱动。而这些模块和驱动是在由

STM32 微控制器支撑的 IO-Link 产品 L6360、L6362A 和 L6364Q 的基础上开发的。由 PLC（可编程逻辑控制器）控制，系统状态可以在后台界面上显示和控制。此外，通过将系统连接到 LoRa 节点，物联网云可以通过 LoRa 网关远程监控机器。利用 IO-Link 技术，这套自动化演示系统可以对不同的产品进行加工流程控制和数据采集等工作。在工厂自动化系统中使用 IO-Link 产品可以简化安装、设置、维护和检修流程，同时也有助于极大提高生产线的效率，节省能源，为全球碳中和做出贡献。意法半导体致力于提供完整的工业



IO Link 解决方案，包括免费的 IO Link 设备微型协议栈，帮助制造商优化生产运营过程，加快可持续发展。

www.st.com

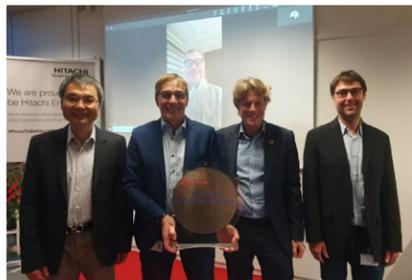
新推应用于IGBT的300毫米晶圆，加速半导体技术发展

日前，日立能源成功推出300毫米（mm）晶圆，在功率半导体领域实现了重要的技术突破。这一创新成果提升了芯片的生产能力，并实现结构更加复杂的1200V IGBT，该半导体器件能够帮助大功率应用快速切换电源。IGBT的应用包括变频器（VFD）、不间断供电（UPS）系统、电动汽车、火车和空调等多个领域。

与现有的200mm晶圆相比，更大的晶圆具备显著的优势，例如每块300mm晶圆的集成电路数量可增加一倍以上（2.4

倍），从而大幅降低成本。该产品还采用了最新一代的精密沟槽型IGBT设计，实现了高效的功率转换和控制，同时更大幅度地减少操作过程中的功率损耗。

开发300mm晶圆对于加速能源转型至关重要，能够有效促进可再生能源和工业领域对资源的高效利用。日立能源半导体业务负责人Rainer Kaesmaier博士表示：“300mm晶圆的顺利和快速推出不仅加速了日立能源半导体技术的进步，更有助于提升客户的竞争力和业务能力。未



来，我们计划进一步扩展300mm晶圆平台，为更高电压等级的IGBT器件提供有力支持。”

www.hitachienergy.com

再添硬实力！获ISO 26262功能安全管理体系最高等级认证



近日，华润微电子集成电路（无锡）有限公司通过ISO 26262功能安全管理体系最高等级ASI D认证，获得由独立第三方检测、检验和认证机构德国莱茵TÜV集团颁发的认证证书，华润微电子副总裁段军先生，TV莱茵大中华区工业服务与信息

安全副总经理杨家玥女士等双方代表出席此次颁证仪式。

ISO 26262是全球公认的汽车功能安全标准，是电子零部件供应商进入汽车行业的准入门槛之一。该标准涵盖功能安全需求规划、设计、实施、集成、验证、确认、配置等方面，旨在通过完善的开发流程，将汽车电气或电子系统故障的风险降到最低，并于2018年12月正式发布了最新版本，ASIL D为该标准的最高等级。

ISO 26262汽车功能安全标准是国际

标准化组织制定的一项全球性标准，作为此次评审机构的TÜV莱茵是汽车检测认证领域的领导者，也是最早在中国开展功能安全业务的国际第三方认证机构之一。

该证书的获得标志着华润微电子在汽车电子领域的功能安全管理过程、软件开发流程、支持过程、项目运行落地效果等方面得到国际最高等级的权威认可，华润微电子的汽车电子产品布局进入了新的发展阶段，是公司在汽车电子领域发展的重要里程碑。

www.crmicro.com

自主研发IGBT、SiC芯片及模块亮相SPEED 2024



4月13日，第十七届中国高校电力电子与电力传动学术年会（SPEED 2024）在安徽宣城举办。SPEED 2024由合肥工业大学电气与自动化工程学院承办，作为国内高等院校电力电子与电力传动学科最重要的学术论坛之一，吸引了近千名业界

著名专家学者、高校师生，以及业内知名企业的积极参与。作为新能源产业链核心器件和创新技术型企业，赛晶亚太半导体科技（浙江）有限公司（以下简称：赛晶半导体）受邀参会。

展览中，赛晶半导体自主研发IGBT、SiC芯片及模块引发众多专家学者、高校师生热烈关注和深入交流，并受到了与会技术专家和客户的高度关注和热烈反响。不仅如此，赛晶半导体首款引以为傲IGBT产品-ED封装IGBT模块，以及EV封装

IGBT模块，同样引发了广泛关注。充分体现了赛晶在电驱动领域的强大技术实力。作为新能源产业链核心器件和创新技术型企业，赛晶始终坚持“以科技创新，推动绿色能源发展”为使命，站在行业的前沿不断探索、创新。凭借多年出色的实用业绩和领先的市场地位，赢得了中国电力电子技术创新研发和国产化先锋的赞誉。

www.sunking-tech.com

pcim
ASIA

2024年8月28至30日
中国·深圳国际会展中心



电力电子、智能运动、可再生能源
深圳国际电力元件、可再生能源管理展览会

电能驱动新未来

www.pcimasia-expo.com.cn

messe frankfurt

GaN FET让您实现 高性能D类音频放大器

D类音频放大器参考设计 (EPC9192) 让模块化设计具有高功率和高效，
从而可实现全定制、高性能的电路设计。



宜普电源转换公司 (EPC) 宣布推出 EPC9192 参考设计，可实现优越、紧凑型和高效率的 D 类音频放大器，于接地参考、分离式双电源单端 (SE) 设计中发挥 200 V eGaN FET 器件 (EPC2307) 的优势，在 4 Ω 负载时，每声道输出功率达 700 W。

EPC9192 是可扩展的模块化设计，其主板配有两个 PWM 调制器和两个半桥功率级子板，实现具备辅助管理电源和保护功能的双通道放大器。这种设计的灵活性高，使用户能够实现 PWM 调制器和功率级定制电路，以便于对不同器件和调制技术进行评估和比较。

EPC9192 参考设计的主要特性包括：

- 于小尺寸 (4 in3) 提供 700 W 功率，包含输出滤波器和散热器
- 用于单路稳压、12 V 输入的辅助管理电源
- 双分离电源输入、非稳压式、功率级为 $\pm 42\text{ V} \sim \pm 85\text{ V}$
- 模拟音频接口为 XLR 平衡输入或 RCA 非平衡输入
- 可配置为两个独立的 SE 声道或单声道 BTL 模式

- 欠压、过压、过流和过热保护
- 开关频率高于 600 kHz

EPC9192 性能测量指标包括：

- 700 W @ 2 Ω - 4 Ω / 350 W @ 8 Ω / 声道
- 支持 BTL 模式 (1400 W @ 4 Ω ~ 8 Ω)
- < 0.005% THD+N、> 120 dB 信噪比
- 底噪：40 μV
- 频率响应：5 Hz - 20 kHz +/- 0.5 dB，无论是任何负载

EPC 首席执行官 Alex Lidow 说：“对于希望利用氮化镓技术优势的音频放大器设计人员来说，EPC9192 是性能出色的工具，凭借其高功率密度和可扩展性，它让设计者实现紧凑型、高性能 D 类音频放大器的快速原型设计。”

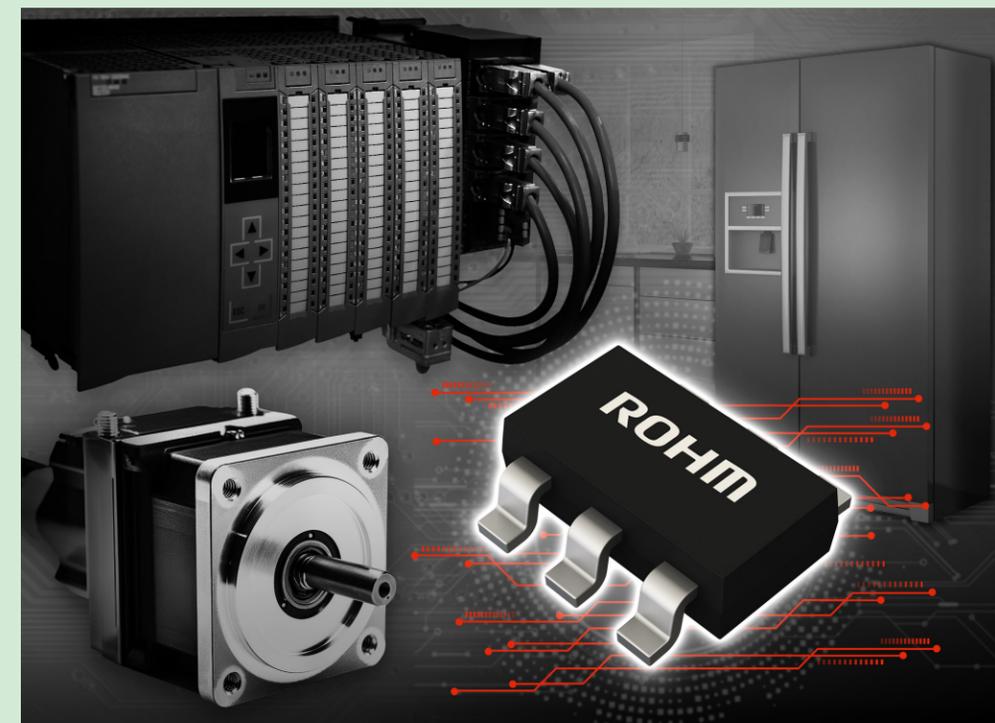
关于宜普电源转换公司

宜普电源转换公司是基于增强型氮化镓 (eGaN[®]) 的功率管理器件的领先供货商，氮化镓 (eGaN) 场效应晶体管及集成电路的性能比最好的硅功率 MOSFET 器件高出很多倍，其目标应用包括直流 - 直流转换器、激光雷达 (LiDAR)、用于电动出行、机器人和无人机的电机驱动器，以及低成本卫星等应用。此外，宜普电源转换公司继续扩大基于 eGaN IC 的产品系列，为客户提供进一步节省占板面积、节能及节省成本的解决方案。eGaN[®] 是 Efficient Power Conversion Corporation 宜普电源转换公司的注册商标。

www.epc-co.com

采用SOT23封装的小型节能 DC-DC转换器IC

采用小型封装，安装面积比以往产品少 72%，
有助于消费电子和工业设备电源单元的小型化



新产品的输出电流为 1A ~ 3A，并且全部采用小型 SOT23 封装尺寸 (2.8mm x 2.9mm)。与普通的 SOP-J8 (JEDEC 标准：相当于 SOIC8) 封装 (4.9mm x 6.0mm) 产品相比，新产品安装面积减少约 72%，非常有助于电源单元的小型化。此外，通过采用无线结构封装，还降低了导线阻抗 (布线的电阻分量)，实现了高效率工作。

不仅如此，“BD9E105FP4-Z / BD9E202FP4-Z / BD9E304FP4-LBZ”在轻负载模式下采用的是 COT 控制方式，与普通产品相比，轻负载时的效率更高，非常适用于需要降低待机功耗的应用。

新产品于 2024 年 3 月开始

量产 (样品价格：450 日元 / 个，不含税)。另外，新产品已经开始通过电商进行销售，通过 Ameya360 电商平台均可购买。为了便于客户快速评估应用产品的设计，ROHM 还提供评估板和各种支持工具。

未来，ROHM 将继续致力于开发融入模拟设计技术优势的产品，为消费电子和工业设备应用的节能和小型化贡献力量。

www.rohm.com.cn

全球知名半导体制造商 ROHM (总部位于京都市) 面向冰箱、洗衣机、PLC、逆变器等消费电子和工业设备应用，开发出 4 款小型 DC-DC 转换器 IC “BD9E105FP4-Z / BD9E202FP4-Z / BD9E304FP4-LBZ / BD9A201FP4-LBZ”。另外，ROHM 还计划推出最大输出电流 2A、开关频率 350kHz 的 BD9E203FP4-Z，进一步扩大产品阵容。

近年来，在消费电子和工业设备应用领域，随着产品功能的增加，对节省电路板空间的要求越来越严格，小型 DC-DC 转换器 IC 的使用率也与日俱增。另外，降低待机功耗已成为亟需解决的一大课题，这就要求 DC-DC 转换器 IC 在低功率 (轻负载) 时实现更高效率。为了满足这些市场需求，ROHM 开发出比现有 SOP-J8 封装产品更小、效率更高的产品。

低电感大电流 SMD 电感的脉冲电感测量

DPG10 系列功率电感测试仪的脉冲测量方法，可用于从安装在 PCB 上的小型电感，到重达数吨的电感。与其他电感测量方法相比，脉冲测量方法具有决定性的优势。在新型测试适配器的帮助下，现在可以比使用 LCR 表更容易、更真实地测试电流高达 100A、电感量最小可达 50nH 的 SMD 电感。

作者：Hubert Kreis, 首席执行官, ed-k, 德国

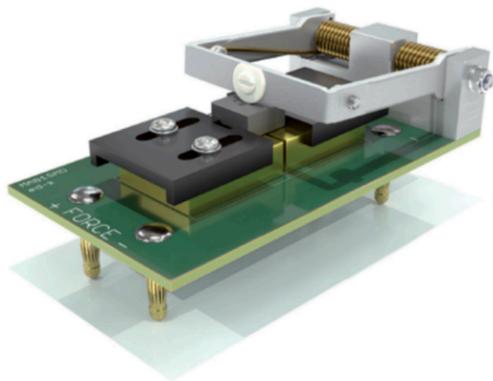


图 1: 用于 SMD 电感的测试适配器：MAB1SMD

引言

通常，在安装在 PCB 上的 SMD 电感和 THD 电感的数据表中，我们看到的是仍然是采用指定 mV 和 μ A 范围内的正弦电压和电流，进行小信号测量获得的数值（即采用 LCR 表）。这些测量电压叠加在直流电流上，以确定电感的饱和特性。

相比之下，DPG10 系列功率电感测试仪的脉冲测量法，作为使用可与电感实际应用场景相一致的电压曲线形状（方波）和振幅（几伏至几百伏）的测量方法，而具有显著优势。

本文介绍并比较这两种测量方法；然后解释了电感值小于 1μ H 的小电感的测量问题。同时，将介绍适用于小至 50nH 的 SMD 电感测试用的新型测试适配器。

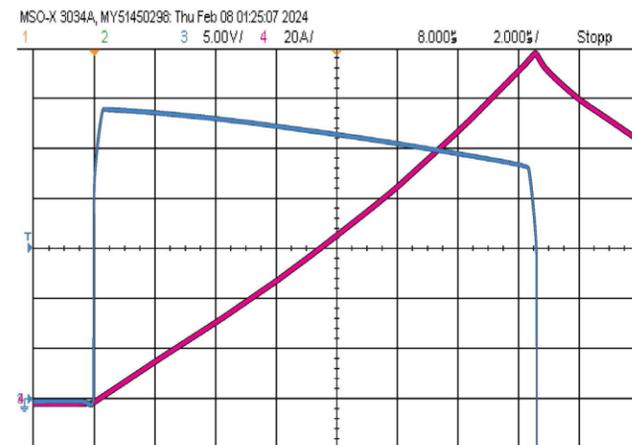
DPG10/20 系列功率电感测试仪的脉冲测量原理

DPG10 系列的脉冲测量原理上，使用单个方波电压脉冲，振

幅可设置在小到 10V 以下、大至 400V 的宽范围内。这样的选择，可以使施加在测试电感上的电压，与电感实际应用中施加的电压大致相符。

随着电压的施加，将在测试样品电感中产生一条斜坡电流曲线，然后就可以根据压摆率（转换速率） di/dt 计算出与电流有关的差分电感 $L_{diff}(i)$ 和其他几个变量，同时还可考虑到欧姆电阻 R。

