现状与展望

可为保护环境和提高生产性做贡献的工业解决方案的现状与展望

Industrial Solutions Contributing to Environmental Protection and Productivity Improvement:Current Status and Future Outlook

友高　正嗣　TOMOTAKA, Masatsugu　　铁谷　裕司　TETSUTANI, Hiroshi　　松本　康　MATSUMOTO, Yasushi

1　引言

随着人们生活变得舒适便捷，自然灾害受地球温室化影响不断增加，经济快速发展导致大气污染加剧，能源供求形势窘迫，整个地球面临着严峻的考验。

另一方面，国家和地区层面运用 AI、IoT（Internet of Things）、EV（Electric Vehicle：电动车）等近年来受到人们热议的技术，以进一步提高生活质量，提高生产性，达成经济发展目标，不断加快推动这些成长战略。

富士电机以能源和环境技术为核心，通过“电力电子系统”“发电”“电子元件”“食品流通”四大事业，为实现安全安心、可持续发展的社会做出贡献。本文将以电力电子技术为核心的、可为保护环境和提高生产性做贡献的工业解决方案为议题，对工业解决方案的现状与展望进行介绍。

2　工厂自动化领域

日本及海外各国都在针对可提高生产性的制造设备和装置积极开展投资。工厂自动化技术不断进步，通过运用多样化的产品和系统，制造行业变得更具活力。这些行业过去在技术先进的发达国家发展显著，而近年来与东南亚、印度、中国等地区的技术差距快速缩小，全球都开始要求采用高端技术。

2.1　驱动领域

在以变频器(*1)、旋转设备作为主力商品的驱动领域，通过提高通用设备的功能和性能来支持多样化的用途，并针对提升机、电梯、空调等主要用途准备专用设备，进行细致的应对。而且，可实现进一步低损耗和高精度控制的 SiC(*2) 器件的实用化进程加快，实装该器件的变频器技术逐渐得到确立，并有望进一步扩大用途（参照 67 页“可在严酷环境下设置的耐环境变频器‘FRENIC-eFIT’”）。

富士电机拥有“电子元件事业”，其优势在于将器件部门和驱动部门的技术相互结合，可开发出更低损耗、小型化、高性能的驱动产品（**图 1**）。

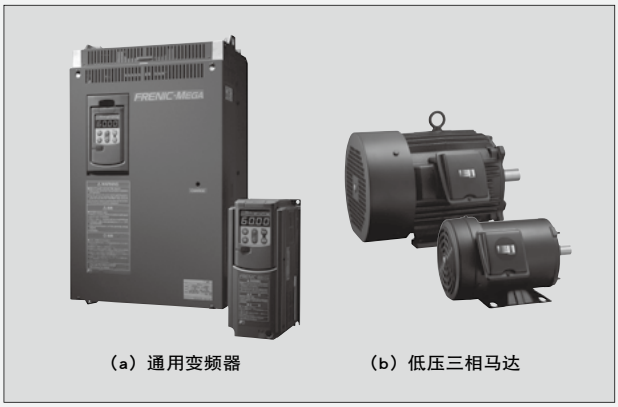

图 1　通用变频器与低压三相马达

2.2　动作控制系统领域

在以伺服、控制器、HMI 终端作为商品的动作控制系统领域，智能手机等 IT 设备和 EV 持续普及，应对增产的工厂及生产设备的自动化、半导体制造装置、机床等的需求增加（**图 2**）。

富士电机将拥有行业最顶级控制性能的动作控制系统

图 2　伺服系统“ALPHA7”与动作控制器“SPH3000D”

(*1) 变频器

通过对三相交流马达自由改变电源频率来控制马达转速的驱动装置。

(*2) SiC

硅（Si）与碳（C）的化合物。拥有 3C、4H、6H 等多种结晶结构，依结构具有 2.2 ～ 3.3 eV 禁带，作为宽禁带半导体为人们所熟知。作为绝缘破坏电压及热传导率较高的功率器件拥有优秀的物理特性，可实现器件的高耐压、低损耗和高温运行。

