

## 全新的半导体解决方案可应对 高效可靠地产生可再生能源的挑战

### 开发太阳能产品的承诺

全球装机发电量预计将由 2010 年的 5,015 千兆瓦（来源：弗若斯特沙利文公司，见图 1）上升至 2030 年的 7,906 千兆瓦，同期发电量将由 20,834 兆瓦时上升至 32,750 兆瓦时。为了满足电能需求，到 2030 年，装机发电容量必须提升 58%（与 2010 年相比）。

原则上，煤炭等矿物能源能够满足这一需求。然而，排放的 CO<sub>2</sub> 在大气中累积的特性及其对全球变暖的影响，使得人们对这一方式产生了怀疑。能源安全，国家安全，环境安全和经济安全都与清洁能源需求密切相关。供应安全，清洁的可持续能源可以说是 21 世纪人类所面对的最重要的科学和技术挑战。

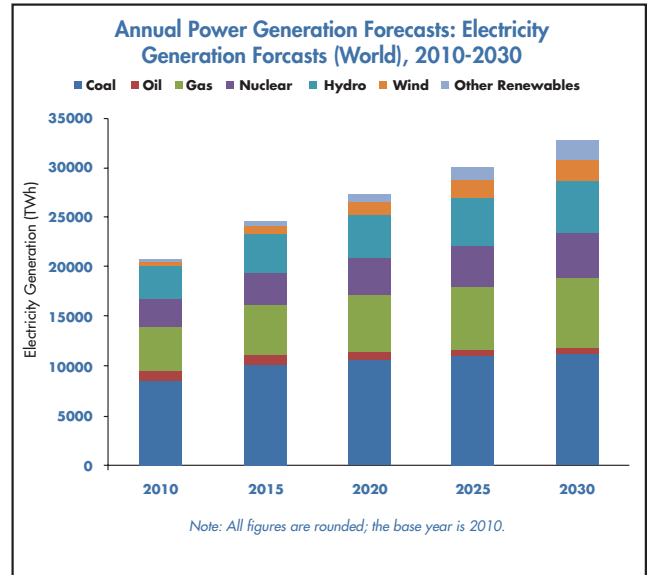


图 1：来源：弗若斯特沙利文公司，2010 年研究报告

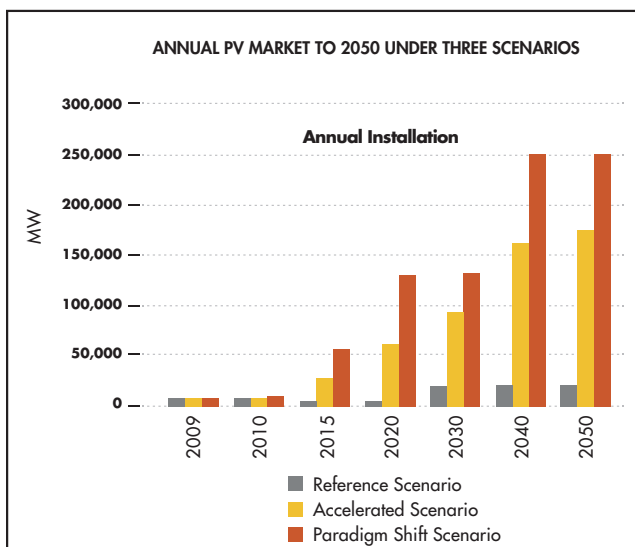


图 2：来源：EPIA 2010

太阳是最大的能量来源，它一个小时提供给地球的能量比人类一年消耗的总量还要高。虽然来源于太阳能中的能源目前仅占全球总能源供应量的很小一部分，但其比例在过去十年一直稳步增长。据欧洲光伏行业协会预测，全球太阳能发电量将由 2010 年的 32 千兆瓦上升至 2030 年的 1,100 千兆瓦（在加速增长的前提下作出该预测，见图 2）。这意味着太阳能发电量将从 2010 年占总发电量的 0.6% 上升至 2030 年占 13%。