当达到预设的最大电流或预设的脉冲持续时间时，测量脉冲将再次关闭。



CH3: 5V/div

CH4: 20A/div

时间基准 (时基) 2μ s/div

图 2: DPG10 系列功率电感测试仪的测试脉冲

根据从试样上获得的电流 $i(t)$ 和电压 $v(t)$ 曲线，通过单个测试脉冲，就可以计算出以下变量：

- 差分电感及电压积分： $L_{diff}(i)$ 和 $L_{diff}(\int Udt)$
- 振幅电感及电压积分： $L_{amp}(i)$ 和 $L_{amp}(\int Udt)$
- 磁链 $\psi(i)$
- 磁共能 $Wco(i)$
- 磁通密度与电流关系 $B(i)$ ，如果已知磁芯横截面积和匝数

所有磁芯材料的特性或多或少都与频率和振幅有关。由于 DPG10 功率电感测试仪的测试脉冲，具有与大多数电力电子应用相同的矩形曲线形状，以及与实际应用相同的振幅、频率或脉冲宽度，因此可以获得最真实的测量结果。与此相对比，LCR 表的小信号测量所依据的测量信号往往与实际情况无关。在这种情况下，测量结果意义不大。

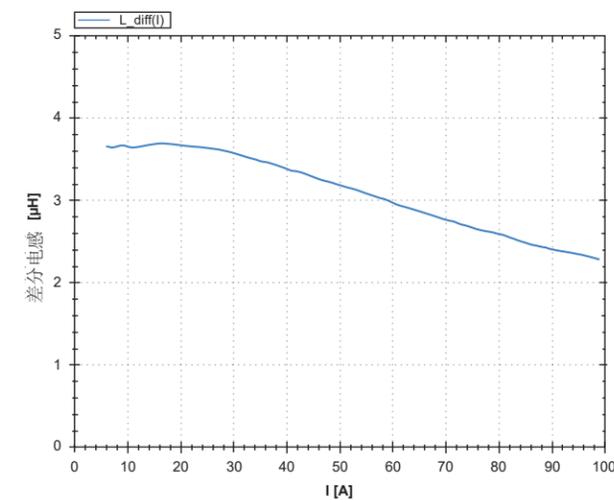


图 3: 差分电感 $L_{diff}(i)$ 曲线图

脉冲电压源从充电电容器组中获取脉冲能量，从而获得所需的测量电压。其能量容量通常大大高于脉冲期间要提取的能量。因此，尽管这并不是必要条件，根据这一原理，由于电容器组的电容都没有上限，无论试样类型如何，测试脉冲的电压大致恒定。

这也是 DPG10/20 系列功率电感测试仪应用范围极广的原因之一，几乎适用于所有电感类功率元件，从小型 PCB 安装电感到 MVA 级范围内重达数吨的电抗器。

DPG10/20 脉冲电感测量原理的优势：

- 应用范围极其广泛；
- 电流范围非常宽，从 10mA 到 10kA 不等；
- 脉冲能量范围从几微焦到 15 千焦；
- 适用于频率从 1MHz 到 <0.5 Hz 的所有磁芯材料
- 尽管测试电流非常大，但仪器自身体积小、重量轻，价格也相对便宜；
- 使用非常简单，几秒钟内即可得出测量结果；
- 对测试样品无热影响，没有任何损伤。

应用实例：

- 开关电源、DC/DC 转换器等存储电感；
- 用于 UPS 和逆变器等滤波电感；
- 用于 PFC 等的电源扼流圈和换向电感器；
- 抑制扼流圈和电流补偿扼流圈；
- 电磁铁、阀门驱动器等线圈；
- 用于反激式转换器的变压器；
- 其他变压器和电机；
- 其他大量的功率电感元件。

带直流偏置的 LCR 表的小信号测量原理

LCR 表使用在 mV 至 μ V 和 mA 至 μ A 范围内可选择频率的正弦电压和电流，这些电压和电流叠加在可调节的直流电流上，然后通过获得测试样件的电压和电流的振幅和相位角，可以计算出电感值、电阻和 Q 因子。

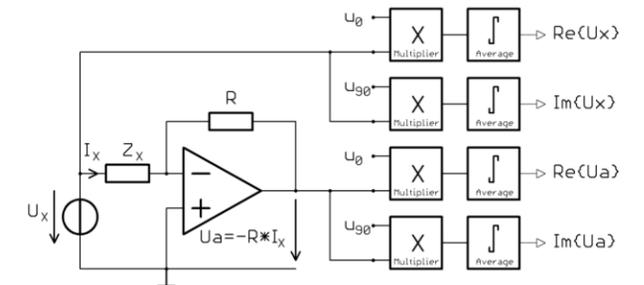


图 4: LCR 表的小信号测量（自动平衡法）

在开关模式的电力电子应用中，这种利用微小磁滞曲线而对磁芯材料围绕工作点的调制，是不存在的。因此，这种小信号测量方法的测试结果意义不大。这些测量结果与 DPG10/20 脉冲测量方法的测量结果之间的差异，在很大程度上取决于磁芯材料；通常无法对整组材料进行说明。在某些情况下，差异相对较小，而在一些其他情况下，差异可能相当大。

由于需要较大的直流偏置单元，这种方法仅限于最高达 250A 的小测量电流，并且需要非常昂贵的测试设备。

要绘制完整的测量曲线 $L(i)$ ，必须进行多次单独测量。这需要相对较长的时间，并对测试样品产生热负载。在过载范围内，由于过度加热，可能导致无法测量饱和特性；至少不能简单地在规定温度下测量饱和特性，因为温度是由自身发热决定的。

另一方面，脉冲测量法由于脉冲持续时间短，不会导致测试样品出现任何可测量的加热现象，因此，可以在任何所需的温度下，例如在气候柜中，测定其性能。

脉冲测量原理与使用直流偏置装置进行小信号测量相比的优势：

- 真实的测量原理
- 可大幅提高测试电流
- 设备成本显著降低
- 由于测量脉冲非常短（微秒至毫秒），因此不会对测试样品产生热影响

用于测量低至 50nH 低电感 SMD 元件的测量适配器

无论使用哪种测量设备和哪种测量原理，从根本上说，对于小于 $1\mu\text{H}$ 的低电感元件进行精确电感测量都是有问题、容易出错的，而且在计量上要求很高。在 DPG10 系列功率电感测试仪的脉冲测量原理中，寄生电感、受力线（电流）和感应线（电压）之间的电感耦合，以及最大采样率，都对于获得精确的测量结果至关重要。

测试导线的寄生电感和设备内部的寄生电感，与测试样品一起构成一个电感分压器。如果这些寄生电感大于甚至远大于测试样品的电感，那么测试脉冲的电压就只有一小部分落在测试样品上，大部分电压都会落在寄生电感上。虽然总是进行 4 线制测量，但这会降低测量精度。在 4 线制测量中，电压通过单独的感应线直接施加在测量样品上。

为防止显示错误或不准确的测量结果，如果寄生电感上的脉冲电压下降过多，则必须放弃测量。因此，为了能够测量尽可能小的电感值，寄生电感必须降至最低。

测试导线在寄生电感方面起着重要作用。一根由横截面为 6 平方毫米、长度为 0.6 米的铜质高柔性测量尼兹线制成的理想的测试导线，已经有超过 700nH 的电感量。再加上夹持测试样品的鳄鱼夹的寄生电感，以及测试仪的内部电感，这就限制测量值最多只能达到 500nH。

为了将 DPG10 系列测试仪的使用范围扩大到可测量 50nH 的电感量，ed-k 为 SMD 元件开发了新型无焊接开尔文测试适配器。它可以直接插入测试仪前面板的插孔中，而无需使用测试引线，因此可以完全消除测试导线的影响。这些测试适配器经过优化，寄生电感最小。结合 DPG10 系列的最佳内部设计，和相关的极低寄生电感，在某些情况下可以进行电感量低至 50nH 的测量！

开尔文测试适配器 MABxSMD 可直接插入前面板。DPG10 系列的三个测量量程各有一个单独的测试适配器（分别是 MAB1SMD、MAB2SMD 和 MAB3SMD）。测试适配器可放置底部接触的 SMD 元件，尺寸范围为宽度为 5–25 毫米，长度为 5–25 毫米，高度不超过 25 毫米。测试样品定位后，再由一个弹簧支架固定到位，操作非常方便。

测量示例

图 5–8 展示了不同制造商产品目录中 SMD 电感的测量示例。

图 5 显示了使用功率电感测试仪 DPG10–1000B 和开尔文测试适配器测定采用 EP 铁氧体磁芯、并带有气隙的一个电感样品的差分电感 $L_{\text{diff}}(i)$ 。

对比数据表，电感下降 20% 时的饱和电流为 113A，热允许有效电流为 92A。对比数据表中 200nH 的额定电感值并没有达到，为 194nH。不过，饱和电流约为 150A，明显高于规定值。

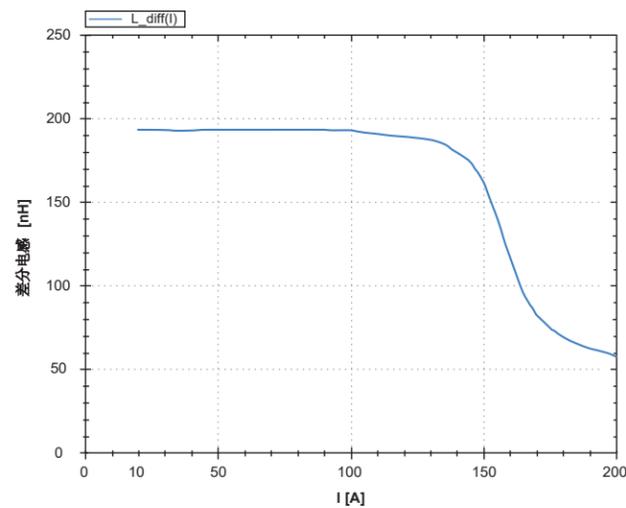


图 5: 额定电感 200nH, 额定热电流 92A_{RMS}

这是因为有以下几个原因导致了这些差异:

首先，测量方法不同。如前所述，DPG10 系列功率电感测试仪使用的是与实际应用相同振幅的、面向应用的方波大信号测量脉冲。而采用 μV 或 mV 范围内的正弦电压，以及 μA 或 mA 范围内的电流，对磁芯材料进行的小信号调制，则依赖磁芯材料特性，提供或多或少不同的结果。

然而，对于如此极小的电感值，即使是测试装置几何形状的尽可能小的差异也起着不容忽视的作用。即使是组件上的测试点或电流馈电类型（例如平面或点状）的微小偏差也会导致不同的测量结果。

为了获得可重复的测试结果，测试装置的几何形状必须始终完全相同。如果没有特殊的测试适配器，这将很难保证。这不仅适用于脉冲测量原理，也同样适用于使用 LCR 测试仪进行的小信号测量。

最后，但并非最不重要的一点是，当然还必须考虑高达 10% 的样品离散性。

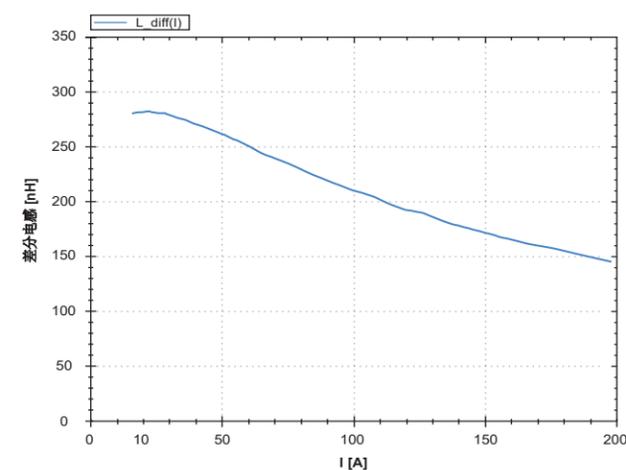


图 6: 额定电感 220nH, 热额定电流 66A_{RMS}, 5050 封装

图 6 中的电感采用 5050 封装，由具有分布式气隙的粉末材料组成，220nH 的标称值在起始阶段就被 280nH 明显地超过，额定的热允许 RMS 电流为 66A，额定的电感值下降 20% 时的饱和电流为 68A。

关于脉冲测量值与数据表规格之间的差异，原因与上例相同。如果没有特殊的测试适配器，LCR 表根本无法再现数据表上的规格参数 L_0 (220nH @ 100kHz, 0.25 V)。即使是经过仔细校准的测试适配器也很难做到这一点。使用功率电感测试仪 DPG10 进行测量后证实，实际初始电感 L_0 普遍地出现大于规定值的情况。

与带有气隙的铁氧体磁芯相比，粉末磁芯材料的饱和曲线要柔和得多。因此，在开关模式应用时，如果在发生故障时电流升高远超过额定电流，这种磁芯材料的问题就比较小，即使达到 200A，该试样的电感值仍超过 140nH。

这些说明同样适用于图 7 中的电感器。它采用 4040 封装 ($10 \times 10 \times 4 \text{ mm}^3$)，由相同的磁芯材料组成的，允许的热有效值电流为 30A_{RMS} 时，具有 470nH 的额定电感值。

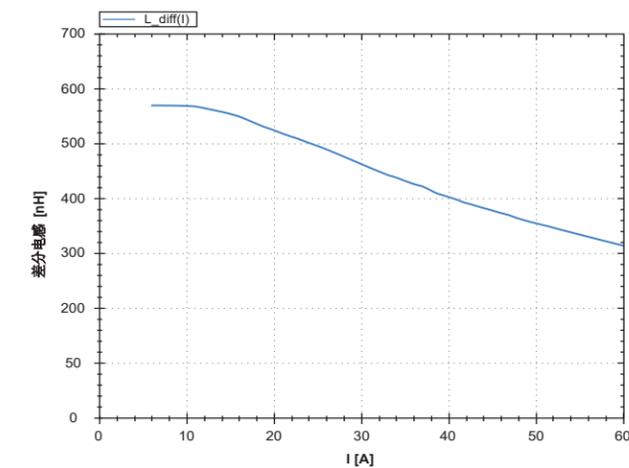


图 7: 额定电感 470nH, 热额定电流 30A_{RMS}, 4040 封装。

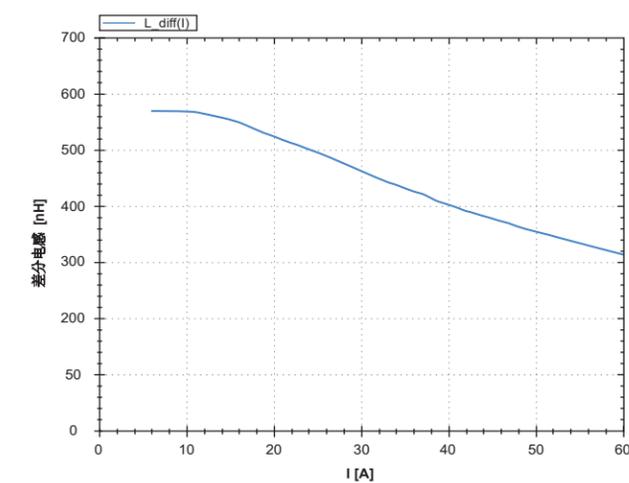


图 8: 额定电感 33 μH , 热额定电流 3.1A_{RMS}, 3232 封装。

在图 8 中的最后一个测量举例，是一个尺寸为 $8 \times 8 \times 4 \text{ mm}^3$ 的小型 SMD 电感。它也带有一个分布式气隙的粉末磁芯。在这种情况下，由于元件离散特性，测量值与数据表规格略有偏差（3.2 A 时测量电感值为 28.6 μH ，数据表规格为 26.4 μH ）。测量这种大电感值的关键点要少得多，也不容易出错。

