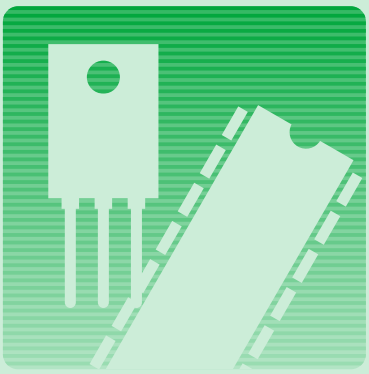
电子元件



半导体
磁盘媒体

展望

半导体

由于全球人口的增加和经济增长，能源需求持续扩大。为了通过抑制 CO_2 排放来应对全球变暖，打造安全、安心的可持续发展社会，电力电子技术因其能够高效利用电能，为节能、创能做贡献，而受到人们越来越多的期待。近年来，除了产业设备和家电产品，在汽车、太阳能发电、风力发电等广泛领域中，作为电力转换元件的关键元件，功率半导体的需求正不断扩大。富士电机将用作功率半导体代表性器件的 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）制作成产品，之后在进行了许多技术革新的同时，实现了满足更高效化、小型化、高可靠性化等市场需求的产品。

最新的第 7 代 IGBT 模块“X 系列”使用了第 7 代芯片技术和封装技术，使 650 ～ 1700 V 耐压的众多产品形成系列化。另外，针对空调和工业用变频器、伺服系统，开发了内置驱动 IC 和保护功能的 X 系列 IPM（Intelligent Power Module）产品系列。除第 7 代芯片和封装技术之外，再加上控制电路技术，与传统产品相比，损耗更低、体积更小、可靠性更高。另外，除传统的 IPM 功能之外，世界首次搭载了能在异常情况下电力转换装置突然停止之前输出警报信号的新预知保全功能。

在 RC-IGBT（逆导通 IGBT）中，将 IGBT 芯片与 FWD（Free Wheeling Diode）芯片进行了一体化，有望进一步提高密度。富士电机开发了结合该 RC-IGBT 技术和使用了第 7 代芯片与封装技术的 X 系列技术的工业用 RC-IGBT 模块，降低了高密度化带来的温升，实现了小型化。此外，富士电机正在进行使用近年来备受瞩目的作为替代 Si（硅）的新一代半导体材料 SiC（碳化硅）的产品开发。

此外，还开发了将低损耗的 SiC-SBD（Schottky Barrier Diode）与用 Si 制造的具有高速开关特性的 IGBT 组合而成的高速混合模块，替代迄今为止一直使用的用 Si 制造的 FWD。同时，还开发了 SiC 沟槽型 MOSFET（metal-oxide-semiconductor field-effect transistor）芯片，将 1200 ～ 3300 V 耐压的 All-SiC 模块进行了系列化。通过这些各种技术革新，使电力转换装置更加高效化、小型化，可靠性更高。

在电装领域，开发了改善高温下压力的输出精度，采用不锈钢隔膜方式的小型封装的第 7 代高压传感器。该产品可确保 150 ℃下的动作和高精度化，能在较大的压力范围内使用，提高了在改善油耗和废气限制严格背景下的环境性能和安全性。

在分立器件产品方面，为满足 PCS 和 UPS 用设备的效率化、小型化要求，重新进行了分立器件 IGBT“XS 系列”1200 V 耐压 40 A 产品的系列化。本产品不但同时降低了导通电压和开关损耗，还支持高速开关。并且，正在进行 1200 V 耐压 75 A 产品和增加了辅助发射极端子的 TO-247-4 封装系列产品的开发。

在 IC 产品方面，为满足电源电路小型化、轻负载时的效率提高和系统成本降低的市场要求，内置了支持小容量滤波电容的输出电压纹波抑制功能和改善轻负载效率的控制功能，开发了可削减部件数量的临界模式 PFC 控制 IC“FA1B00N 系列”和 LLC 电流谐振控制 IC“FA6C00N 系列”。

磁盘媒体

随着大数据分析的到来，全球产生的数据量每年以约 30% 的速度持续急剧增加，从而产生了巨大的数据存储需求。作为支持这一需求的超级数据中心的主要存储设备，近线 HDD 的大容量化持续受到期待。富士电机正式启动了近线储存硬盘用 3.5 英寸磁记录媒体的量产。今后，富士电机将通过磁性层技术和可靠性技术的开发，向市场提供大容量磁记录媒体，为 IT 社会的发展作出贡献。

