基础和前沿技术

基础技术
前沿技术

展望

为创造更多的顾客价值，富士电机倾注全力，力求开发强大的组件及解决方案。同时，对于支撑这些开发的基础技术及前沿技术，富士电机的研发也从未止步。

为了短期内切实实现高耐热性树脂、绝缘材料、催化剂等的目标物性，在基础性材料技术方面，正利用仿真开发出材料设计技术。另外，金相组织变化及腐蚀等劣化的相关仿真技术也正在推进之中。

为了大幅缩短组件开发和设计时间，减少试制次数，使用电力电子设备及断路器等开发出以模型为基础的设计手法，并已开始随时运用。

作为创造顾客价值的解决方案，IoT 技术备受瞩目。富士电机也将“Small，Quick Start & Spiral-Up”作为关键词，以丰富的现场元件和有特点的高级分析技术为武器，不断扩大解决方案。在实现上述目的的基础技术方面，为应对作为现场元件的嵌入式设备的多功能化，富士电机开发出使实时 OS 和通用 OS 等不同 OS 在单一多核 CPU 运行的技术。另外，在分析技术方面，为了尽快执行目标分析，富士电机开发出可适于该分析形式、对数据进行预处理的数据清理技术，并作为 Quick Start 的武器。此外，还以具体解决方案为例开发出大数据的分析解析技术。例如，针对新加入到电力系统改革中的新电力事业从业者而开发出供需管理系统。可运用金融工学制定市场交易和发电计划，并预测电力需求，可大幅缩短业务时间，实现收益最大化。

使用绝缘击穿电压、热导率高于 Si 的 SiC（碳化硅）深入开发出 SiC-MOSFET。为了实现其低导通电阻及高可靠性，富士电机运用了放射线绘图及各种分光分析等最先进的分析解析技术，并且还开发出新的分析解析手法。开发出能够以原子级分辨率对 MOS 界面结构进行评估的手法，并将其用于建立理想的界面设计模型。而且，还大力开发出可导致更低导通电阻的 GaN（氮化镓）元件。

富士电机参与到日本内阁府的战略性创新创造方案（SIP）中，作为使用 SiC 元件的先进装置，正在开发无需变压器便可直接连接到 6.6 kV 电力系统的 MMC 方式无效功率补偿装置（STATCOM）。

为在火力发电成套设备方面与竞争对手拉开距离，富士电机已研究清了目前正逐渐成为主流的将蒸汽温度提高到大约 600 ℃的 USC 汽轮机材料劣化现象的机理，开发出高精度的剩余寿命诊断技术，建立预测劣化的寿命计算公式，并与无损检查组合使用。

为了实现顾客迫切要求的开关装置的小型化轻量化，而将电流切断技术高级化。富士电机确立了消弧压力分析技术及高精度电磁场 – 热流体连成分析技术等，并开发出大幅实现小型化轻量化的依据 IEC 规格的气体绝缘开关装置（GIS）。

作为创造新顾客价值的传感技术，开发出使用重折射傅里叶分光法的高感度分光技术。本技术实现了过去分光器约 100 倍的检测灵敏度，可进行食品及药品的在线异物检查和混凝土的劣化测量等过去无法实现的测量工作。除此之外还正在开发运用 MEMS 技术的具有特点的传感器及运用该传感器的解决方案。

今后，将针对可能增加的数据中心，开发可从 kV 级高压交流电直接供应直流电的多单元方式直接高压输入电路技术。利用本技术可省略受配电设备，与传统电源系统结构相比可将系统整体的效率大约提高 12 个百分点，能够建立创新性低成本高效率的电源系统。