测量参数的正确选择

在电感值非常低的情况下，测试电流和测试电压这两个测量参数就不能再随意选择了。这是因为 DPG10 系列功率电感测试仪的最小脉冲持续时间为 3 μs 。测试脉冲持续时间可通过以下公式粗略估算：

$$\Delta t = L_{\text{diff}} \cdot \Delta i / V$$

该公式表明：电感值越小，测试电流越小；测量电压越大，脉冲持续时间越短。因此，在电感值非常小的情况下，测试电压必须尽可能低，测试电流必须尽可能大！DPG10 系列功率电感测试仪可预设的最小测试电压为 10V，但由于大电流下的寄生压降，有效测试电压可低至 6–8V。

因此，在给定电感值的情况下，所需的最小测试电流如下：

100nH => 约 150A

1 μH => 约 20A

10 μH => 约 3A

然而，只需通过选择相应更高的测试电流，直到实现一个可能的测试，这样额定电流明显较低的元件通常也能被测定。由于测试脉冲极短，多倍的额定电流不会导致元件任何发热或损坏。

小结:

- 小于 $1\mu\text{H}$ 的低电感元件的精确电感测量从根本上说是个问题，容易出错，而且对计量要求很高。
- 使用新型测试适配器，采用 DPG10 功率电感测试仪，可以比 LCR 表，更容易、更现实地测量低至 50nH 的 SMD 电感的电感量 $L(i)$ 。
- 脉冲测量方法还显著地使测量设备更便宜，特别是对于电流超过 20A 的情况。
- 满怀希望的是，一直经常用于测量 PCB 安装电感的小信号测量法，将被采用接近于实际应用振幅的矩形方波，以获得更真实规格参数的脉冲测量法所替代。

特别说明：本中文版本内容，由中国地区授权合作伙伴南京兰泰机电集成有限公司翻译，虽经反复勘误，仍难免谬误，恭请参考英文原版，并敬请见谅。

www.ed-k.de

www.dpg10.com

借助智能功率模块系列 提高白色家电的能效

CIPOS™ Mini IM523 系列是一个全新的智能功率模块 (IPM) 系列, 这些产品采用完全隔离的双列直插式封装, 通过集成第二代逆导型 IGBT, 可以实现更高的电流密度和系统能效。IM523 智能功率模块具有一个带自举功能的集成式绝缘体上硅栅极驱动器和一个可向控制器提供模拟反馈信号的温度监测器, 从而最大限度地减少了对外部元件的需求。得益于这些特性, 这个新的 IPM 系列的产品堪称冰箱和洗衣机等家用电器所使用的变频系统的完美搭档。

作者: 英飞凌科技研发部首席工程师 Taesung Kwon 和
技术营销部高级首席工程师 Laurent Beurenaut

引言

大多数家用电器都使用电机来操作其功能, 如在洗衣机中转动滚筒, 或者在冰箱中压缩空气或气体。过去, 这些电机只能简单的开或关, 或者全天持续运转, 因而耗电量巨大, 噪音也非常小。通过变频技术来调节电机是一种有效的高能效解决方案。

如今, 世界大多数地区的生活方式都要耗用大量电力, 诸如空调和冰箱等家用电器还会导致二氧化碳排放量增加。近年来, 家电制造商已经证明, 通过调节电机输入功率, 可以显著降低电能损耗。此外, 电机亦不必始终全速运转。现代家用电器都配备了基于半导体的电机控制装置 (变频器), 这让电机运行更加悄无声息, 不仅提高了能效, 而且缩小了体积。

变频技术需要使用适当的半导体解决方案。一种行之有效的办法是使用智能功率模块。将功率半导体和驱动电路集成到一个模块中, 有助于系统设计人员提高系统可靠性。这种解决方案简化了生产装配工序, 并且可以在硬件设计方面节省时间和精力。然而, 这样的紧凑型封装集成也给散热带来了不小的难度。因此, 至关重要是使用高效半导体来减少器件内部的功率损耗。

CIPOS Mini IM523 IPM 产品提高了中低功率驱动应用的可靠性和性能

英飞凌新近开发的 CIPOS Mini IM523 经专门设计, 适用于在下列应用中控制三相电机:

- 家用电器所使用的中低功率变速驱动装置
- 暖通空调 (供暖、通风和空调) 系统
- 工业风扇和驱动装置 (功率高达 1.4 kW)

这些高效 IPM 基于英飞凌最先进的 600 V 逆导型驱动器 2 (RC-D2) IGBT 技术, 它们采用 DIP 36x21 封装, 具备开放式发射极。IM523 支持从 6A 到 17A 不等的多个电流等级, 能够为终端系统提供最合适的选择。

对于家用电器而言, 600 V RC-D2 技术极大地提高了性价比, 可以在价格与性能之间取得最佳平衡。这款智能功率模块针对低功率驱动应用进行了优化, 可以实现低导通损耗和最低开关损耗。特别地, 在高开关频率应用中, IM523 系列可以提供行业内最出色的开关损耗和卓越的能效。它的封装专门针对需要良好的热传导和电隔离的功率应用而实现了改良, 其封装和塑封材料还拥有更好的防潮性能。

CIPOS Mini IM523 IPM 具备集成式自举电路, 可简化电路板布线。归功于其行业标准封装, 可以方便快捷地对现有的 Mini IPM 进行设计转换 (引脚到引脚兼容), 而无需重新设计电路板, 从而缩短了产品上市时间。

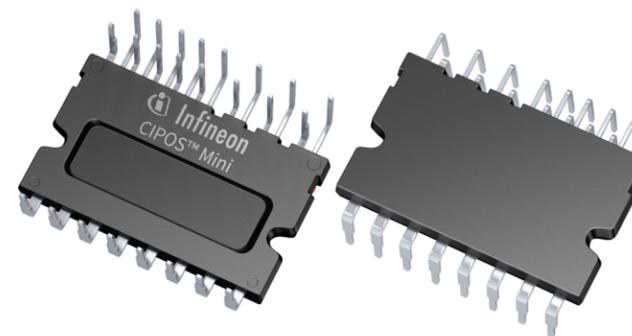


图 1: CIPOS Mini IM523 系列封装外形概览
(尺寸: 36 mm x 21 mm)

IM523 IPM 内部

图 2 所示为 IM523 IPM 的内部等效电路。它由 6 颗 RC-D2 IGBT、一颗 6 通道栅极驱动 IC 和一个用于温度监测的热敏电阻组成。这些元件都安装在模块的内部电路板上。为了感测变频器的负载电流, 模块采用开放式发射极配置, 在低边提供了三个分隔开的发射极端子。

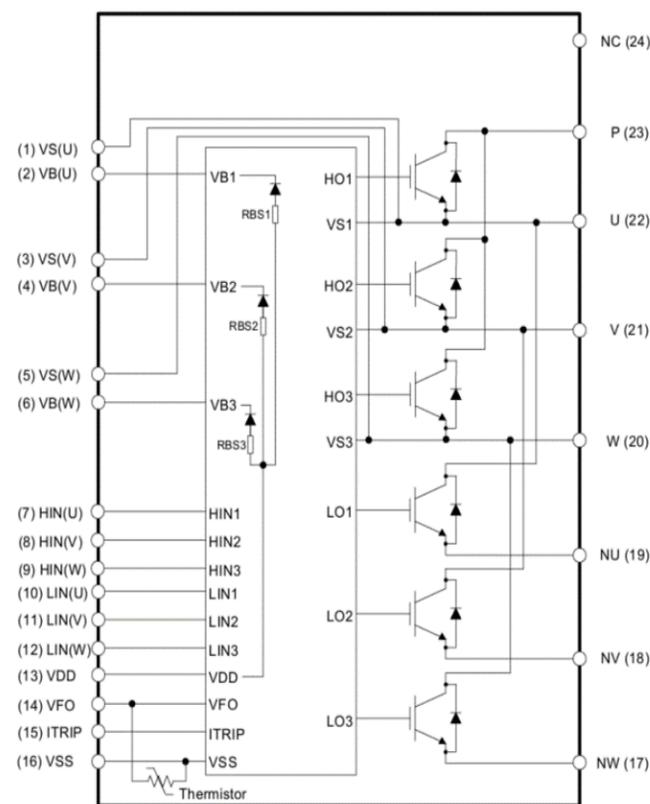


图 2: IM523 系列的框图

它的集成式栅极驱动 IC 基于英飞凌最先进的绝缘体上硅 (SOI) 技术。这颗 SOI 栅极驱动器具备功能绝缘性能, 其设计旨在优化 RC-D2 IGBT 器件的开关性能。它还提供了诸多高级功能, 如互锁、欠压闭锁、过流保护、防止重复短路, 以及通过内部滤波

提高抗噪能力等。有了内部自举二极管, 便无需为高边开关配备专门的二次电源电路, 从而大大降低了总的系统物料成本。

这款 IPM 的真正与众不同之处在于 600 V RC-D2 技术。逆导技术主要是将 IGBT 和续流二极管的功能集成到单颗芯片中。这种集成缩小了芯片的有效尺寸并降低了装配成本。相比于前几代逆导技术, RC-D2 更加结实耐用, di/dt 可控性也更好, 从而降低了电磁噪声。其特别之处在于, 它专门针对要求高频开关的驱动应用 (如洗衣机、冰箱和风扇) 进行了优化, 因此有助于实现更低开关损耗和更高功率密度, 进而最终降低系统成本。

由于具有低 Qrr 特性, RC-D2 IGBT 的开关损耗比上一代逆导型 IGBT 降低了 50%。然而, 性能的提升不能以牺牲结实耐用性为代价。运行过程中的系统故障可能会导致短路事件。所以, IPM 模块必须足够结实耐用, 以免受到此类短路事件的影响。

RC-D2 开关具有优秀的短路安全工作区 (SCSOA), 因而可以防止此类事件的发生。通过使用 RC-D2 技术, IM523 IPM 的短路峰值电流水平通常比前几代产品降低了 20% 左右, 同时还能保持与之相似的短路耐受时间。例如, 如果短路持续时间小于 6 μs, 那么, 在控制电源电压为 16.5 V 条件下, IM523 IPM 可以安全地关断峰值约为 60 A 的短路电流 (非重复)。

性能评价

IM523 产品拥有前所未有的电气特性和热特性, 它们为系统性能更上层楼铺平了道路。在 15 kHz 开关频率下, 当变频器输出电流为 4 A 时, 这些智能功率模块的功率损耗降低了 25%。

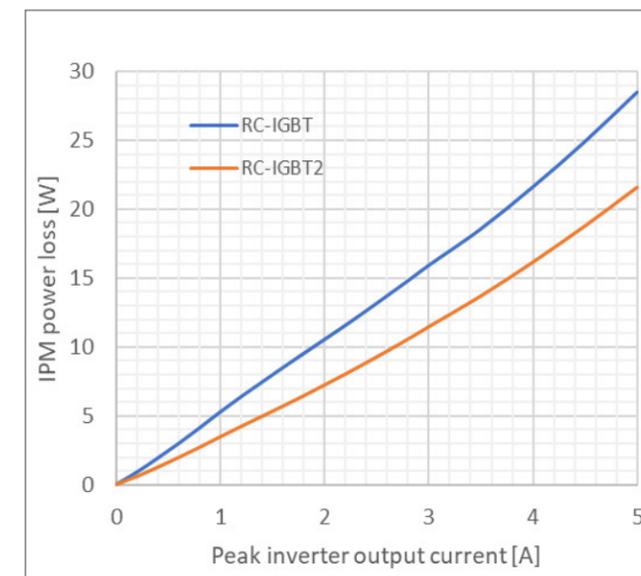


图 3: 功率损耗仿真测试条件: 直流母线电压 = 310 V, 功率模块控制电压 = 15 V, 开关频率 = 15 kHz, 环境温度 = 30°C, 散热片热阻 = 3.2°C/W, 功率因数 = 0.8, 调制指数 = 0.8

利用三相变频系统，对 IM523 的热性能进行了评估。将它与使用上一代 RC-IGBT 技术和传统 IGBT 及二极管的模块进行了比较。为了评价每个解决方案的热性能，测量了各个模块在实际工作条件下的外壳温度。测量结果如图 4 所示。

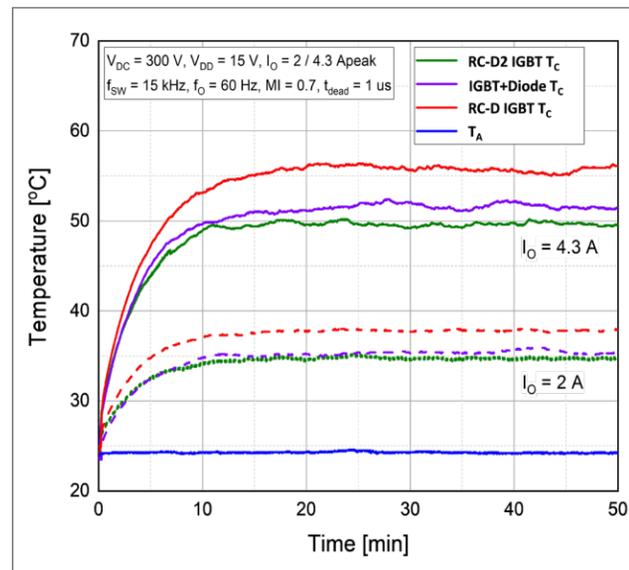


图 4: 外壳温度

使用 RC-D2 的 IM523 IPM 在热性能方面优于其竞争对手。当输出电流为 4.3A 时，采用上一代 RC-IGBT 技术的 IPM 的外壳温度比 IM523 IPM 高出 5° C。由于其开关性能更好，在相同条件下，IM523 IPM 的外壳温度比使用单独的 IGBT 和二极管芯片的 IPM 低 2° C。

结语

全新 CIPOS Mini IM523 智能功率模块系列是适用于变速电机驱动应用的优化解决方案。它采用成熟的紧凑型双列直插式传递模封装，可实现更高能效。得益于 RCD2 开关的特性以及其 SOI 栅极驱动器的高级功能，这些产品可以为 IPM 解决方案提供性能与结实耐用性兼顾的完美结合。

www.infineon.com

Bodo's 功率系统

《Bodo's 功率系统》杂志是一本面向全国及海外的专业科技期刊，全面覆盖嵌入式电源、设计测量、电池、便携式电源、数字电源、设计与模拟、大功率开关、高压变换器、IGBT、热能管理等科技发展与产品应用。