推广到各行业。其中，在组装加工领域，为了实现发生异常时不停止运转的设备，而提供了数据收集系统。这是从生产的一个周期所有相关数据中无遗漏地收集设备异常信息及不良主要因素的系统，通过将解析技术和诊断技术组合来进一步提高生产性和安全性，不断为削减损失成本做出贡献（参照 62 页“利用 IoT 技术和动作控制技术的 FA 解决方案”）。

3 工艺自动化领域

在工艺自动化方面，富士电机以驱动控制技术、测量控制技术及熔解炉和加热装置等工业电热技术为核心，推广可实现生产设备稳定运行且削减能源原单位的设备和系统。

3.1 驱动控制领域

在驱动控制领域，向钢铁和有色金属以及一般产业供应了高速驱动控制系统和系统设备。

在高速驱动控制系统，向有望成为汽车及家电生产集中地的印度尼西亚炼铁公司供应了轧钢设备用电气产品和驱动控制系统。在从研究基本计划到供货的全部工序中开展确保生产设备稳定运行的工程设计，并将其反映在控制系统中，例如，通过扩大控制软件包的适用范围来提高品质，通过采用海外合作伙伴产品来扩大当地服务范围，提供按时间轴或产品轴对生产设备情况进行收集和解析的系统，以及强化提高发生故障时反应性的当地窗口等。高速驱动控制系统的系统结构如**图 3** 所示（参照 79 页“最新的海外棒钢型钢轧钢设备用电气产品及驱动控制系统”）。

在系统设备方面，将产业用大中容量变频器的新机型“FRENIC4400VM6”和“FRENIC4800VM6”产品化，向日本国内钢铁和有色金属制造商供应的

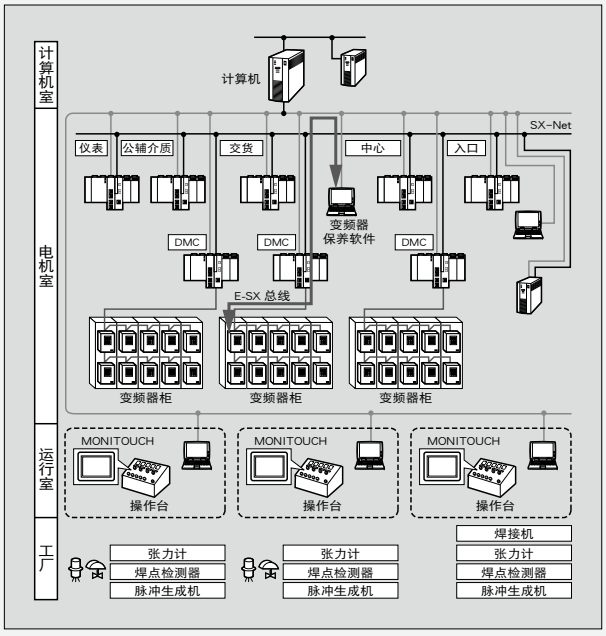

图 3 高速驱动控制系统的系统结构

图 4 大中容量驱动系统“FRENIC4800VM6”

“FRENIC4800VM6”的外观如**图 4** 所示。不仅增加了输出频率，提高了增加及改良控制功能等基本性能，还通过扩充用户支援功能提高了使用方便性（参照 71 页“满足用户多种需求的水冷式高压大容量变频器‘FRENIC4800VM6’”）。

3.2 测量控制领域

在测量控制领域，向化学、食品、垃圾处理和水泥等工艺自动化领域推展以高端控制技术为核心，运用成套设备工程设计的关键技术。

⑴ 化学行业

化学行业因海外大型企业重组、原材料价格居高不下等因素，各公司之间的竞争变得愈发激烈，如何低成本高效率地生产高附加值产品是一个重要课题。在这种背景下，要求对生产的能源原单位和原料等进行优化，构建出融合各种技术的智能化新机制。