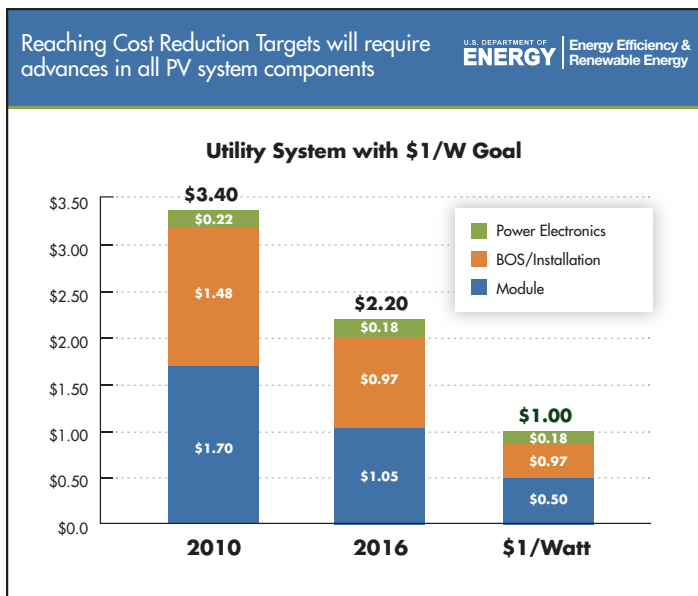


图 3: 来源: 弗若斯特沙利文公司, 2010 年研究报告

## 太阳能发电面临的挑战

全球太阳能发电市场的发展必然面临一定的挑战。它将面临以下挑战: 提高电池效率, 降低系统成本, 安全可靠及地缘政治格局考虑。太阳能发电系统的成本以“美元/瓦”表示。目前实用的太阳能发电系统成本为 3.3 美元/瓦 (来源: DOE)。政府项目——例如太阳计划 (SunShot initiative) ——正在资助研究, 计划将成本降低至 1 美元/瓦, 以期推动市场扩容。该系统成本由几种不同的成分组成, 见图 3。

太阳能电板占系统成本的 50% 以上; 系统平衡 (BOS) 占 43%; 光伏逆变器占 6%。为了达到 1 美元/瓦这一具有挑战性的目标, 就必须对 PV 系统的全部组件作出改进。功率电子器件虽然仅占总成本的一小部分, 但可极大地提升能效, 因此极为重要。

太阳能电板生产商通过采用新的生产工艺并改进太阳能电池转换效率, 在降低成本方面已取得重大进展。随着未来太阳能电板成本的进一步下降, BOS 和光伏逆变器成本将占居系统总成本的主要部分。

需要创新的新型功率电子技术协助光伏逆变器生产商降低成本, 提高效率并增强可靠性。诸如飞兆等半导体公司在技术和生产工艺上长期拥有雄厚的实力, 可帮助客户满足这些需求。

## 家用可再生能源

太阳能发电的一个巨大优势是它可轻松缩小使用范围, 因此发电, 传输和使用均可在“本地”完成。在乡村, 当然可以各自使用风力发电机, 但为住户或房屋提供太阳能可减少风力发电技术的潜在问题 (噪声, 美观), 简化电力传输并支持创建完整合式, 便于管理的微型能源系统。

家用可再生能源选用目前技术可行并且性价比高的系统和产品。PV 模块的直流输出受限于模块输出太阳能的电量, 位置, 大小和效率。半导体元器件方面的改进以及电池技术的发展使得部署图 4 所示全部功能成为可能, 包括能源采集, 转换, 储存和分配。就本文的目的而言, 我们主要关注前两个阶段——能源采集和转换。