为了满足广大读者的需求，为行业用户提供实用的应用案例，本刊特向业内的广大专家、教授、学者、工程技术人员诚证稿件。感谢您能在百忙之中将您的观点、应用经验与大家分享。

所投稿件内容应有较高学术水平，语言流畅、逻辑关系明确。

投稿作者需提供详细的作者联系信息，如工作单位名称、电话、通讯地址、邮箱等，以方便联系。

投稿信箱 BPSC@i2i-m.com.cn，
投稿时，请在邮件主题栏注明“投稿”字样！

第七届(2024)国际氢能与燃料电池技术和装备及应用(上海)大会暨展览会 7th (2024) International Hydrogen and Fuel Cell Technology, Equipment and Application Conference & Exhibition

2024年 9月25日-27日

上海新国际博览中心(浦东新区龙阳路2345号)

展览: 2024年9月25-27日
上海新国际博览中心
(浦东新区龙阳路2345号)

会议: 2024年9月24日-9月26日
上海浦东嘉里大酒店
(浦东新区花木路1388号)

◎主办单位: 上海新能源行业协会/上海伏勒密展览服务有限公司

◎承办单位: 上海伏勒密展览服务有限公司

地址: 上海市徐汇区宜山路425号光启城办公楼905-907室 邮编: 200235

展位预订: 021-64276991 E-mail: info@snec.org.cn

论坛电话: 021-33683167-809/810 E-mail: office@snec.org.cn

◎国际代理: Follow Me Int'l Exhibition (USA), Inc.地址: 2055 Junction Ave., Suite 225, San Jose, CA 95131

电话: +1.408.386.3373

模块化设计和高功率 SiC 牵引逆变器 加速超出汽车以外的其它移动 应用的电气化

货运、越野和工业车辆、船舶应用和航空业占内燃机温室气体排放总量的 55% 以上 [1]。这些动力系统的电气化能够在应对气候变化方面发挥巨大作用。然而，全球范围内所涉及的需要电气化的设备数量极其庞大，类型和平台也多种多样。

作者：Pierre Delatte, 首席技术官, CISSOID

为了快速开发新的电力驱动器，工程师必须尽可能地得到他们所需要的支持。一方面，这些新设计不仅仅是要考虑物理上的差异，还体现在兼顾尺寸、形状和重量限制方面。功能和电气安全要求以及环境条件也高度依赖于应用领域和所处地区的市场需求。另一方面，所有制造商之间竞争的紧迫形势也要求快速上市。

就性能和可靠性而言，碳化硅 (SiC) 是首选的功率半导体技术。虽然续航里程焦虑是导致乘用车市场从硅基转向更节能的碳化硅的主要原因之一，但公共汽车等车辆是在已知路线上运行，而越野车的行驶距离相对较短，考虑的重点稍有差别。而对于这些应用，SiC 的高压功能可以实现更快的充电，从而缩短周转时间，并且其在高温下运行的能力有助于最大限度地提高可靠性。此外，模块需要更少的 SiC 器件来分担负载，而且考虑到击穿电压的因素，SiC MOSFET 比硅器件更小。因此，也可以缩短模块尺寸。

然而，SiC 功率器件并不能直接替代硅基 MOSFET 或 IGBT。安排相匹配的栅极控制以确保其高频下快速、平滑地实现开关转换并不简单。还有进一步的挑战需要面对，这些包括集成各硬件组件，特别是逆变器和智能功率模块，以及设置和校准电机控制软件。

加速开发

为了帮助面对开发中的挑战，并加快稳健可靠的 SiC 功率模块 (图 1) 的上市时间，CISSOID 开发了 SiC 牵引逆变器平台和参考设计。动力驱动方案制造商可以利用它来构建能够在高达 850V 的电池电压下运行的系统。该硬件是模块化且可扩展的，可适应各种额定功率的配置。



图 1. CISSOID 的高压 SiC 逆变器参考设计。

该参考设计解决了逆变器中众所周知的困难和耗时的工程问题。核心组件包括三相 1200V 智能功率模块 (IPM)，该模块已与针对 SiC 应用优化的栅极驱动器集成，并可承受高温 (图 2)。该驱动器可提供超过 10A 的峰值栅极电流，并可在高达 125°C 的环境温度下运行。



图 2. 智能功率模块 (IPM) 包括具有针翅式冷却功能的 SiC 功率模块和在其顶部安装的栅极驱动器 [2]。

由于 SiC 栅极驱动器已与功率模块集成，因此用户可以使用已经过验证和优化的解决方案来启动他们的项目，该解决方案可实现快速开关速度和低损耗，而不受高 di/dt 和 dV/dt 的影响，并且还包含对功率模块的强大保护功能。因此，微调模块性能和确保适当的热管理设计所需的工程迭代次数也显著减少。参考设计中的其他硬件包括直流电流和相电流传感器、EMI 滤波、紧凑型液体冷却器和高密度直流母线电容器。直流母线电容器是专为逆变器平台开发，涵盖了广泛的电压和电流选项。

软件控制和校准

为了提供完整的参考设计，它还配备有一个电机控制板，并带有专用处理器和软件，且两者均经过 ISO 26262 标准、ASIL D 级功能安全预认证。电机控制软件允许在不影响功能安全认证的情况下进行广泛的调整，从而可以根据最终应用案例的要求灵活地优化电机运行指标。另外，用户还可以在此基础上运行自己的定制应用软件。

该控制板围绕 Silicon Mobility OLEA® T222 现场可编程控制单元 (FPCU) 设计。这种方法允许参考设计将传统处理器基于软件的灵活性与硬件加速相结合，以确保实时性能达到所需的最高电机速度。通过包含控制板，该参考设计还可以帮助用户避免将控制板和智能功率模块结合在一起时常见的机械和电气集成所带来的困难。

OLEA® APP INVERTER 是一款灵活且完全可定制的控制软件 (图 3)，它是基于一组可离线或实时修改的配置和校准参数，来匹配任何电动动力总成配置和功率范围。该软件还附带一个调试和校准框架，包括图形界面。

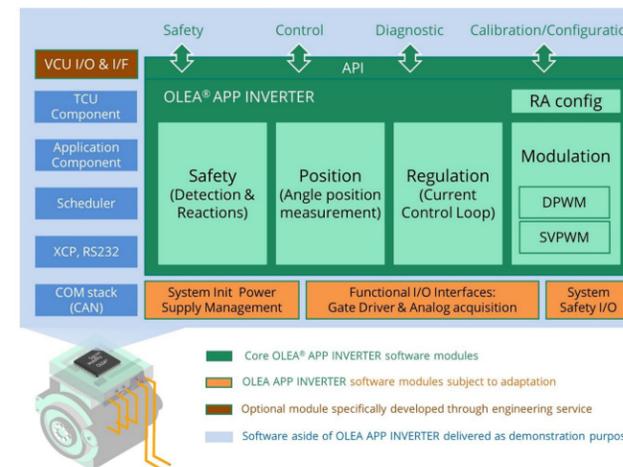


图 3. OLEA® APP INVERTER 控制软件提供多种功能来调节和优化电机运行。

通过使用 OLEA® COMPOSER，开发人员可以缩短优化电机控制软件所需的时间 (有关完成此操作的四个步骤的更多信息，请参阅侧边栏)。

碳化硅逆变器的性能

在设置参数后，即可测试电机运行，并绘制逆变器 - 电机配合的效率。图 4a 和 4b 比较了基于 SiC 的逆变器与在类似实际条件下测试的硅基 IGBT 逆变器的性能。

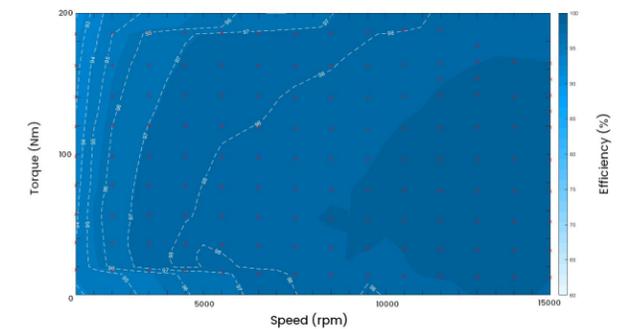


图 4a: SiC 逆变器性能高达 260kW @ 13500rpm，显示在速度和扭矩范围内的效率。

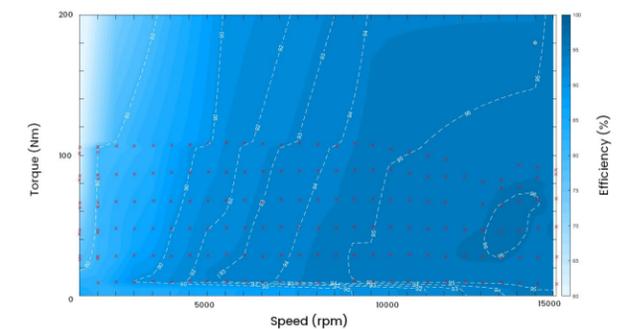


图 4b: 硅基逆变器在 11500rpm 时功率高达 120kW，在可比条件下扭矩能力受损 (参见交叉点)。

这些性能图显示了基于 SiC 的驱动方案的更高效率是如何确保卓越用户体验的。随着速度和负载需求的增加，使用基于硅基 IGBT 的驱动方案运行时，由于效率较低，电机扭矩会显著降低；如果不大幅增加冷却，则与设备中的能量损失相关的自然无法消散。相比之下，基于 SiC 的高效驱动方案则可以在更宽的速度和负载范围内实现更接近最大的扭矩。

设置和校准驱动装置

OLEA® COMPOSER 工具套件可帮助用户根据客户的规格需求使电机旋转。它有助于对电压、额定功率、速度和扭矩等参数进行调整，以达到最佳工作范围。一旦完成，就可以给出电机的效率图。

设置和调试按以下四个步骤完成：

步骤 1: 软件参数配置

· 根据电机参数配置 OLEA® APP INVERTER 软件。

步骤 2：逆变器硬件设置

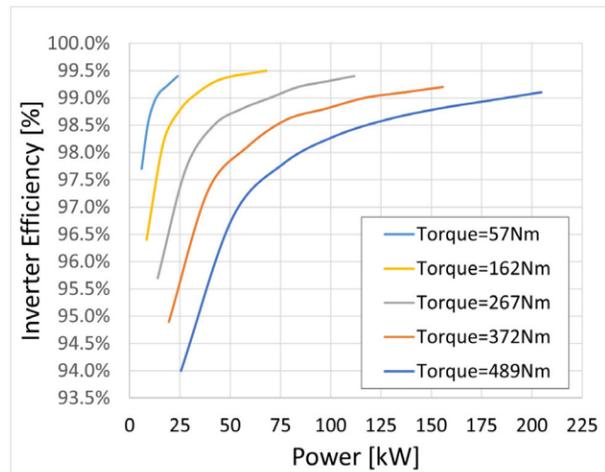
- 设置电机，包括旋转变压器和温度传感器等组件。EV 电子控制单元 (ECU) 和工作台（例如 CAN、安全）接口、电源和冷却接口的连接。
- 检查测试台与逆变器的安全接口。

步骤 3：电机控制系统校准

- 开环模式：通过 OLEA® T222 FPCU 校准电流和电压传感器信号调节链。
- 部分开环模式：位置传感器偏移校准，无论使用旋转变压器还是电感式传感器。
- 电流闭环模式：内部 PI 控制器调整 ID 和 IQ 矢量以实现磁场定向控制 (FOC)。
- 扭矩控制模式：微调扭矩控制环以实现精度和动态响应。
- 速度闭环模式：速度调节器校准。

步骤 4：高级系统优化

- 开关频率调整：根据速度和相电流调整开关频率。
- 死区时间补偿：调整死区时间补偿算法以最大限度地减少相电流谐波。
- 弱磁：ID/IQ 设定点优化，可在最大每电压扭矩 (MTPV) 区域实现高效运行。
- SVPWM/DPWM：定义空间矢量脉宽调制 (SVPWM) 和不连续脉宽调制 (DPWM) 之间的阈值，以实现更高的高速效率。
- 通过使用这种方法可以调整参考设计，以实现高于 99% 的效率，在 700V 总线上运行，转速高达 4000rpm，如下所示：



结论

为促进公共汽车、卡车和农用车辆行业通过电气化以减少环境排放负担，该技术方案提供了良好的机会。碳化硅功率技术有助于最大限度地提高可靠性和车辆的工作周期，并提供比硅基 IGBT 或 MOSFET 更高的效率。SiC 设计的复杂性以及确保快速上市的必要性，促使需要灵活的开发平台来帮助设计人员面对各种车辆类别和类型。完整的参考设计可为针对使用 SiC 进行设计时的主要挑战提供解决方案，同时还具有灵活性和可扩展性，可满足不同的额定功率和电池电压，以处理小型到大型的各种车辆，有效地降低设计风险，并有助于加快上市时间。

参考文献

- [1] Source: NESTE : Towards sustainable mobility / April 2023: <https://journeytozerostories.neste.com/transportation/towards-sustainable-mobility#885e75ed>
- [2] CISSOID SiC Intelligent Power Modules: <https://www.cissoid.com/sic-power-modules/>

www.cissoid.com

基于 NX 封装的低杂感 SiC MOSFET 模块

功率模块从硅 IGBT 技术过渡到基于 SiC MOSFET 技术是不可避免的。然而，从硅 IGBT 时代留下来的外形尺寸偏好仍然阻碍着 SiC 技术的商业化，因为它们已经被认为具有较高的寄生电感。三菱电机打破了这一僵局，开发出一种改进型 NX 封装，其内部母线结构适用于 SiC MOSFET。

作者：Narender Lakshmanan, Eugen Stumpf, 三菱电机欧洲有限公司

引言：

过去几十年来，硅 IGBT 芯片技术不断发展，从一代芯片到下一代芯片获得的改进幅度越来越小（如图 1 所示）。这表明每一代新芯片都越来越接近材料本身的物理极限。

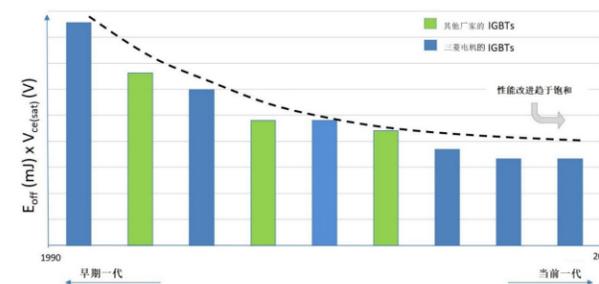


图 1：各代硅 IGBT 在额定电流下 $E_{off} \times V_{CE(sat)}$ 的比较

诸如 SiC MOSFET 的宽禁带半导体提供了实现半导体总功率损耗的显著降低的可能性。使用 SiC MOSFET 有可能降低开关损耗的一个方面是可以降低开关损耗，从而提高开关频率。进一步的，可以优化滤波器组件，相应的损耗会下降，从而全面减少系统损耗。