富士电机不断挑战有助于电能热能技术及环境技术创新的前沿技术，在提高为产品开发提供支持的基础技术的同时，不断提供创造可绝对保持优势的顾客价值组件及解决方案。

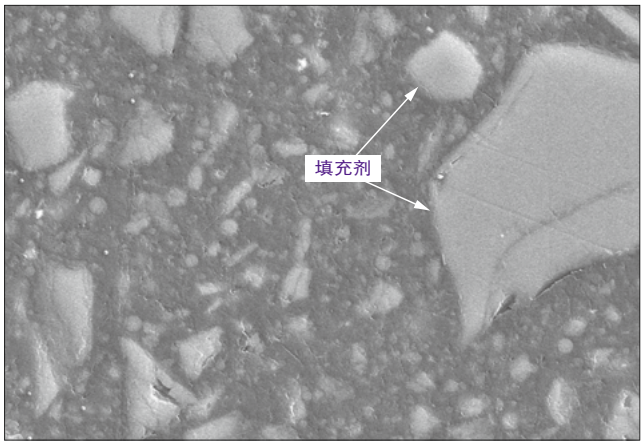
基础技术

1 柜式气体绝缘开关装置(C-GIS) 用绝缘树脂密封技术

为实现柜式气体绝缘开关装置（C-GIS）的小型化，富士电机利用电气绝缘性优秀的环氧树脂进行真空断路器（VCB）结构零件的固封绝缘。

过去的高电压设备用环氧树脂的线膨胀系数较大，直接密封会在环氧树脂上产生裂缝等缺陷，因而很难应用在产品上。为解决此问题，我们调配出强度高但线膨胀系数比过去小的填充剂，进而使用可提高与填充剂粘合性的硬化剂，从而开发出可抑制裂缝产生且兼顾低线膨胀化和高强度化的环氧树脂。今后，富士电机将继续研究如何将其应用于具体产品。

图1　环氧树脂的微观结构

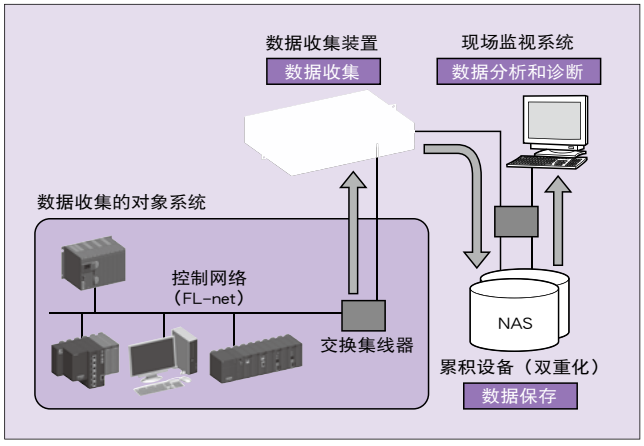


2 产业成套设备用支持遗留设备的数据收集装置

富士电机在产业成套设备用监控系统方面，对长期运行的系统实施了设备扩展及部分更换等。因此，不同代的控制设备及各种网络会同时存在，在设备稳定运行及削减运用成本方面出现瓶颈。

富士电机以监控系统设备保全简易化为目的，开发出可支持各种网络及控制设备等遗留设备的数据收集装置。本装置无需改造控制设备，也无需增设网络，可在不影响现有系统的情况下自由装卸。另外，利用从大量收集数据中选择所需保全信息的过滤功能及汇总多个相关数据的汇总功能，削减数据量，实现长期数据积累和趋势监视。

图2　数据收集装置的连接结构

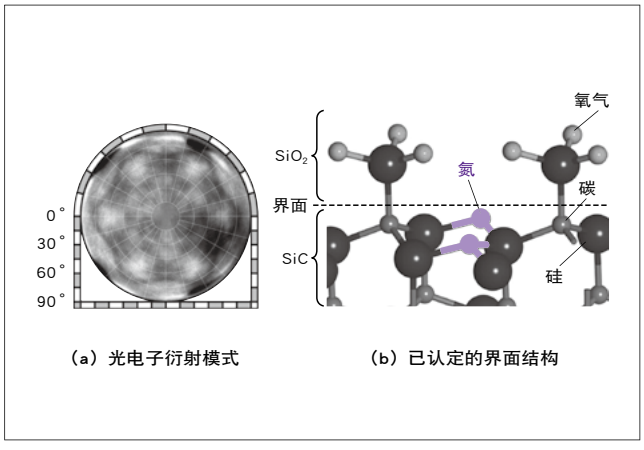


前沿技术

1 利用光电子衍射法的 SiC 分析技术

降低 SiC-MOSFET 的损耗必须实现 MOS 界面（SiO_2/SiC）的最优设计。要进行最优界面设计就必须以原子级了解构成界面的元素排列。富士电机通过使用放射线 X 射线的光电子衍射法，对不同特性的实际元件界面进行评估。根据光电子衍射模式以原子级空间分辨率对原子位置进行分析，从而有助于低损耗化的氮原子排列得以弄清。以该信息为基础建立理想的界面设计模型，并运用用于接近模型的工艺技术，实现了损耗比过去更低的高性能 SiC-MOSFET。本研究的部分内容是与奈良先端科学技术大学院大学共同开展的。