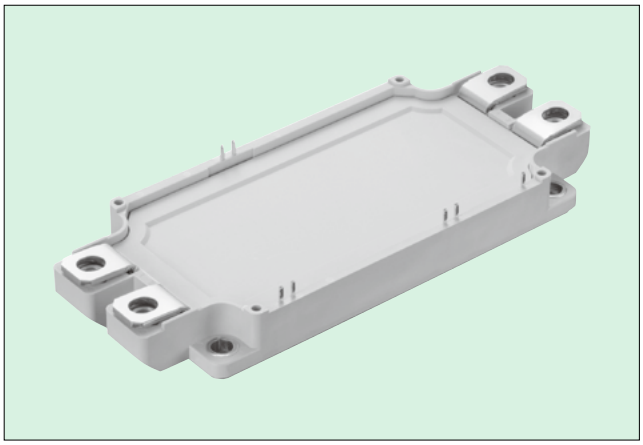
半导体

1 大容量 RC-IGBT 模块“Dual XT”

为满足 IGBT 模块的大容量化和提高可靠性等市场需求，作为搭载了将 IGBT 和 FWD 功能单芯片化的 RC-IGBT（逆导通 IGBT）的额定电压 1200 V 第 7 代“X 系列”工业用 RC-IGBT 模块的系列之一，富士电机新开发并量产了“Dual XT”（1200 V/1000 A）。

与使用同一封装的传统产品第 6 代“V 系列”工业用 IGBT 模块“Dual XT”相比，本产品的最大额定电流从 600 A 增加至 1000 A。另外，还大幅降低了过载、马达锁定、低频动作时结温度的上升。这样，有助于实现电力转换装置输出能力的进一步提高和长寿命化。

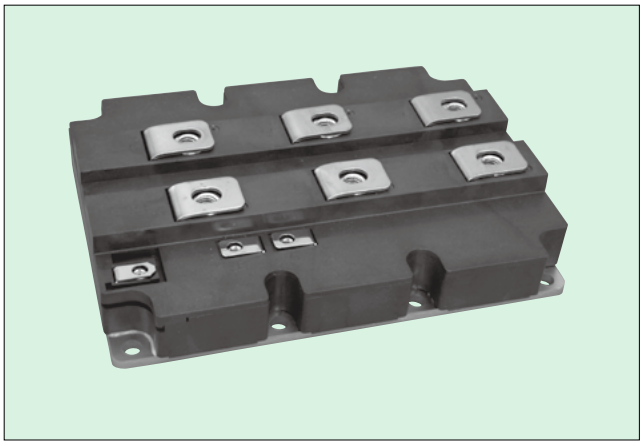
图1 “Dual XT”1200V/1000A



2 3.3kV SiC 混合模块

近年来，随着电力电子装置在各种领域被广泛使用，对装置的高输出及小型化需求也日趋强烈。为满足这些市场的需求，富士电机研发了搭载第 7 代“X 系列”的 Si-IGBT 芯片及第 1 代 SiC-SBD 芯片的 3.3 kV SiC 混合模块。因 X 系列的 IGBT 集电极与发射极间的饱和电压 $V_{CE\ (sat)}$ 较现行 IGBT 改善了 1.2 V，故其稳态损耗大幅降低，外加配置的 SiC-SBD 使其开关损耗也大幅下降。如此，装置的高输出成为可能，另可进行高频动作，即可缩小滤波电路的电抗器及电容器的体积，以达到装置的小型化。

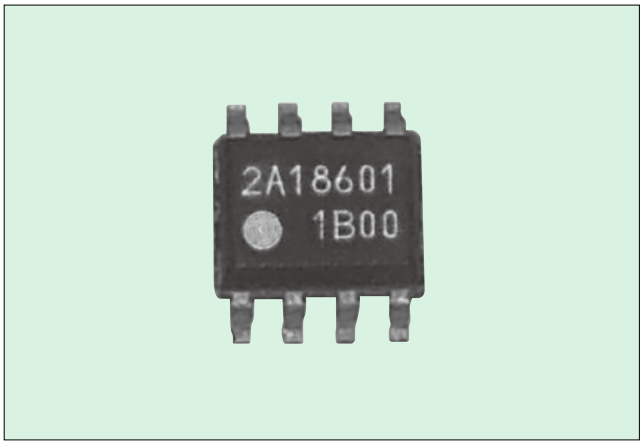
图2 3.3kV SiC 混合模块



3 第 4 代临界模式 PFC 控制 IC“FA1B00 系列”