挑战：SiC MOSFET 的封装考虑因素

使用 SiC MOSFET 可以降低开关损耗，因为它们的开关速度比 Si IGBT 快得多。然而，在功率模块运行期间实现高开关速度存在一定的挑战。

开关过电压：MOSFET 关断期间的电压过冲 (ΔV_{DS}) 是功率模块封装的杂散电感 (L_s) 和漏极电流变化率的函数 ($\frac{dI_D}{dt}$)。

$$\Delta V_{DS} = -L_s \times \frac{dI_D}{dt}$$

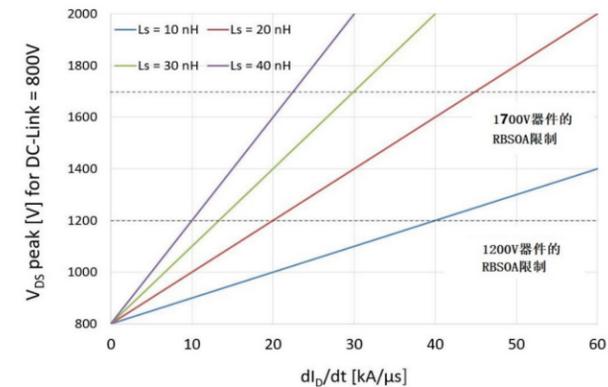


图 2： V_{DS} 峰值与 $\frac{dI_D}{dt}$

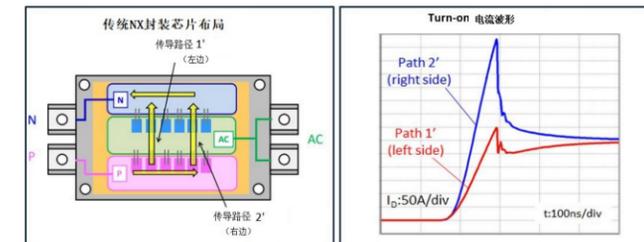


图 3：NX 模块内部布局 (左)，传统 NX 模块 Turn-on 电流波形 (右)

从图 2 可以推断出，封装的内部电感越高，允许的 $\frac{dI_D}{dt}$ 最大值就越低。

内部电流平衡：功率模块的额定电流取决于封装内可并联的芯片数量。在静态和动态运行期间，保持芯片之间漏极电流的均匀分布非常重要。因此，功率模块封装的设计必须确保各个芯片之间的电流平衡。

外形尺寸偏好和挑战：额定电流在几百安培范围内的 650V、1200V 或 1700V 等级的半桥硅 IGBT 模块广泛采用 NX 封装，该封装多年来已在工业、电源转换领域确定了自己的地位。理想情况下，保持现有功率模块外形尺寸（例如已有的 NX 封装）是有利的。然而，传统 NX 封装的内部电感 (L_s) 约为 20nH，因此不适合采用 SiC。此外，从图 3 中可以明显看出，传统 NX 封装要求硅 IGBT 芯片沿功率模块的长轴放置。因此，芯片之间的动态均流并不是最佳的，这对直接采用 SiC 提出了挑战。

解决方案：采用 SiC 的低电感 NX 封装：

为了采用 SiC，NX 封装的内部布局进行了修改。修改后的 NX 封装内部横截面如图 4 所示。

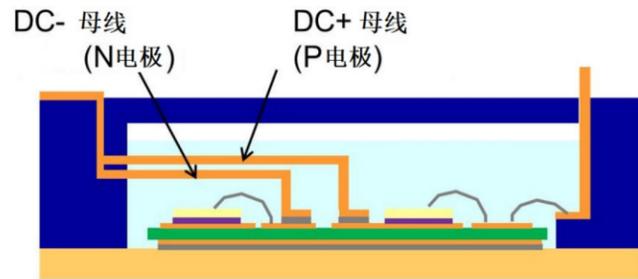


图 4: 采用 SiC 的改进型 NX 封装内部横截面

DC+ 和 DC- 母线采用“叠层结构”，尽可能靠近彼此（由绝缘层隔开），以最大限度地提高磁场补偿。此外，DC+ 和 DC- 母线直接连接到基板上，避免通过键合线连接到端子产生额外的杂散电感。而且，芯片不会沿模块的长轴放置（如使用硅 IGBT 的传统 NX 设计的情况）。为了实现不同芯片之间的最佳均流，已经开发了一种优化的电路图形（参见图 5）。经测得，改进后的低电感 NX 模块的内部电感为 9nH。与传统的 NX 功率模块相比，寄生电感降低了约 47%。

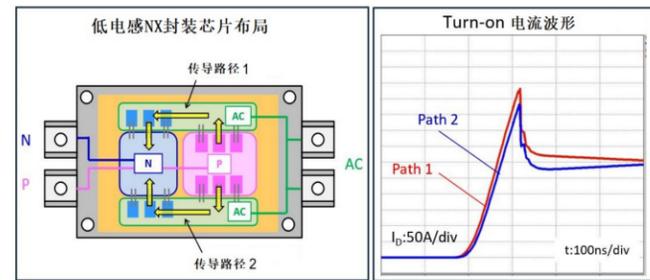


图 5: 改进型 NX 封装的内部布局 (左)，改进型 NX 封装的 Turn-on 电流波形 (右)

产品说明：



图 6: NX SiC 模块照片

NX SiC 模块已推出额定值为 1700V/600A (FMF600DXE-34BN) 和额定值为 1200V/600A (FMF600DXE-24BN) 并采用半桥拓扑结构 (2in1 配置) 的两款器件。功率模块采用陶瓷绝缘基板 (AlN 基板)，并采用硅凝胶灌封。这两款功率模块采用的是基于三菱电机的第 2 代 SiC 芯片技术。

性能基准：

为了了解使用改进型 SiC NX 模块带来的性能提升，可以考虑以下项目进行基准测试：

- I. 改进型 NX 封装的影响 (与传统 NX 封装相比)
- II. SiC MOSFET 芯片技术本身的性能基准 (与 Si IGBT 技术相比)

第 I 项可以使用图 7 所示的折衷关系来分析 - 感性电压过冲 (SiC MOSFET 为 V_{DS} [V], IGBT 为 V_{CE} [V]) 和 turn-off 关断能量 (E_{off} [mJ/Pulse])。从图 7 中可以得出以下推论：考虑工作条件为 DC-Link=1000V, I_C (或 I_D)= 600A 和 T_{vj} = 150° C

a) 传统 NX 封装：红色曲线表示采用传统 NX 封装 ($L_s \approx 20nH$) 的第 7 代 1700V Si IGBT 和第 2 代 1700V SiC MOSFET 的 V_{CE} [V]。采用相同 (传统) 封装的 SiC MOSFET 有可能实现更低的关断损耗 (E_{off})，但电感电压过冲无法在 RBSOA (反向偏置安全工作区) 内保持足够的安全裕量。

b) 改进型低电感 NX 封装：蓝色曲线表示改进型低电感 NX 封装 1700V SiC MOSFET 的 V_{DS} 。可以看出，RBSOA 可以保持在安全范围内，而不会影响 E_{off} ，由于 $L_s = 9nH$ ，因此可以选择更低的关断栅极电阻。

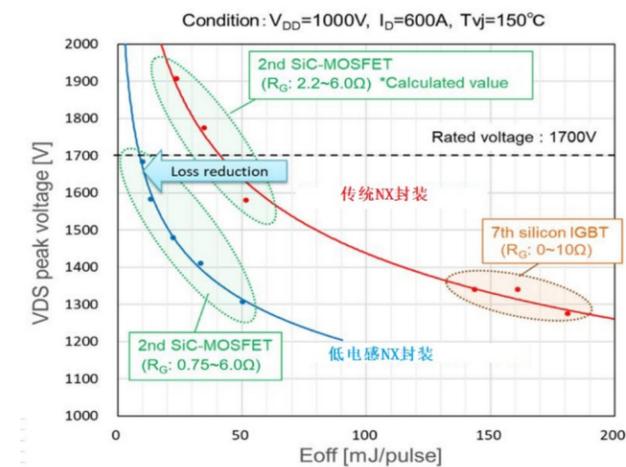


图 7: 传统 NX 封装和新低电感 NX 封装第 2 代 SiC 的 V_{DS} 峰值与 E_{off} 的关系。包括第 7 代 Si IGBT 性能以供参考

第 II 项可以使用图 8 进行分析，该图展示了第 7 代 1700V 硅 IGBT (采用传统 NX 封装) 和第 2 代 SiC MOSFET (采用传统和低电感 NX 封装) 的功耗和结温比较。根据图 8 的结论：通过采用改进

型低电感 SiC MOSFET，在保持 NX 封装外形的同时，与 Si IGBT 模块相比，功率损耗可以降低约 72%。因此，可以将开关频率提高 5 倍 (实现显著的滤波器优化)，同时保持最高结温低于最大规定值。

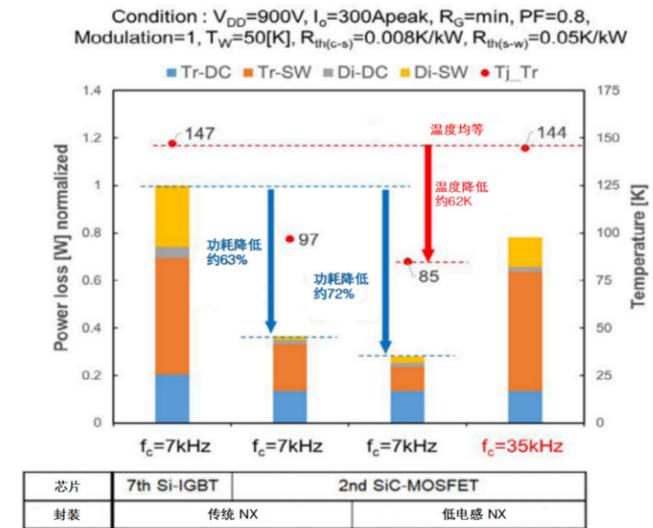


图 8: 考虑到传统和新低电感 NX 封装，第 7 代硅 IGBT 和第 2 代 SiC 的归一化功率损耗

总结：

为了保持竞争优势，同时也为了使最终用户获得经济效益，一定程度的效率和紧凑性成为每一种功率转换应用的优势所在。每一代硅 IGBT 都以同样的理由成功的取代了上一代产品——更好的功率损耗性能。随着硅 IGBT 技术的发展达到饱和，SiC MOSFET 变得越来越有吸引力。从硅全面过渡到 SiC 的最后一个技术前沿是——采用硅 IGBT 的功率模块的外形尺寸。三菱电机的改进型低电感 NX 封装和第 2 代 SiC MOSFET 旨在解决这一难题，从而为各种功率转换提供可行的解决方案。

参考文献：

[1] K. Hamano, et al., “2nd Generation High Performance 4H-SiC MOSFETs with 1.7kV rating for high power applications”, PCIM Europe 2019, ISBN 978-3-8007-4938-6.

[2] K. Ohra, H. Matsumoto, T. Takahashi, M. Matsumoto, “A New Generation IGBT Module with IMB an 7th Generation Chips”, PCIM Europe 2015, ISBN 978-3-8007-3924-0.

[3] T. Takahashi, E. Haruguchi, H. Hagino and T. Yamada, “Carrier stored trench-gate bipolar transistor (CSTBTM)- a novel power device for high voltage application” Proc. ISPSD 1996.

[4] Ryo Goto et al., “Advanced PKG technology for SiC in the NX Package”, PCIM Europe 2023. DOI 10.30420/566091120.



《Bodo's 功率系统》杂志是一本面向全国及海外的专业科技期刊，全面覆盖嵌入式电源、设计测量、电池、便携式电源、数字电源、设计与模拟、大功率开关、高压变换器、IGBT、热能管理等科技发展与产品应用。

为了满足广大读者的需求，为行业用户提供实用的应用案例，本刊特向业内的广大专家、教授、学者、工程技术人员诚证稿件。感谢您能在百忙之中将您的观点、应用经验与大家分享。

所投稿件内容应有较高学术水平，语言流畅、逻辑关系明确。

投稿作者需提供详细的作者联系信息，如工作单位名称、电话、通讯地址、邮箱等，以方便联系。

投稿邮箱 BPSC@i2i-m.com.cn，
投稿时，请在邮件主题栏注明“投稿”字样！

四种将被氮化镓革新电子设计的中压应用

引言

随着技术的迅速发展，人们对电源的需求亦在不断攀升。为了可持续地推动这一发展，太阳能等可再生能源被越来越多地用于电网供电。同样，为了实现更快的数据处理、大数据存储以及人工智能 (AI)，服务器的需求也在呈指数级增长。鉴于这些趋势，设计人员面临着—项重大挑战：如何在持续提升设计效率的同时，在相同的尺寸内实现更高的功率。

作者：TEXAS INSTRUMENTS 德州仪器

这一挑战已经推动了氮化镓 (GaN) 在高压电源设计中的广泛应用，原因在于 GaN 具有两大优势：

- 提高功率密度。GaN 的开关频率较高，使设计人员能够使用体积更小的无源器件 (如电感器和电容器)，从而缩小电路板的尺寸。
- 提升效率。相较于硅设计，GaN 出色的开关和导通损耗性能可将损耗降低 50% 以上。

除了业界已经采用的高压 GaN (额定值 $\geq 600V$) 外，新的中压 GaN 解决方案 (额定值 80V-200V) 也日益受到欢迎，可在高压 GaN 之前无法支持的电源系统中实现更高的功率密度和效率。

这篇文章将详述四个主要的中压应用领域，这些领域正在逐渐采用 GaN 技术。

应用领域 1: 太阳能

太阳能是发展最快的可再生能源，从 2021 年到 2022 年增长了 26%，预计在未来七到八年内，太阳能利用将以约 11.5% 的复合年增长率发展。随着太阳能电池板安装数量的增加，人们对系统效率和功率密度的需求也将随之增长，因为这是一种对空间需求较高的技术。对于太阳能电池板子系统而言，LMG2100R044 和 LMG3100R017 器件有助于将系统尺寸缩小 40% 以上。

太阳能主要通过太阳能电池板的两种子系统得以实现：一种是升压级后跟逆变器级，将直流电压范围转换为交流电压 (如图 1 所示)；另一种是降压和升压级，其中电源优化器将不断变化的直流电压转换为常见的直流电压电平 (利用最大功率点跟踪)，以输送到串式逆变器 (如图 2 所示)。