图3　认定为氮的光电子衍射模式的界面结构



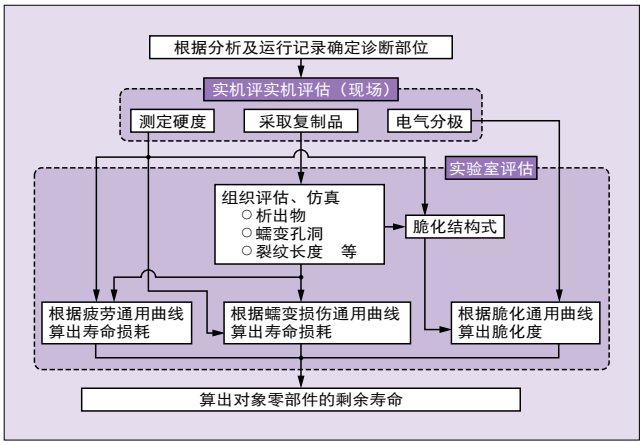
前沿技术

2 USC 汽轮机的剩余寿命诊断技术

火力发电成套设备为实现高效化，将蒸汽温度提高到大约 600℃的 USC（Ultra Super Critical）汽轮机正逐渐成为主流。汽轮机长期使用后，其损坏风险会因材料的经年劣化而不断增高。若要将损坏防患于未然，预测经年劣化的剩余寿命诊断技术不可或缺，但 USC 汽轮机的劣化现象复杂，至今为止还没有精度较好的剩余寿命诊断技术。

富士电机已通过长时间试验及仿真弄清蠕变、脆化等劣化现象的形成机理，导出了可根据材料中析出物的粒径等变化预测劣化现象的寿命计算公式，并开发出采用电气分极法等无损检查法的高精度剩余寿命诊断技术。富士电机将为成套设备的维护管理及稳定发电作出贡献。

图 4　剩余寿命诊断流程

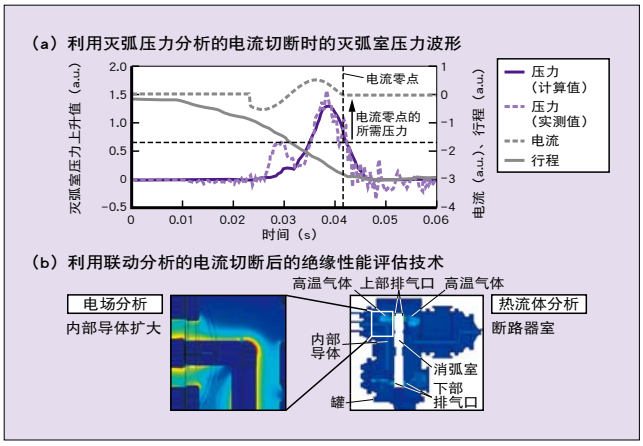


3 气体绝缘开关装置（GIS）的电流切断技术

富士电机依据 IEC 规格开发出气体绝缘开关装置（GIS）。该新型 GIS 的开发过程中，开发出新的电流切断技术，并采用了在灭弧室中可通过降低机构部操作力来实现小型化轻量化的串接热缓冲方式。

本次电流切断技术开发过程中确立了以下技术：考虑到烧嘴烧蚀的灭弧压力分析技术（图(a)），考虑到动触桥移动及高温气体产生的高精度电磁场 – 热流体连成分析技术，利用电流零点电导衰减过程推测的切断性能预测技术，以及将热流体分析和电场分析联动且考虑到高温气体导致绝缘气体密度降低的电流切断后绝缘性能评估技术（图(b)）。将这些电流切断评估技术运用到设计中，在第三方认证试验中合格。