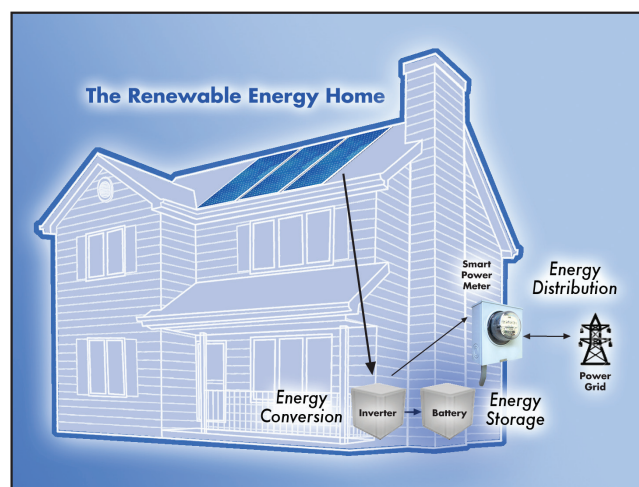


图 4

## 能源采集和转换

虽然太阳能采集和转换系统设计可在单幢住宅，社区和整个地理区域等不同规模下部署，但每个系统的基本转换过程实际上相同：

1. 转换太阳能为电能（直流）
2. 集中各 PV 模块的直流输出
3. 对直流电源进行调节，使其成为高电压直流电源
4. 进行直流-交流转换
5. 接入电网

从元器件角度出发，步骤 2, 3, 4 同时存在挑战和商机，可通过尽可能提升能效和可靠性并极力降低损耗和成本达到增强系统性能的目的。系统这一部分的核心是逆变器，其作用是使直流电源升压并进行直流-交流转换。设计工程师必须针对逆变器拓扑和实现拓扑所用的元器件作出谨慎的选择。实现该功能有两种主要方法：(1) 中央逆变器拓扑，以及 (2) 微型逆变器拓扑。

### 中央逆变器拓扑

在采用中央逆变器的系统中，最大功率跟踪系统 (MPPT) 由中央实现。因此它们常被称为 C-MPPT 系统（或“串”，“传统”系统）。原理上，该逆变器包括一个功率控制单元，可将来自一串太阳能电池的直流输出转换成交流电源（见图 5）。PV 电池的输出通常为 150V 至 1000V<sub>直流</sub>，可产生超过 1kW 的交流功率。

传统架构采用一个升压级，其后连接一个逆变级，并通过多种隔离与非隔离耦合方案实现效率最大化。必须对 IGBT 和二极管仔细选型，以便在开关速度，快速恢复和功率消耗方面获得最优平衡。

中央逆变器中最常使用的三种拓扑及其各自的特性如下：

1. 升压转换器和全桥逆变器
  - 非隔离
  - 效率比隔离逆变器拓扑更高
2. 全桥转换器和全桥逆变器
  - 把 PV 模块与市电隔离开来
  - 效率比单极逆变器更低
3. 升压转换器和三电平逆变器
  - 用于较高的输入电压 (700V 直流电压)
  - 效率比两电平逆变器更高
  - 低成本输出滤波器

中央逆变器架构的潜在缺点是：(1) 它是“中央集中”式，因此更易遭受单点故障的影响；(2) 单独的元器件必须处理更高的功率等级，因此需要选用更耐用（通常更昂贵）的元器件。