为满足高次谐波电流限制，输出容量超过 75 W 的开关电源使用功率因数改善（PFC）电路，市场要求低待机电力和小型化。为满足这些需求，富士电机开发了第 4 代临界模式 PFC 控制 IC“FA1B00 系列”。该 IC 新搭载了将输入电流控制成梯形波状的方式。与原来的正弦波相比，输入电流的纹波变小，因此可在满足高次谐波电流限制的同时降低 PFC 电路输出电容器的容量。这样，可从传统的电解电容器替换为体积小的陶瓷电容器等，有助于电源装置的小型化。此外，与传统产品一样，搭载了提高轻负载时效率的底部跳过（Bottom-skip）功能和突发控制功能，因此实现了低待机电力。

图3 “FA1B00 系列”



半导体

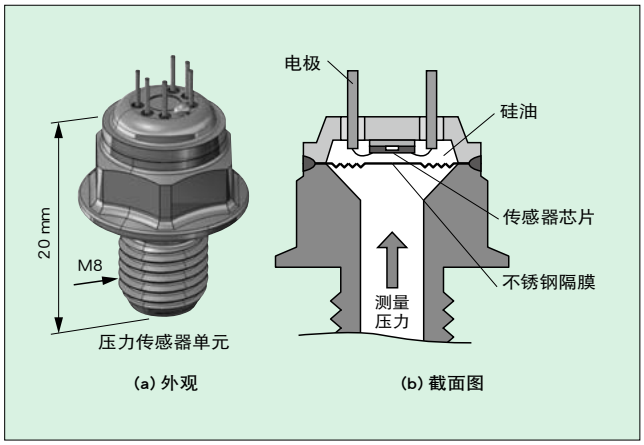
4 第 7 代汽车级高压传感器

富士电机开发了支持汽车严酷使用环境的第 7 代汽车级高压传感器，用于自动变速器液压测量用传感器。该传感器可在最高使用温度为 150℃、测量压力为 6 MPa 的环境下进行高精度工作。为改善高温特性，新开发了采用可降低泄漏电流的双栅极 MOS 晶体管的芯片，搭载在传感器上。而且，采用追加了不锈钢隔离膜片的双层隔膜结构封装，改善了高压时的测量精度和可靠性。此外，对干扰环境的耐性（过渡电压浪涌）满足国际标准 *。今后，将积极推进本传感器的全球市场推广。

* ISO 7637 (2011) Pulse1、2、3a、3b LEVEL—Ⅲ

相关论文：富士电机技术期刊 2020, vol.C12, no.1, p.48

图4　第 7 代汽车级高压传感器

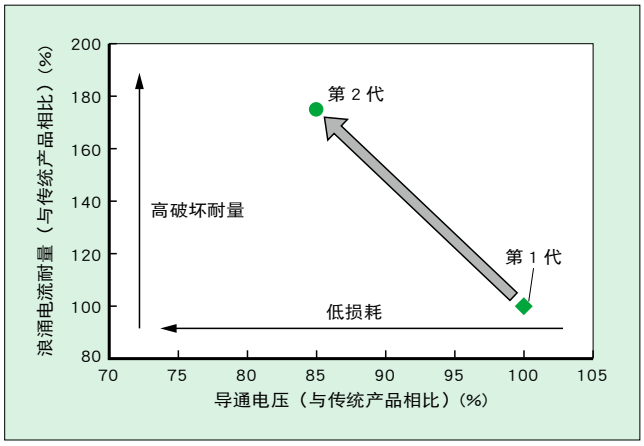


5 第 2 代 SiC-SBD 技术

富士电机正在开发具有低导通电压特性和高浪涌电流耐量的第 2 代 SiC-SBD（Schottky Barrier Diode ）芯片。元件的厚度比第 1 代 SiC-SBD 大幅度变薄，并使用独自的工艺技术优化元件的表面结构。因此，650 V 耐压元件的导通电压降低了 15%，浪涌电流耐量提高了 175%。

今后将继续推进开发，尽快量产搭载额定电压 650 V 和 1200 V 的第 2 代 SiC-SBD 芯片的分立器件产品。

图5　第 2 代 SiC-SBD 的特性改善（与 650V 相比）



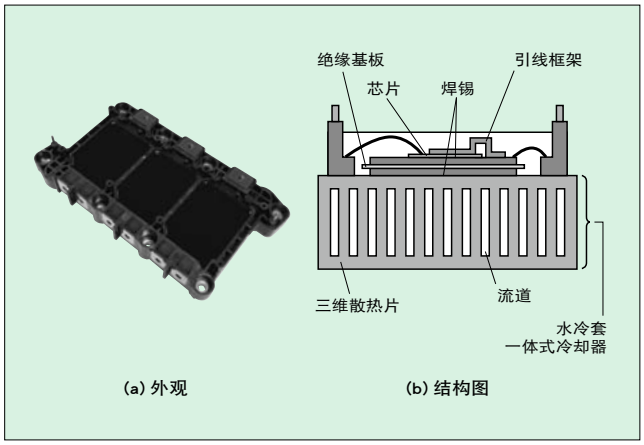
6 xEV 用第 4 代直接水冷封装技术

在汽车行业，混合动力汽车（HEV）和电动汽车（EV）等以电力为动力源、依靠电机行驶的电动车（xEV）的开发和普及正在加速。因此，要求可提高燃料效率的高电力密度化（小型化与轻量化、高输出化）的功率模块。