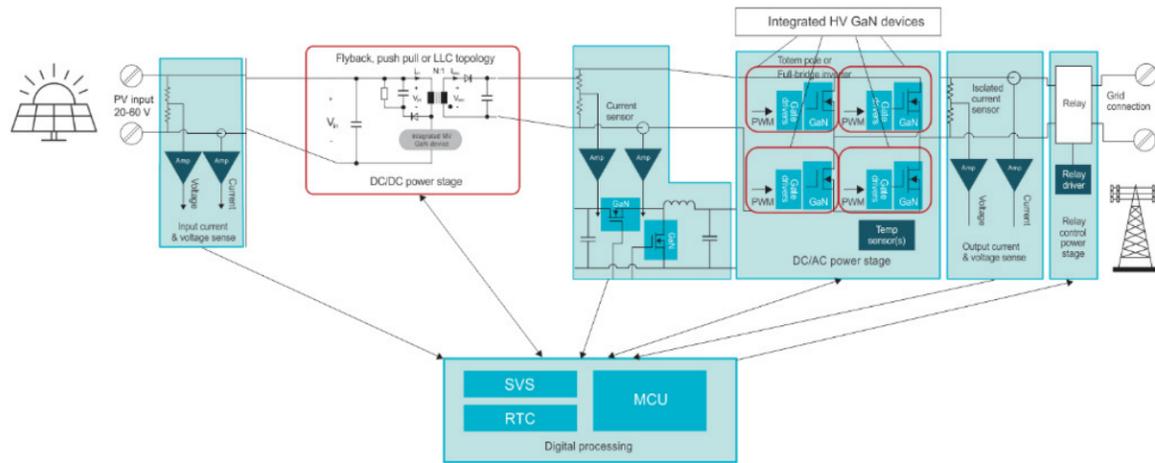


图 1: 微型逆变器框图

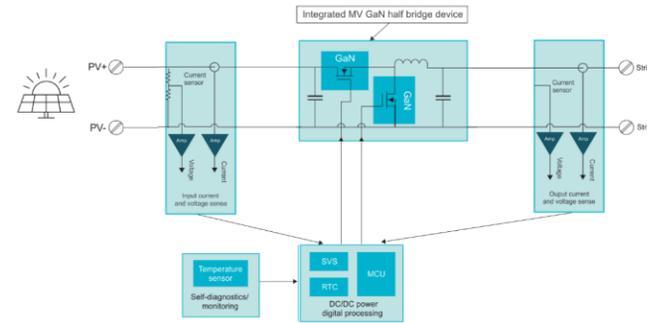


图 2: 电源优化器框图

应用领域 2: 服务器

考虑到我们仍处在人工智能革命的初期阶段，为了运行复杂的机器学习算法并实现更大、更复杂数据集的存储，服务器的需求将呈指数级增长。要求每个级的效率高于 98% 的高密度设计将能够满足这些增强型处理和存储需求。

如图 3 所示，服务器电源应用中的三个主要系统可以采用 100V 至 200V 的 GaN：

· 电源单元 (PSU)。开放计算项目的变化正在提升 48V 输出的热度；然而，所需 80V 和 100V 硅解决方案的损耗 (栅极驱动和重叠损耗) 相较于以前的解决方案有大幅增长。诸如 LMG3100 等 GaN 解决方案有助于尽可能减小电感 - 电感 - 电容器级 (LLC 级) 次级侧同步整流器中的上述损耗。

· 中间总线转换器 (IBC)。此系统将 PSU 输出的中间电压 (48V) 转换为较低的电压，然后传送到服务器。随着 48V 电压电平的流行，IBC 有助于减少服务器子系统 I2R 损耗，并使汇流条和电力传输线的尺寸和成本都得到降低。IBC 的缺点是其在电源转换中又增加了一步，可能会对效率产生影响。因此，除了 OEM 经测试可获得高效率和高功率密度最佳组合的几种新拓扑外，请务必充分利用 LMG2100 和 LMG3100 等高效 GaN 器件。

· 电池备份单元。降压 / 升压级通常将电池电压 (48V) 转换为总线电压 (48V)。当市电线路断电且电力流为双向时，您也可以使用电池备份单元进行电池电源转换。不间断电源之所以使用此级，是因为它仅通过电池直接执行一次直流 / 直流转换，避免了由直流 / 交流 / 直流转换引起的损耗。

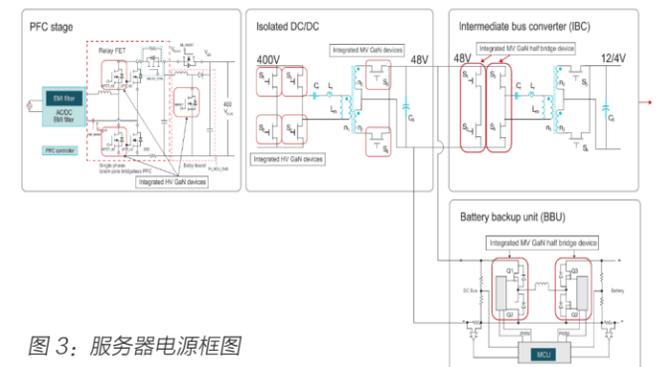


图 3: 服务器电源框图

应用领域 3: 电信电源

在电信无线电设备中，电源有可能采用 GaN 设计。由于无线电设备通常安置在户外，仅依赖自然冷却，因此高效率显得尤为重要。此外，随着移动网络 (如 5G、6G) 的逐步发展，加快网络速度和数据处理的需求也在增加，因此需要具有极低损耗的高密度设计。LMG2100 有助于将此类设计的功率密度提高 40% 以上。

在典型的中压应用中，GaN 将负电池电压电平 (通常为 -48V) 的电源，利用反向降压 / 升压或正向转换器拓扑转换为适用于功率放大器的 +48V 电源，或者利用降压转换器拓扑为现场可编程门阵列和其他直流负载供电。

应用领域 4: 电机驱动

没错，您可以在电机驱动电路中使用 GaN，其应用领域广泛，包括机器人、电动工具驱动以及两轮牵引逆变器设计等负载曲线不同的应用。GaN 的零反向恢复特性 (因为不存在体二极管) 导致二极管反向偏置电流没有稳定时间，从而降低了死区损失，提高了效率。如前所述，GaN 的开关频率更高，电流纹波更低，这样就可以减小无源器件的尺寸，从而实现更平滑的电机驱动设计。

图 4 展示了如何在电机驱动单元中添加 GaN。

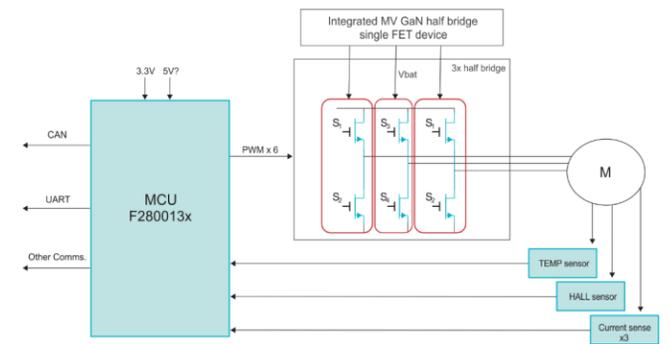


图 4: 电机驱动单元框图

结语

在各种中压应用中，GaN 有潜力取代传统的硅 FET。100V 至 200V GaN 的其他应用领域包括通用直流 / 直流转换、D 类音频放大器，以及电池测试和化成设备。此外，GaN 还能提供更高的开关频率和更低的功率损耗，这些优势在简化电源设计的集成电源级中尤为突出。

智能家居采用雷达传感器的高能效物联网

雷达技术与物联网传感器相互结合，使智能家居变得更安全、更舒适并且更节能

作者：儒卓力模拟与传感器公司产品经理 Vidya Sriram 和英飞凌传感器系统与物联网现场应用工程师 Okan Kamil Sen

智能家居应用和联网设备使得人们的日常生活更加便利，它们的数量正在迅猛增长并不意外。Statista 估计全球范围已有大约 3.5 亿个智能家居设备，而且还在不断增加。许多智能家居设备长期处于激活或待机模式以便随时使用，因此能耗很高。

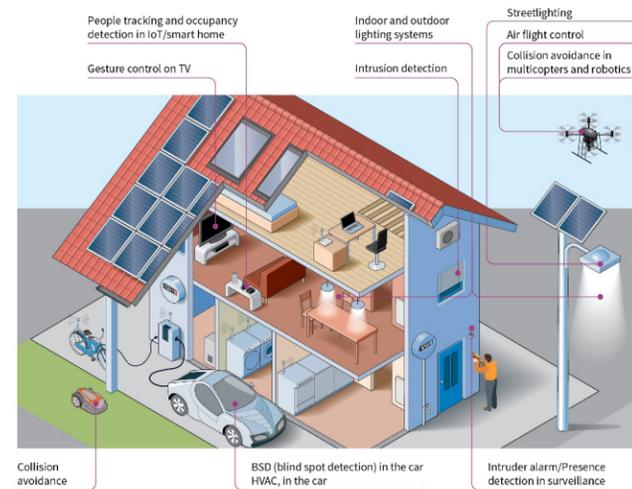


图 1: 智能家居中的传感器数量不断增多，也增加了功耗

深度睡眠模式替代待机模式

然而，有些设备其实没有必要处于待机模式。例如，当住户不在家时，恒温器、智能扬声器和数字助理可以进入深度睡眠模式，以减少能源消耗，潜在的节能效果从几瓦到 100 多瓦不等。根据设备的数量及其深度睡眠的时长，节省的电量很快便会积少成多。举例计算如下：如果每个家庭拥有五台智能设备，平均每天可节省 0.5 千瓦时；换句话说，3 亿个家庭每年合共可节省 55 太瓦时电能。

然而，许多设备并不具备睡眠模式等省电功能，或者用户因使用不便而将省电功能关闭。这是因为深度睡眠模式与高应用功能相结合，“睡醒”时通常需要漫长的启动和等待时间。

采用雷达技术和物联网传感器提高能效

那么，如何将易用性与智能和高能效结合起来呢？雷达技术与物联网传感器的结合带来了新的可能性。例如，在智能家居设备中集成雷达传感器，可以用来探测家中是否有人。如果探测到没有人，智能设备就会自动切换到深度睡眠模式。根据传感器和设计的不同，雷达模块的功耗仅为几毫瓦，最大功耗水平仅为 0.1 瓦，远低于许多电子设备开启或进入标准待机模式的能耗需求。

与其他传感器（如红外线）相比，雷达技术的优势可以体现在通风系统的例子中。当雷达与温度传感器和二氧化碳传感器结合使用时，其工作效率最高，而且只有在需要时，即有人在、二氧化碳含量过高或温度超过预设限值时，系统才会启动。与其他传感器不同的是，雷达传感器不仅能检测到是否有人，还能检测到人数和位置（与传感器的距离），从而能够以最佳方式调节空调系统的气流。

24 GHz 和 60 GHz 雷达实现广泛应用

英飞凌提供各种雷达组件，适合众多应用。这些产品能够为智能照明系统提供精确的运动和存在检测，比如为智能家居设备中直观的人机界面提供手势识别功能，为健康监测系统提供非接触式重要数据采集，以及为优化工业流程提供先进的物品分类和跟踪功能。

24 GHz 雷达系列为系统设计提供了高度灵活性，并可用于广泛的使用案例：比如可用于确定运动和方向，以及单个和多个目标的速度、到达角度和位置。

	BGT60LTR11AIP	BGT60UTR11AIP	BGT60TR13C
Positioning	Smart & cost-effective PIR replacement	Compact and cost-efficient radar chip for FMCW operations	Enable advanced radar sensing including presence, tracking and gesture control
Operating Mode	Doppler Radar with integrated detectors	FMCW (5.5 GHz BW)	FMCW (5.5 GHz BW)
Main value proposition	Completely autonomous mode: Most convenient way to implement radar in your system	Smallest 60 GHz chip with integrated antennas on the market	Maximum functionality and flexibility: Develop the most demanding radar use cases
Target use cases	Motion detection, Presence detection (short range)	Presence detection, gesture control, vital sensing, 1D ranging, material classification	Presence detection, gesture control, vital sensing, segmentation, tracking, distance

图 2: 60 GHz 雷达传感器产品组合概览

对于要求宽频带和高精度的应用，英飞凌的产品组合包括低成本紧凑型 60 GHz 低功耗雷达（图 2）。

除了为监控、照明和智能家居设备提供短距离定位等应用外，60 GHz 雷达传感器还可用于消费类电子产品、医疗保健方案、驾驶辅助系统和工业应用中的重要数据采集。所有 60 GHz 物联网雷达传感器都经过尺寸优化，并在封装中附带天线。

例如，BGT60TR13C 型号带有一个发射天线和三个接收天线，L 形的天线布置可进行水平和垂直角度测量，极高的精度可实现亚毫米范围内的运动检测。例如，这些雷达传感器可用于消费电子产品中的重要数据采集。

BGT60LTR11AIP 是一款集成了发射和接收天线以及运动和方向检测器的 60 GHz 多普勒雷达传感器，支持多种工作模式，包括无需软件或硬件设计的全自主模式。在自主模式下，这款雷达可在七米以内的距离探测到人，功耗则小于 5 毫瓦，是运动检测应用的理想选择，如智能照明或气候控制、自动开门或无接触开关，以及包括 IP 摄像头在内的智能安防和报警系统。



图 3: 雷达配套开发套件: 24 GHz 演示板 Distance2goL (左)、演示板 BGT60TR13C MMIC (中) 和 60 GHz 连接传感器套件 (右)

BGT60UTR11AIP 是 BGT60 系列的最新成员，尺寸仅为 4.05 mm × 4.05 mm，它是市场上最小型、最紧凑的雷达传感器产品。BGT60UTR11AIP 专为要求严苛的应用而设计，具有频率调制连续波雷达技术的灵敏度和可靠性。

英飞凌提供开发套件以支持嵌入式和 PC 评估的开发和评测，包括用于算法开发、原型设计和嵌入式实施的综合软件开发套件 (SDK) 和示例。

雷达传感器的优势

- 结构紧凑，可实现开发体积相对较小的物联网系统
- 坚固耐用，可在各种环境和气候条件下工作。即使在温度波动或不同光照条件下，运作也不会受到明显影响。
- 它们以高频 (24 或 60 GHz) 传输射频信号，可穿透大多数材料 (如塑料、玻璃和木材)。因此，即使侦测对象处于墙壁或障碍物后面，以及隐藏在产品盖子或包装下面，它们也能提供准确的读数。
- 它们具有很高的测量灵敏度，可以检测到非常微小的移动。这意味着它们可以用来记录重要数据。
- 它们的耗电量相对较低，可实现高能效的物联网应用。电池供电设备只需一颗电池即可长时间工作

www.rutronik.com.cn

紧凑型电源模块推动汽车电气化

Irina Huber 与 Vicor 公司汽车全球营销总监 Gregory Green 及 Vicor 汽车领域首席应用工程师 Haris Muhedinovic 一同讨论高密度电源模块解决方案，探索如何用它实现冗余和快速充电，加快电源系统设计。

作者：VICOR POWER



汽车电气化掀起了一场前所未有的研发浪潮，包括优化供电网络、本地及全球充电基础设施。由于这个问题的复杂性，有必要探索新的方法并开发创造性的解决方案。高密度电源模块为设计、扩展和适应当今汽车电气化的快速发展步伐带来了巨大的灵活性。

1 双向充电和智能充电有什么区别？

GREEN：双向充电和智能充电是相辅相成的。从本质上讲，双向充电是指使用汽车电池为另一个负载供电；而智能充电是指

系统智能，让汽车能够了解并管理它所供电的负载。

从充电器的角度看智能充电，家用充电器是一种可以在适当时随时提供电能和设备。例如，如果屋顶的太阳能电池板连接到互联网，就可以轻松预测下一个晴天可以转换和使用的电能。智能充电器处理这些信息，然后等电能可用的最合理时间为汽车充电。

MUHEDINOVIC：博世正在建设一套完整的智能充电基础设施。该基础设施与发电厂通信，了解当前的电价、电网供电能力

是否充足以及能源来源。因此，智能充电可以监测整个充电基础设施——汽车、太阳能板、电网、通信和能源提供者。

GREEN：这已经成为现实。例如在英国，自 2022 年年中起，所有墙上充电器都需要兼容智能充电器，并需要联网以提供反馈。特斯拉的大多数直流充电器已经做到了这一点。