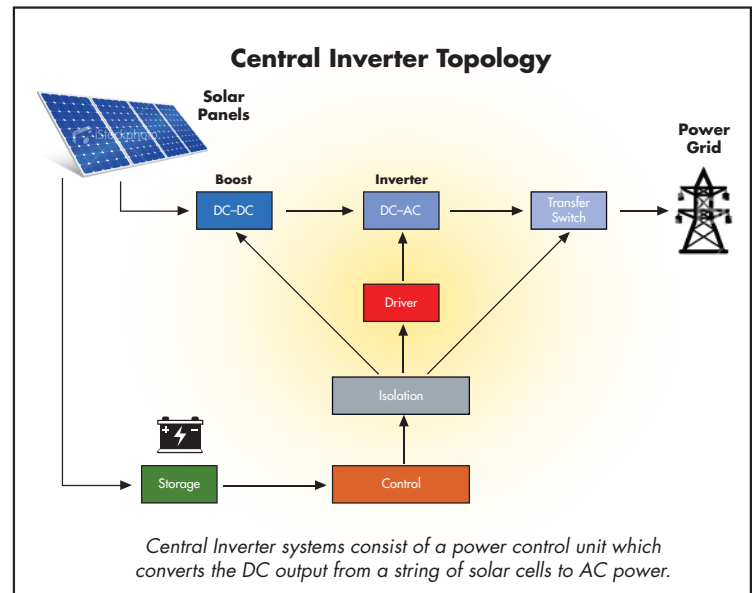


图 5

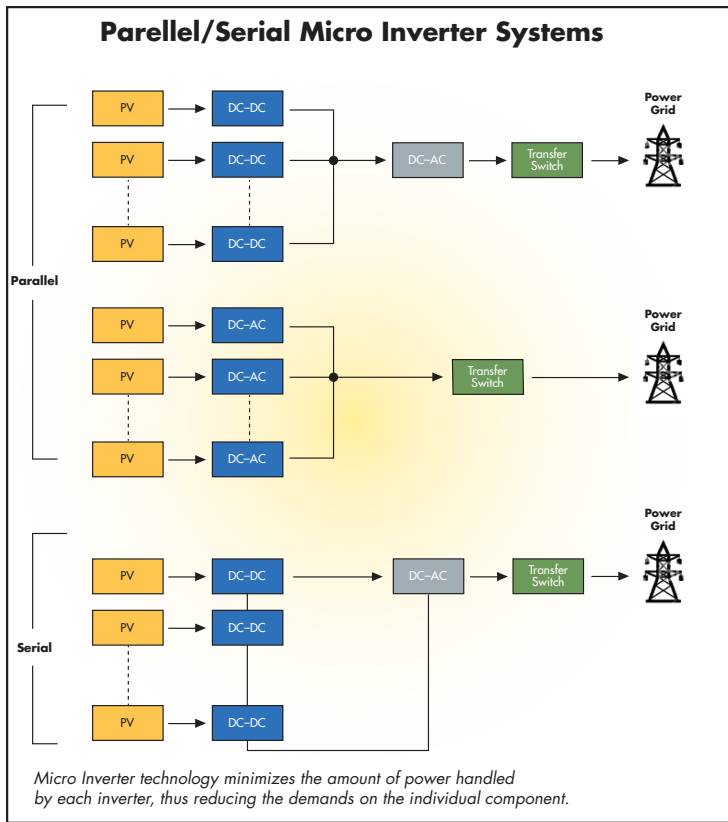


图 6

针对高效能，高性价比和高可靠性部署选择元器件

无论采用何种拓扑，设计工程师都必须仔细选择各种元器件。对性能，成本，可靠性和效率进行必要改进时，需特别注意以下因素及其对整体系统的最终影响：

- 元器件数目
  - 成本
  - 尺寸
  - 总功耗
  - 可靠性
- 散热/热管理
  - 可靠性
  - 尺寸/重量
  - 成本
- 减少损耗与寄生效应
  - 系统性能
  - 总功耗

飞兆半导体承诺开发有助于设计工程师系统部署的元器件，并针对这三个重要方面优化系统。

PV模块推动降低整体系统成本，提高效率。近期碲化镉薄膜技术的进步必将改进 PV 模块的电能输出，同时降低成本。大批量制造技术的引入以及 PV 模块与半导体器件的整合将继续压低电池的成本。

### 微型逆变器拓扑

该逆变器拓扑与中央逆变器架构非常相似，但采用分布式功率调节，即多个逆变器连接至单个 PV 太阳能电板（见图 6）。这种方式可降低每个逆变器处理的功率，因此减少对独立元器件的需求。

该拓扑的突出特性是：

- 仅针每个 PV 模块的输出执行 MPPT
- 单个设备故障不影响整个系统
- 可在整个系统运行时对单个模块进行维护
- 无需直流布线或阻断二极管

为微型逆变器拓扑选择元器件时，需要选用具有中等电压 MOSFET，高开关速度和低  $R_{DS(ON)}$  的器件。微型逆变器具有“并行”处理的能力，但与中央逆变器拓扑权衡对比时，它要求细致分析总系统升级路线，初始和长期成本，可靠性，复杂程度和维护规划。

在元器件方面，生产商也在改进各器件的效率，可靠性和成本。飞兆半导体用于未来采集和转换方案的主要构建模块包括：

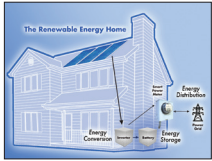
- 诸如飞兆半导体的“场截止”技术等 **IGBT** 具有高电流处理能力，低导通和低开关成本，正温度系数，参数分布紧密和安全运行范围大等特点。
- 飞兆半导体的高压 **MOSFET**，例如 SuperFET®，SuperFET®II 和 SupreMOS® MOSFET 具有多 Epi 处理，低  $R_{DS(ON)}$  和快速开关的特性。
- 中值电压 **MOSFET**，例如飞兆半导体的 PowerTrench® 技术，具有低  $R_{DS(ON)}$ ，低反向恢复电荷特性，集成了反向恢复软体二极管，并且 100% 经过雪崩测试。
- 光隔离栅极驱动器，例如飞兆半导体的 FOD31xx 系列，具有宽工作电压范围，输出电压摆幅接近电轨，高共模瞬变抑制和额定 5kV 隔离电压等特性。
- 高速低端栅极驱动器，例如 20V FAN31xx 和 FAN32xx 系列，集成 1A 至 9A 峰值驱动器，可提供无与伦比的高性能开关和计时，灵活的输入和逻辑，以及封装选项。
- 高压栅极驱动器，例如飞兆半导体的 FAN73xx 系列，具有出色的抗噪性，低功耗，匹配的传播延迟，以及经扩展的容许负  $V_S$  摆幅。
- 旁路和阻断二极管，例如 MBR 系列，FYD0504SA 和 SB1245 肖特基二极管和整流器，可与单个 PV 电池采用旁路配置，使系统输出的电能最大，并用于阻断功能，以避免存储系统的电能损耗。
- 高压碳化硅 [SiC] 器件作为下一代的半导体技术，非常适合太阳能市场应用。飞兆半导体的碳化硅双极晶体管工作时比最好的硅半导体器件的功率密度高 4 倍，且开关和导通损耗低一半。除了可在超过 250C 的温度下工作，其雪崩电压和短路应力耐受性也非常好；此外，该器件针对能源转换系统的成本和效率进行重大改进，具有更高的可靠性。