第 4 代铝直接水冷封装技术，通过将散热片做成三维形状，形成高导热性的流道，提高了散热性能。此外，从半导体元件上的现有铝线的主电路布线，富士电机还开发了使用引线框架进行布线的技术。其结果与第 3 代相比，平均体积电力密度提高了 36%，实现了车载模块的高输出化和小型化。

相关论文：富士电机技术期刊 2020, vol.C12, no.1, p.29

图6　车载直接水冷模块



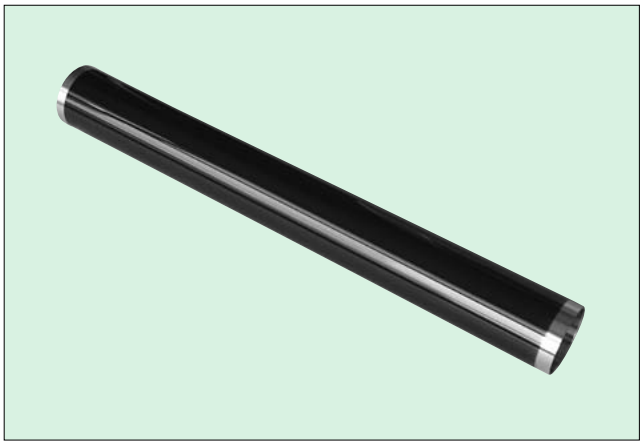
半导体

7 提高带正电型有机感光体的电位稳定性

感光体是确保电子照相打印机和复印机之类电子照相设备的图像质量的主要组件。目前，电子照相设备的制造商正在将开发的重心从低价化的单色机转移到了附加价值高的彩色机。为了使色彩平衡更稳定，彩色机对曝光电位和半色调电位等各种电位的稳定性提出了更高的要求。

在防止电位稳定性下降方面，富士电机面临的主要课题是功能材料氧化引起的老化和功能材料的连续印刷引起的疲劳。通过新开发因臭氧或者 NO_X 暴露而引起的电位波动量少且移动度高的电荷输送材料，这些课题同时得到解决。其结果，与传统产品相比，曝光电位的波动量减少了 80%。

图7　带正电型有机感光体

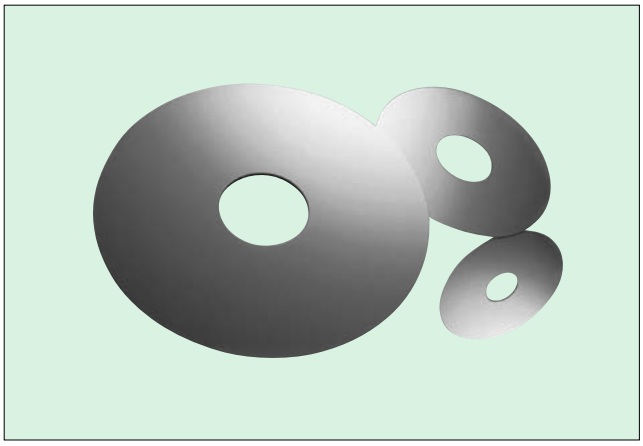


磁盘媒体

1 近线储存硬盘(Nearline HDD)

由于物联网和人工智能对大数据的使用，全球数据存储容量需求持续增长。因此，预计硬盘将继续支持数据中心大部分的记录容量。用于数据中心的近线硬盘驱动器在面记录密度和可靠性方面需要最高水平的技术。富士电机改进了多磁性层结构设计，以实现更好的可写性，更低的晶间耦合和更窄的磁头与磁碟距离。而且，磁碟表面粗糙度的降低和表面的较硬也有助于提高机械耐久性和耐腐蚀性。利用这些新开发的技术，我们成功设计了 1.78 TB/ 盘的密度。同时，也获得了客户的生产允许资格。我们继续提高磁碟面密度，为信息社会的发展做出贡献。

图8　磁性媒体



富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。