图 5　已确立的电流切断评估技术

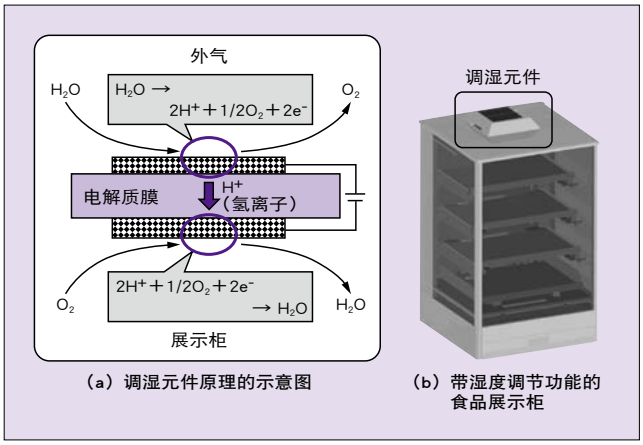


4 带湿度调节功能的食品展示柜

人们对能以保持鲜度和美味的销售食品技术提出更高要求。富士电机发挥所拥有的燃料电池技术，对食品展示柜的湿度进行控制，从而开发出可保持食品鲜度和美味的技术（调湿元件）。如图（a）所示，对调湿元件施加电压，将外气中所含水分分解成 O_2 和 H^+（氢离子）。生成的 H^+ 透过电解质膜向展示柜一侧移动，可生成水（水蒸汽）。生成的水从原理上来说很干净（水蒸汽），能够卫生地对食品展示柜内的湿度进行控制。

富士电机今后将不断推动食品展示柜的产品化，提高产品的耐久性及维护性，保持食品美味。

图 6　调湿元件的原理和带湿度调节功能的食品展示柜



前沿技术

5 可直接输入高压交流的多单元方式电源装置技术

富士电机针对数据中心开发出多单元方式电源装置，其能够直接接受 kV 级的高压交流，而不需要中间变压设备。其主要特点如下：

⑴ 高压高频转换电路

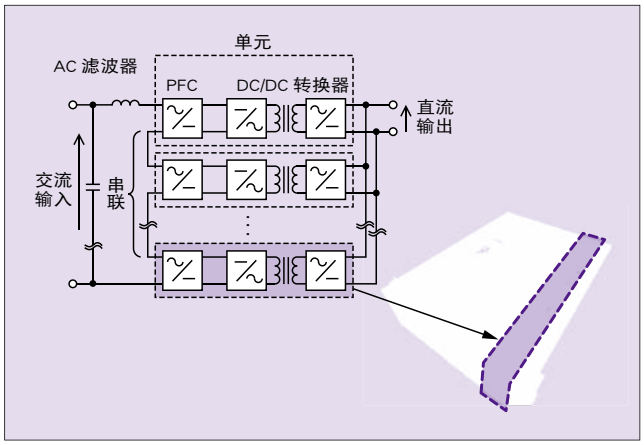
通过由低耐压开关元件构成的转换电路（单元）的串联连接结构（多单元方式）实现了高频动作。

⑵ 小型化

通过利用多单元方式的多水平动作和 70 kHz 高频开关使 LC 滤波器及变压器小型化，实现了即便是高耐压仍能安装到架子上的尺寸。

试制机效率额定输出时为 96.0%，与过去的系统结构相比，系统整体大约提高了 12 个百分点。

图7　多单元方式电源装置的电路结构和外观

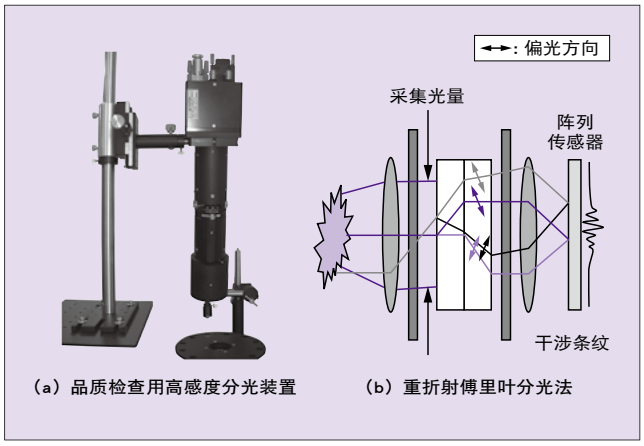


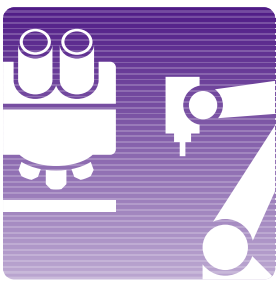
6 实现非接触非侵入检查的高感度分光技术

富士电机开发出以非接触非侵入方式实现药品及食品等制造生产线实时检查的高感度分光技术。本技术使用了重折射傅里叶分光法。本方法采用没有缝隙的结构，可将光线完全集中，用微弱光线也能高效地进行分光测量。与过去使用缝隙的分散型分光器相比，检测灵敏度大约为 100 倍。利用本技术可在线实时进行过去离线抽样开展的异物检查。

富士电机发挥这些特点不仅可将产品用于药品及食品的品质检查，还计划将产品用于混凝土结构物的劣化测量及生物的非侵入测量等。

图8　试制的高感度分光装置和重折射傅里叶分光法





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。