## 互补型可再生技术

将视野放宽，若要发挥能源采集和转换系统的全部潜能，需要用到其他技术。如图 4 所示，可从家用可再生能源的角度更全面地看待这一问题：



能源存储—逆变器的交流输出可存储在一个家用电池包内，通常它具有 1kW 的容量。这类电池单元的系统要求包括保证安全的高性能，快速充电和较长的电池寿命。飞兆半导体的 600V SuperFET 和 600V SupreMOS MOSFET 非常适合用于这类系统中的双向降压/升压转换器，并且我们的场截止 IGBT 可满足桥式逆变器的需求。



配电—这方面的一个实例是智能电表。该系统监控电能使用率，然后通过有线或无线接口将信息传递给相应工具。通过远程控制用电高峰和非用电高峰时的电器和系统，它还可用来管理电能使用情况。飞兆半导体提供整合 FET 转换器的低功率 AC-DC 解决方案，可用于额定电压高达 650V 的智能电表，其控制器与 ESBC 高压开关耦合后还可用于额定电压高达 1300V 或以上的解决方案。飞兆半导体的低端栅极驱动器系列非常适合用于断电解决方案。

另一个配电实例可能便是停在家用可再生能源车道上的电动车辆。需要使用位于车内或车外充电站的电池充电器，提供经采集，转换和存储后的太阳能电源。以上飞兆半导体的 MOSFET，二极管和 IGBT 均针对这些系统进行了性能优化。



飞兆半导体还提供 MOSFET(SuperFET 或 SuperMOS 600V)，二极管，IGBT，高压栅极驱动器，光隔离栅极驱动器和集成/不集成 MOSFET 的高效率，低待机功率 PWM 控制器。

节能—节省越多，发电越少。高达 10% 的住宅用电浪费在待机功耗上。飞兆半导体提供采用 mWSaver™ 技术的产品，可用于电源适配器，计算机，显示器和其他消费类电子设备，可节省 80% 的待机功耗。此外，我们的 SPM®（智能功率模块）有助于减少白色家电和其他家用电器中电机的能耗。我们的 LED 控制器和元器件有助于居家，办公和其他场所的照明设备实现节能。



正如本文所述，目前业界关注的重点是解决能源采集和转换相关的技术挑战。飞兆半导体等公司正不断开发更先进的产品，提供更高的性能，稳定性和更低的成本，实践提供可再生能源产品的承诺。欲获得更多储能存，配电和节能方面的信息，请访问：[www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)。

欲获得数据手册、应用笔记、样品及其他更多信息，请访问：[www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)

**PRODUCTS**

**APPLICATIONS**

**DESIGN SUPPORT**

**ABOUT FAIRCHILD**

**POWER MANAGEMENT**

**Power Factor Correction**

- Continuous Conduction Mode (CCM) PFC Controllers
- Critical/Boundary Conduction Mode (CrCM/BCM) PFC Controllers
- Interleaved PFC Controllers
- PFC + PWM Combination (Combo) Controllers

**Off-Line and Isolated DC-DC**

- AC-DC Linear Regulators
- Flyback & Forward PWM Controllers
- Flyback & Forward PWM Controllers with Integrated MOSFET
- LLC Resonant & Asymmetric Half Bridge PWM Controllers
- LLC Resonant & Asymmetric Half Bridge PWM Controllers with Integrated MOSFETs
- Primary-Side Regulation CV/CC Controllers
- Primary-Side Regulation CV/CC Controllers with Integrated MOSFET
- Standard PWM Controllers
- Supervisory/Monitor ICs
- Synchronous Rectifier Controllers