2 双向充电是如何使用的？

GREEN：双向充电是指使用汽车电池为另一个负载供电。这包括车辆对电网 (V2G)、车辆对家庭 (V2H)、车辆对负载 (V2L) 或车辆对车辆 (V2V) 等多种形式。

有少数几款汽车具有向其它负载供电的能力，例如日产 Leaf 和福特 F150。它们可以提供 3.6kW 的交流电。

双向充电功能需要监测，这是智能充电的用武之地，即监测并管理系统电能流动。智能充电可以利用双向电能来实现并优化 V2G、V2H、V2L 或 V2V。

Vicor 正在做些什么来确保每辆电动汽车都能与高速公路上的直流快充站兼容，以消除续航焦虑，加速电动汽车的未来？

MUHEDINOVIC：我们认为主要挑战是兼容性。今天的汽车使用两种电压，即 400V 或 800V——电压越高，充电速度越快。

问题是，大多数路边充电桩都是 400VDC。为了实现快速充电，OEM 厂商需要采取措施，将 400V 提升到 800V。一些一级供应商已推出相关解决方案，但十分笨重，重量约为 15 千克。这些解决方案占用的空间大，而且会缩短续航里程。

800V 电池和 400V 充电器之间的不兼容问题可以通过“电池虚拟化”来解决。使用这种方法时，充电器会在车载充电器的一侧“看到”一个 400V 的电池，即使另一侧连接的是 800V 电池。Vicor 的技术可以实现这一点。

在重量方面，Vicor 的高密度大功率模块，如正弦幅度转换器 (SAC)，体积只有 3.5 升，可以实现电池虚拟化而不增加尺寸、重量和复杂性。重量优势意味着更远的续航里程。

3 如何应对不断变化的供电需求，开发供电架构新方法？

GREEN：除了其它优势，Vicor 还提供功率和电压的可扩展性。Vicor 的紧凑型电源模块可以并联放置，以根据需要轻松增加功率。这意味着 OEM 只需要对一个部件进行特性分析和验证，这是一个重大优势，可以帮助 OEM 推出与众不同的系统并更快地推向市场。

MUHEDINOVIC：使用 Vicor 的电源模块，不同汽车可以采用截然不同的供电网络 (PDN)，而不需要设计专业知识或投入大量时间。使用的部件数量很少，因此 OEM 可以快速配置适合其 xEV 平台的独特供电网络 (PDN)。配置简便性、灵活性

和可扩展性是 Vicor 电源模块的主要特点。它们是设计当今快速变化的 xEV 的完美解决方案。

4 电源冗余对电动汽车的未来有多重要？

MUHEDINOVIC：随着对自动驾驶汽车的需求不断增加，对更可靠的电源架构的需求也不断增加。因此，人们非常关注 FIT (Failure In Time) 率。为了使单个部件达到 ASILD 等级或特殊功能自动驾驶所需的 FIT 率，OEM 正在实施冗余，帮助他们达到低 FIT 率要求。为了实现这一点，他们通常实施冗余电源，确保始终至少有一套电源可用于为指定的负载供电。

有时，制造商只依赖电池和 DC-DC 转换器，但是他们还能提供两条独立的路径，使用高压电池为低压电池供电，这是确保未来电动汽车安全冗余的一个重要因素。随着纯机械系统越来越多地被电气化功能所取代，例如电控转向和电控制动，非常重要的一点是必须确保这些系统能够正常运行，即使高压电池出现故障或暂时不可用。如果低压电池丢失，DC-DC 转换器将为这些设备供电，如果 DC-DC 转换器丢失，将有另一套电源为转向和制动系统供电。

有很多方法可以实现这一目标。Vicor 的优势是，与竞争对手相比，Vicor 的架构能以更小的体积和重量提供所需的冗余。例如，其它解决方案的体积可能达到五升，而 Vicor 只需不到两升就可以提供全部功能。这进一步简化了架构，而且占用的空间小得多。

GREEN：Vicor 的技术利用正弦幅度转换器 (SAC)，可以实现电池虚拟化，并有可能彻底消除汽车中的低压电池，同时仍然提供电力冗余。这有助于优化供电网络，确保高性能和高效率的功率转换。

www.vicorpower.com

低压NSOPA8xxx为汽车与工业应用注入新动力



自年初成功推出高压通用运算放大器 NSOPA9xxx 系列后，纳芯微 NSOPA 系列再添新品，推出低压 5.5V 通用运算放大器 NSOPA8xxx 系列。这一产品发布，不仅丰富了纳芯微在汽车电子和泛能源（工业

新能源）领域的产品组合，更为广大客户提供更广泛和灵活的选择。

此次全新发布的 NSOPA8xxx 产品系列承袭了 NSOPA 系列一贯出色的抗干扰性能与高共模抑制等关键特性，更针对 5.5V 低压供电环境进行优化，将能效与节能提升到了新的高度，同时保持了卓越的性能和可靠性。NSOPA8xxx 产品系列提供了沿带宽 1.5M/5M/10M 及 1/2/4 通道组合的多种产品型号选择，每种型号均有工规与车规两

个版本，以满足不同市场客户的多样化需求。

NSOPA8xxx 产品系列的车规级别满足 AEC-Q100 Grade 1 的可靠性要求，可在 -40~125℃ 的严苛环境下胜任工作。不同的封装版本以满足客户不同需求，对应单通道有 SOT23-5, SC70 封装，双通道版本有 MSOP8, SOP8 封装，四通道版本有 TSSOP14, SOP14 封装。

www.novosns.com

工业级Pcore™2 E2B碳化硅MOSFET半桥模块



BMF240R12E2G3 是基本半导体为更好满足工业客户对高效和高功率密度需求而开发的一款 1200V 240A 大功率碳化硅 MOSFET 半桥模块，该模块采用了 Press-Fit 压接工艺、带 NTC 温度检测以及高封装可靠性的氮化硅（Si3N4）AMB 陶瓷基板等技术，在导通电阻、开关损耗、抗误导通、可靠性等方面表现出色，可应用于大功率快速充电桩模块、不间断电源

UPS、高频 DCDC 变换器、高端工业焊机等领域。

产品特点：

- 高晶圆可靠性
- 新型内部构造极大抑制了碳化硅晶体缺陷引起的 RDS(on) 退化。
- 优异抗噪特性
- 宽栅 - 源电压范围 (VGS: -10V~+25V)，及更高阈值电压 (VGS(th).typ = 4.0V)，便于栅极驱动设计。
- 高热性能及高封装可靠性
- 高性能氮化硅 AMB 陶瓷基板及高温焊料引入，改善温度循环的 CTE 失配，陶瓷板的可靠性大幅提升。
- Press-Fit 连接技术
- 集成 NTC 温度传感器

应用优势：

- 低导通电阻
- 低开关损耗
- 提高系统效率，降低系统散热需求
- 提高开关频率，以降低设备体积，提高功率密度
- 高阈值电压，降低误导通风险

应用领域：

- 大功率快速充电桩
- 不间断电源 UPS
- 储能系统 ESS
- 高端工业电焊机
- 高频 DCDC 变换器
- 工业伺服电机

www.basicsemi.com

车载SoC参考设计助力智能座舱普及!

全球知名半导体制造商罗姆与领先的车规芯片企业芯驰科技面向智能座舱联合开发出参考设计“REF66004”。该参考设计主要覆盖芯驰科技的智能座舱 SoC “X9M” 和 “X9E” 产品，其中配备了罗姆的 PMIC、SerDes IC 和 LED 驱动器等产品。另外，还提供基于该参考设计的参考板“REF66004-EVK-00x”，参考板由 Core Board、SerDes Board、Display Board 三部分组成。

该参考设计不仅配备了芯驰科技的

智能座舱用 SoC “X9M” 和 “X9E”、以及罗姆的 SoC 用 PMIC、ADAS 用 PMIC、SerDes IC (显示器用/摄像头用) 和 LVDS 分频器 IC，还搭载了车载显示器用的 LED 驱动 IC 等器件。目前，该参考设计已在罗姆官网上公开发布。利用该参考设计，可提供实现多达 3 个显示屏投影和驱动 4 个摄像头的座舱解决方案。另外，罗姆进一步提供 SoC 用 PMIC，可使用内部存储器 (OTP) 进行任意输出电压设置和时序控制，因此可根据具体的电路需求高效且灵活地供电。

此外，还可根据客户的要求单独提供基于该参考设计的参考板。该参考板利用芯驰科技自有的硬件虚拟化支持功能，支持在单个 SoC 上运行多个 OS (操作系统)。同时，利用硬件安全管理模块，还可将来自 OS 的命令传递给 SoC 和 GPU。此外，通过替换成引脚兼容的芯驰科技其他 SoC，还可以在不更改电路的前提下快速更改规格。

www.semidrive.com

www.rohm.com.cn

OptiMOS™ 6 200 V MOSFET以更高的功率密度和效率树立行业新标准



英飞凌科技股份有限公司推出 OptiMOS™ 6 200 V MOSFET 产品系列，使电机驱动应用取得了飞跃性的进展。这一全新产品组合将为电动摩托车、微型电动汽车和电动叉车等应用提供出色的性能。新

MOSFET 产品的导通损耗和开关性能均有所改善，降低了电磁干扰 (EMI) 和开关损耗，有益于用于服务器、电信、储能系统 (ESS)、音频、太阳能等用途的各种开关应用。此外，凭借宽安全工作区 (SOA) 和业界领先的 RDS(on)，该产品系列非常适合电池管理系统等静态开关应用。全新推出的英飞凌 OptiMOS™ 6 200 V 产品系列为客户提供更高的功率密度、效率和系统可靠性，树立了新的行业标准。

与上一代 OptiMOS™ 3 相比，OptiMOS™ 6 200 V 产品组合具有更

加强大的技术特性，其 RDS(on) 降低了 42%，有助于减少传导损耗和提高输出功率。在二极管性能方面，OptiMOS™ 6 200 V 的软度大幅提升至 OptiMOS™ 3 的三倍多，且 Qrr(typ) 降低了 89%，使开关和 EMI 性能均得到明显改善。该技术还提升了寄生电容线性度 (Coss 和 Crss)，减少了开关期间的振荡并降低了电压过冲。更紧密的 VGS(th) 分布和低跨导特性有助于 MOSFET 并联和电流共享，使温度变得更加均匀且减少了并联 MOSFET 的数量。

www.infineon.com

20V 7A Type-C智能二极管保护开关



日前，集设计、研发、生产和全球销售一体的著名功率半导体、芯片及数字电源产品供应商 Alpha and Omega Semiconductor Limited (AOS) 推出了 AOZ1377DI Type-C 智能保护开关。这

些新型 Type-C 保护开关旨在提高 USB Type-C 效率和安全性，具有限流开关功能，主要针对需要全面保护的应用。AOZ1377DI 支持高达 7A 的电流和高达 20V 的输入电压，使其适用于灌电流和源电流应用，这也是这一器件所具备的独特功能之一。

与市场上应用于此类需要全面保护的背靠背 p 沟道器件相比，AOZ1377DI 可显著降低电压及功率损耗。这些器件非常适合需要支持高达 100W 的多端口 Type-C PD 3.0 电流源的高功率应用，例如高性能笔记本电脑、个人电脑、显示器、扩展坞和其他 Type-C 端口应用中。

AOZ1377DI 具有真正的反向电流阻断 (TRCB) 功能，可防止反向电流从输出端流入到输入端。它还具有内部电流限制和短路电流限制。电流限制阈值可以通过外部电阻器设置。此外，集成的背靠背 MOSFET 提供业界最低的导通电阻和最高的 SOA。内部软启动电路控制来自高容性负载的浪涌电流，外部电容器可以调节转换速率。此外，它还具有丰富的保护功能，包括输入欠压锁定 (UVLO)、输入过压保护 (OV) 和热关断保护 (TSD)。在关断状态下，该器件仅消耗 3uA 的电流。

www.aosmd.com

基于氮化镓器件的逆变器参考设计

宜普电源转换公司 (EPC) 宣布推出 EPC9193，它是使用 EPC2619 eGaN® FET 的三相 BLDC 电机驱动逆变器，具有 14V~65V 的宽输入直流电压范围和两种配置，分别为标准和高电流版本，可实现具有更高性能的电机系统，其续航里程更长、精度更高、扭矩更大，而且同时降低了系统的总成本。

EPC9193 是标准参考设计，在每个开关位置使用单个 FET，可提供高达 30ARMS 的最大输出电流。

EPC9193HC 是高电流参考设计，在每个开关位置使用两个并联 FET，可提供高达 60Apk (42ARMS) 的最大输出电流。

EPC9193 和 EPC9193HC 参考设计均包含支持整个电机驱动逆变器所需的所有关键功能电路，包括栅极驱动器、用于辅助管理电源的稳压辅助电源轨、电压和温度感应、精确电流感应和保护功能。这些电路板的尺寸仅为 130mmx100mm (包括连接器)。

以上的参考设计展示了基于氮化镓器件的电机驱动器的优势，包括降低失真以降低噪声、降低电流纹波以减少磁损耗，以及降低扭矩纹波以提高精度。该微型逆变器可以集成到电机外壳中，从而实现最低的 EMI、最高的功率密度和最轻的重量。

www.epc-co.com

具有更高纹波电流能力的混合聚合物电容器



TDK 株式会社最近推出了 B40910* 系列混合聚合物电容器。该系列元件为贴片式设计，在室温条件下具有非常低的等效串联电阻 (ESR) 值 (分别为 17

mΩ 和 22 mΩ)，因此提供了高达 4.6A (100kHz, +125°C) 纹波电流处理能力。此外，不同于标准型液态电解电容器，新系列元件的 ESR 不会随着温度变化而变化。这些元件尺寸小巧，仅为 10 x 10.2 mm 或 10 x 12.5 mm (直径 x 高度)，额定电压为 63V，电容范围为 82 μF 至 120 μF。

新元件的工作温度范围为 -40°C 至 +145°C，支持回流焊，可满足汽车和工业领域的严苛应用要求。在额定电压和最大纹波电流 IAC,max 的工作条件下，其寿命可超过 4000 小时。

特性和应用

主要应用

- 汽车电子设备
- 工业电子设备

主要特点和优势

- 更高的纹波电流处理能力：高达 4.6 A
 - 超低 ESR 值，且在温度范围内 ESR 波动很小
 - 高工作温度：最高达 +145 °C
 - 长使用寿命：4000 h @ +135 °C
- 表面安装设备，支持回流焊

www.tdk-electronics.tdk.com.cn

面向工业、环境和医疗应用的下一代电化学传感器解决方案



智能电源和智能感知技术的领先企业安森美 (onsemi)，推出先进的微型模拟前端 (AFE)——CEM102，能以超低的电流实现超高精度的电化学传感。CEM102 具备小巧外形和业内超低功耗，工程师采

用它能为工业、环境和医疗保健应用开发小巧的多用途解决方案，如空气和气体检测、食品加工和农业监测，以及连续血糖监测等医疗可穿戴设备。

CEM102 支持打造体积小且超低功耗的解决方案，是依赖电池供电的电化学传感器应用的理想之选。便携式气体检测等工业安全设备，可在工人身处偏远环境或需要移动时提醒他们注意潜在危险。