**Non-Isolated DC-DC**

- Charge-pump Converters
- DrMOS FET plus Driver Multi-Chip Modules
- Step-down Controllers (External Switch)
- Step-down Regulators, Non-Synchronous (Integrated Switch)
- Step-down Regulators, Synchronous (Integrated Switch)
- Step-up Regulators (Integrated Switch)

**MOSFET and IGBT Gate Drivers**

- 3-Phase Drivers
- Half-Bridge Drivers
- High- & Low-Side Drivers
- High-Side Drivers
- Low-Side Drivers

**Voltage Regulators**

- LDOs
- Positive Voltage Linear Regulators
- Negative Voltage Linear Regulators
- Shunt Regulators
- Voltage Detector
- Voltage Stabilizer
- Voltage to Frequency Converter

**Motion Control**

- BLDC/PMSM Controller
- Motion-SPM™ (Smart Power Modules)
- PFC SPM® (Smart Power Modules)

**Diodes & Rectifiers**

- Bridge Rectifiers
- Circuit Protection & Transient Voltage Suppressors (TVS)
- Diacs
- Rectifiers
- Schottky Diodes & Rectifiers
- Small Signal Diodes
- Zener Diodes

**IGBTs**

- Discrete IGBTs
- Ignition IGBTs

**MOSFETs**

- Discrete MOSFETs
- Level-Shifted Load Switches
- MOSFET/Schottky Combos

**Transistors**

- BJTs
- Darlingtons
- Digital/Bias-Resistor Transistors
- JFETs
- RF Transistors
- Small Signal Transistors

**Advanced Load Switches**

- Advanced Current Limited Load Switches
- Slew Rate Controlled Load Switches

**Battery Management**

- Battery Charger ICs

**Ground Fault Interrupt**

- Ground Fault Interrupt (GFI) Controllers

**Backlight Unit (BLU)**

- CCFL Inverter ICs

**SIGNAL PATH ICs**

**Amplifiers & Comparators**

- Comparators
- Operational Amplifiers

**Audio Amplifiers**

- Audio Subsystems
- Audio Headphone Amplifiers
- Digital Microphone Amplifiers

**Battery Protection ICs**

- Battery Protection ICs

**Interface**

- LVDS
- Serializers/Deserializers (µSerDes™)
- USB Transceivers

**Signal Conditioning**

- Video Filter Drivers
- Video Switch Matrix/Multiplexers

**Signaling, Sensing & Timing**

- Signaling, Sensing & Timing
- Timing

**Switches**

- Accessory Switches
- Analog Switches
- Audio Jack Detection Switches
- Audio Switches
- Bus Switches
- MIPI Switches
- Multimedia Switches
- USB Switches
- Video Switches

**LOGIC**

**Buffers, Drivers, Transceivers**

- Buffers
- Line Drivers
- Transceivers

**Flip Flops, Latches, Registers**

- Counters
- Flip Flops
- Inverters
- Latches
- Registers

**Gates**

- AND Gates
- NAND Gates
- OR Gates
- NOR Gates
- Schmitt Triggers
- Configurable Gates

**Multiplexer / Demultiplexer /**

**Decoders**

- Decoders
- Demultiplexers
- Multiplexers
- Multivibrators

**Voltage Level Translators**

- Voltage Level Translators

**LIGHTING ICs**

- Fluorescent Lamp ICs
- HID ICs
- LED Lighting ICs
- Portable LED Drivers

**OPTOELECTRONICS**

**High Performance Optocouplers**

- Low Voltage, High Performance
- High Speed Logic Gate
- High Performance Transistor
- IGBT/MOSFET Gate Driver
- Specific Function

**Infrared**

- Emitting Diodes
- Photo Sensors
- Photo Sensor – Transistors
- Ambient Light Sensors
- Reflective Sensors
- Optical Interrupt Switches

**Phototransistor Optocouplers**

- Isolated Error Amplifier
- Phototransistor Output - DC Sensing Input
- Phototransistor Output - AC Sensing Input
- Photo Darlington Output

**TRIAC Driver Optocouplers**

- Random Phase TRIAC Driver
- Zero Crossing TRIAC Driver

**AUTOMOTIVE PRODUCTS**

**Automotive Discrete Power**

- Automotive Ignition IGBTs
- Automotive IGBTs
- Automotive N-Channel MOSFETs
- Automotive P-Channel MOSFETs
- Automotive Rectifiers

**Automotive High Voltage Gate Drivers (HVICs)**

- Automotive High Voltage Gate Drivers (HVICs)

**High Side Smart Switches**

- High Side Smart Switches