CEM102 被设计为与 RSL15 Bluetooth®

5.2 微控制器配合使用，RSL15 提供行业功耗最低的蓝牙低功耗技术。作为一个完整的电子解决方案，它使生物传感器和环境传感器能精确测量化学电流，同时以超低系统功耗和宽电源电压范围运行。这两个器件的无缝集成、紧凑的尺寸和业界领先的能效，在缩小设备体积和确保其持久运行方面发挥着至关重要的作用，而这正是电池供电解决方案的关键因素。

www.onsemi.cn

内置旋钮开关、IP67密封的新型面板电位器



日前，威世科技 Vishay Intertechnology, Inc. 宣布，推出两款内置旋钮开关——P16F 和 PA16F，IP67 密封的新型面板电位器。Vishay Sfernice P16F 和 PA16F 电位器介电

强度高达 5000 VAC，+40°C 下额定功率为 1 W，可用来简化工业和音频应用设计并优化成本。

日前发布的器件在一个组件中集成了旋钮和面板电位器，无需采购组装单独的旋钮。此外，只有安装硬件和端子位于面板背面，微型电位器面板背面所需间隙小于 15 mm。

PA16F 采用导电塑料电阻芯，适用于音频应用，P16F 金属陶瓷旋钮电位器适用于工业电机驱动、焊接设备、暖通空

调和照明系统以及控制面板。器件全密封符合 IP67 标准，能够在极端环境条件下可靠工作。

电位器可定制旋钮刻度、阻值、导线和接头，以及棘爪和开关选项。器件还可根据要求提供金属旋钮。P16F 和 PA16F 符合 CECC 41000 或 IEC 60393-1 测试标准。

www.vishay.com

容量更大、速度更快的串行 SRAM 产品线



为满足客户对更大更快的 SRAM 的普遍需求，Microchip Technology (微芯科技公司) 扩展了其旗下串行 SRAM 产品线，容量最高可达 4 Mb，并将串行外设接口 / 串行四通道输入 / 输出接口 (SPI/

SQI™) 的速度提高到 143 MHz。新产品线包括提供 2 Mb 和 4 Mb 两种不同容量的器件，旨在为传统的并行 SRAM 产品提供成本更低的替代方案，并在 SRAM 存储器中包含可选的电池备份切换电路，以便在断电时保留数据。

并行 RAM 需要大型封装和至少 26-35 个单片机 (MCU) I/O 接口，而 Microchip 串行 SRAM 器件采用成本较低的 8 引脚封装，并采用高速 SPI/SQI 通信总线，只需要 4-6 个 MCU I/O 引脚即可

轻松集成。这减少了对更昂贵、高引脚数 MCU 的需求，有助于最大限度地减少整个电路板的尺寸。

2 Mb 和 4 Mb 串行 SRAM 器件解决了串行 SRAM 最常见的缺点——并行比串行存储器快，通过可选的四通道 SPI (每个时钟周期 4 位)，将总线速度提高到 143 MHz，大大缩小了串行和并行解决方案之间的速度差距。

www.microchipdirect.com

新型 SSO10T TSC 顶部冷却封装，为现代汽车应用提供更高效率



英飞凌科技股份有限公司推出采用 OptiMOS™ MOSFET 技术的 SSO10T TSC 封装。该封装采用顶部直接冷却技术，具有出色的热性能，可避免热量传入或经过汽车电子控制单元的印刷电路板 (PCB)。该封装能够实现简单、紧凑的双面 PCB 设计，并更大程度地降低未来

汽车电源设计的冷却要求和系统成本。因此，SSO10T TSC 适用于电动助力转向 (EPS)、电子机械制动 (EMB)、配电、无刷直流驱动器 (BLDC)、安全开关、反向电池和 DCDC 转换器等应用。

SSO10T TSC 的占板面积为 5 x 7 mm²，并且基于已确立的行业标准 SSO8 (5 x 6 mm² 的坚固外壳)。但由于采用了顶部冷却，SSO10 TSC 的性能比标准 SSO8 高出 20% 以上，最高可高出 50% (具体取决于所使用的热界面 (TIM) 材料和 TIM 的厚度)。SSO10T TSC 封装被 JEDEC 列为开放市场产品，能够与开

放市场第二供应商的产品进行广泛兼容。因此，该封装可作为未来顶部冷却标准快速、轻松地推出。

SSO10T 半导体封装能够实现高度紧凑的 PCB 设计，减少系统占用空间。它还通过消除通孔降低了冷却设计的成本，进而减少了整体系统成本和设计工作量。同时，该封装还提供高功率密度和高效率，从而支持面向未来的可持续汽车的发展。

www.infineon.com

适用于电机控制的 Arm® Cortex®-M4 微控制器



东芝电子元件及存储装置株式会社 (“东芝”) 宣布，采用 Cortex®-M4 内核并搭载 FPU 的 TXZ+™ 族高级系列 32 位微控制器的 M4K 组新增 8 款新产品，

闪存容量达 512 KB / 1 MB，同时提供 4 种不同的封装类型。

东芝新推出的 M4K 组产品将现有产品的最大代码闪存容量从 256 KB 扩充至 512 KB / 1 MB (具体容量视产品而定)，RAM 容量也从 24 KB 扩充至 64 KB。在容量提升的同时，其他特性也得以保留，包括运行频率高达 160 MHz 的 Arm® Cortex®-M4 内核、集成代码闪存以及 32 KB 数据闪存并支持 10 万次的编程 / 擦写周期。

此外，上述微控制器还提供多种不同的接口和电机控制选项，包括高级可编程电机驱动器 (A-PMD)、高级 32 位编码器 (A-ENC32)、高级矢量引擎 + (A-VE+) 和三个高速、高分辨率 12 位模 / 数转换器单元。因此，M4K 组产品有助于扩大物联网应用，并为交流电机、直流无刷电机和变频器控制带来高级功能。

www.toshiba-semicon-storage.com

业界首款同级产品中极小DSN1406 2A封装的肖特基整流器



Diodes 公司发布 SDT2U30CP3 (30V/2A)、SDT2U40CP3 (40V/2A) 和 SDT2U60CP3 (60V/2A) 肖特基整流器，在同级产品中实现了业界极高的电流密度，以低正向压降和热阻的特性，

为体积更小且更有效率的便携式、移动和可穿戴设备克服了设计难题。此系列创新的高电流沟槽肖特基整流器采用仅占 0.84mm² 电路板空间的芯片级封装 (CSP)，适用于各种用途，可作为阻流或反极性保护二极管、升压二极管和开关二极管使用。

这三款产品是首次设计使用 X3-DSN1406-2 封装的 2A 沟槽肖特基整流器，成为业界同级产品中体积极小的产品；与类似的 SMB 封装器件相比，这三款产品仅占用 PCB 面积的 3.4%。超薄 CSP 封装的典型尺寸为 0.25mm，也能缩短热路径，增强功率耗散表现，最终降

低热传导物料清单成本并显著提高整体系统可靠性。

本系列产品具备超低正向电压性能 (典型值为 480mV, SDT2U60CP3 则是 580mV)，可将功率损耗降到极低，实现更高效系统设计。与同等级竞品相比，具有更卓越的突崩 (Avalanche) 性能，确保在例如瞬态电压等极端工作条件下的耐用性，提供额外的可靠性。此外，这些器件完全无铅，且符合所有 RoHS 3.0 标准，有助实现环保设计。

www.diodes.com

业内首推自研CPU内核的通用32位RISC-V 微控制器

全球半导体解决方案供应商瑞萨电子近日宣布率先在业内推出基于内部自研 CPU 内核构建的通用 32 位 RISC-V 微控制器 (MCU) ——R9A02G021。尽管多家 MCU 供应商最近加入了投资联盟以推动 RISC-V 产品的开发，但瑞萨已独立设计并测试了一款全新 RISC-V 内核——该内核现已在商用产品中实现应用，并可在全球范围内销售。全新的 R9A02G021 MCU 产品群为嵌入式系统设计人员提供了一条清晰的路径，让他们能够基于开源指令集架构 (ISA) 开发各种功耗敏感及成本敏感型应用。

虽然当今的 RISC-V 解决方案大多针对特定应用，而 R9A02G021 产品群 MCU 则面向多个终端市场而设计，包括物联网、消费电子产品、医疗设备、小家电和工业系统等。与现有通用 MCU 类似，设计人员可以充分利用瑞萨及其广泛工具链合作伙伴网络为 R9A02G021 搭建的全面开发环境，从而使他们能够显著降低成本、节省工程资源，并缩短开发时间。

作为早期采用 RISC-V 的供应商，瑞萨拥有丰富的 RISC-V 特定应用产品，包括 32 位语音控制和电机控制 ASSP 产

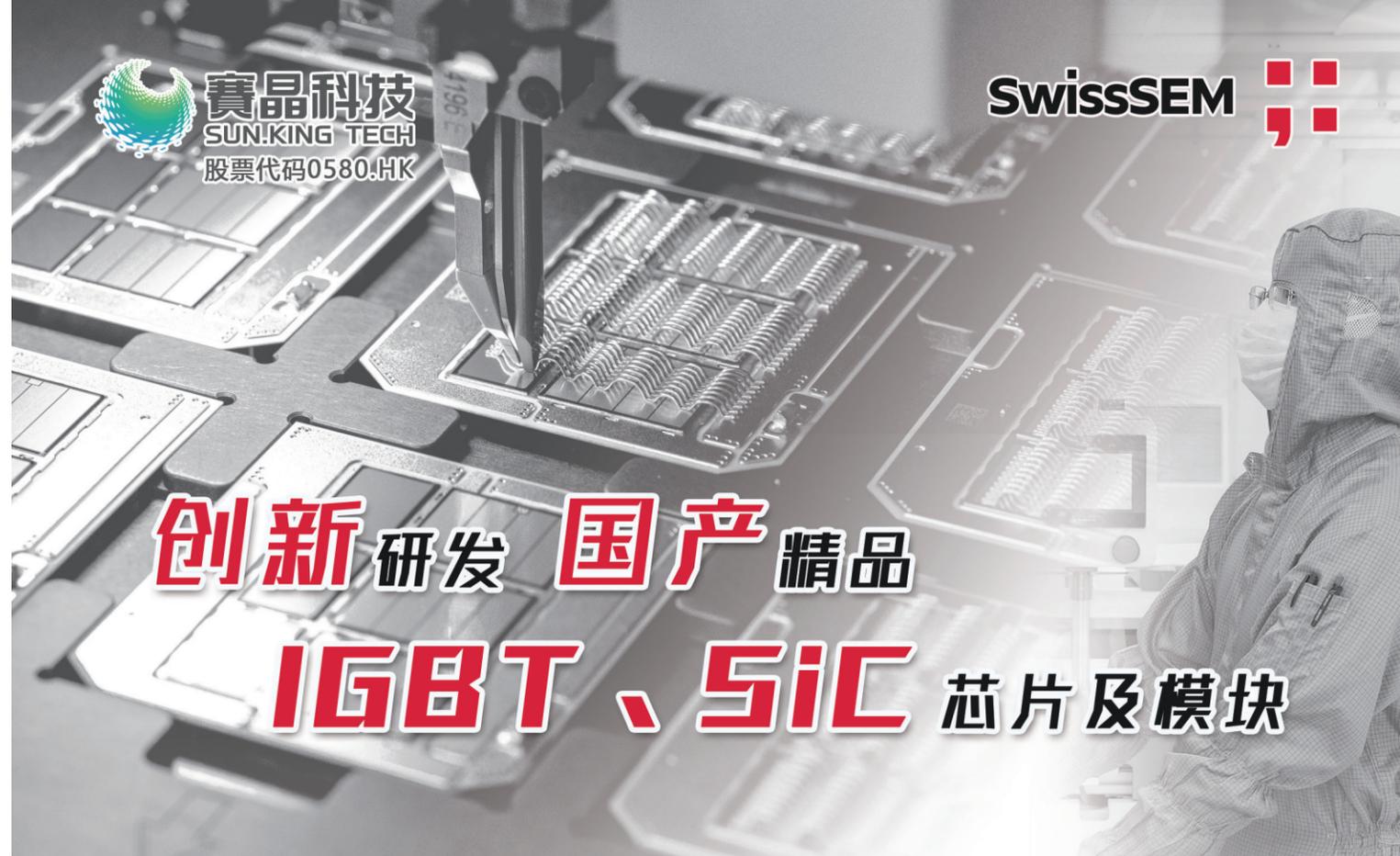


品，以及基于 Andes Technology CPU 内核的 RZ/Five 64 位通用微处理器 (MPU)。R9A02G021 产品群作为基于瑞萨自研 RISC-V 内核的第一代通用 MCU，将在未来几年内陆续推出。

www.renesas.com

广告索引

Digi-Key 得捷电子	封二	SNECH SNECH	21	ed-k ed-k	封面+05	SwissSEM 赛晶亚半导体	封三
SEMIKRON DANFOSS	封底	Hitachi Energy 日立能源	07	PCIM PCIM	11	PwrDriver 落木源电子	目录



赛晶科技
SUNKING TECH
股票代码0580.HK

SwissSEM

创新研发 国产精品 IGBT、SiC 芯片及模块

i20 IGBT芯片	ED封装IGBT模块	ST封装IGBT模块	HEEV封装SiC模块	EVD封装SiC模块
1200V/250A 1700V/200A	1200V/450A、600A、750A 1200V/800A、900A 1700V/450A、600A	1200V/450A、600A、800A 1700V/450A、600A	1200V/ 2mΩ	1200V/ 2mΩ

配套器件

层叠母排 拥有国内最大开口热压机	集成母排 国际先进的自动化生产线与检测线	电力电子电容器 国内主流的电容器供应商之一

赛晶科技集团有限公司
地址：北京顺义区空港工业区B区裕华路空港融慧园9-A
电话：010-56301111
网址：www.sunking-tech.com
赛晶微信公众号

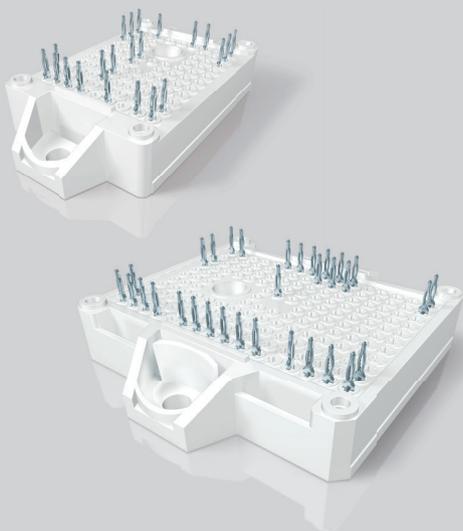
赛晶亚半导体科技(浙江)有限公司
地址：浙江省嘉善县惠民街道晋吉路58号
电话：0573-84819888
网址：www.swiss-sem.com
SwissSEM官网

SEMITOP® E1/E2 超越一般标准



SEMITOP® E1/E2

Up to 200kW



SEMITOP E1和E2提供至芯片级的统一标准工业封装替代方案，以确保供应链安全。SEMITOP E1/E2具有更好的散热性能和低杂散电感模块封装，可集成最新的高性能硅和碳化硅芯片。

关键特性

最新的硅和碳化硅技术

低至4nH的杂散电感设计

高设计灵活性

可根据客户需求定制集成SMD元件（NTC、分流、电容、栅极电阻）

优化的模块设计，实现极低的热阻

同样的输出功率可实现更低的Tj从而提高了效率和取得更长的寿命