除了传统的控制技术外，富士电机还提出节能、预测设备异常的相关建议。今后，计划扩充成套设备模拟器等操作支援功能。

⑵ 食品行业

食品行业与其他产业相比是一个消费稳定的市场。但是，由于原料价格上升、通货紧缩等因素使得提升收益很困难。而且，人口减少、个人需求多样化，这就需进一步满足多品种少量生产的要求。生产现场受老龄化的影响，熟练工逐渐退休，存在技术传承的问题。在应对这类多品种少量生产和技术传承问题的同时，还要求针对复杂成套设备的运用问题采取对策。

富士电机过去提供了可灵活应对新产品及产品改良的功能。今后，将就有助于提高生产性的信息类系统提出建议，并逐渐扩充可为现场关键技术的集约和运用提供支援的功能（参照 75 页“可为技术传承与提高生产力做出贡献的成套设备运行支援系统”）。

⑶ 垃圾处理行业

垃圾处理行业从形成和推动循环型社会的观点出发，要求引进削减 CO_2 及回收能源的热回收设施和先进设备。为了有计划地处理垃圾，向垃圾处理工厂外部持续供应蒸汽和电，设施的稳定高效运行变得不可或缺。过去是由各

工厂独自开展运行和维护管理，但今后构建 IoT 环境，通过统一收集和管理来执行最佳监视、解析和运用将成为当务之急。

为应对这种情况，富士电机提供电气、仪表和计算机的整合系统，且为了实现操作稳定化，建立了方便收集数据的系统。今后，计划提供一种可进行综合支援的系统，通过对所收集的大量数据进行解析，来抑制异常发生，并在发生异常时尽快复原。

⑷ 水泥行业

水泥行业为了对循环型社会做出贡献，有效利用废弃物、副产物等措施得以加强。而且不仅限于控制，还要求通过设备运行管理及预测设备异常等手段来进行预防保全，并缩短故障时间。

富士电机过去向水泥成套设备提供过原料调配控制系统和炉窑控制系统。最近，使用通信线路，由总公司部门对制造数据和品质数据等进行统一管理的情况逐渐增多。富士电机提出了可用于运行支援的成套设备的最佳运用方案，例如对这些数据进行远程监视，预测设备劣化和异常征兆等。

3.3 工业电热领域

工业电热领域中拥有节能性和环境改良性的电加热需求呈上升趋势。富士电机正努力扩大适合环保和提高生产性的加热方式即感应加热的用途。其特点包括可支持被加热物的直接发热、急速加热、高温加热、局部加热和均温加热，容易加热到设定温度，使用清洁电能等，富士电机正计划使用电磁场解析和热解析技术对装置进行改良。

型材产业领域使用多种多样的工业炉，燃烧炉所占比例较大。今后，为了削减 CO_2 而将逐渐把使用化石燃料的燃烧炉转换成电加热，感应加热技术备受期待。

在铸造锻造等钢铁工艺中，推动熔解炉和加热炉的节能是削减成本及合理化的关键所在，而且还有助于地球温室化对策。

富士电机为推进这些工作而采取各种措施。

感应加热的频带范围较宽，可以从 50/60 Hz 的商用频率到 1 MHz 的高频区域。通过运用电力电子技术来逐渐实现这些电源。以可控硅(*3)变频器为主流的感应炉用电源中，在行业中率先利用使用 IGBT(*4)（Insulated Gate Bipolar Transistor）的变频器实现了高效率化。高频坩埚型感应炉的外观如**图 5** 所示。

4 环境及社会解决方案领域

在环境及社会解决方案领域，富士电机以自己所持有的基础技术为核心创造出为社会各种环境领域做出贡献的产品群来作为具有独创性的组件。目前，将这些组件系统化，提供给社会基础设施及产业基础设施等。今后，将应用 IoT，通过构建数据库添加自诊断功能来不断扩大事业，在更广泛领域进行环境监视、设备保全和异常预知等。

综上所述，在环境及社会解决方案领域中提供富士电机的环境测量解决方案和环境监视解决方案，不断为社会基础设施及产业基础设施做出贡献。

4.1 船舶领域

船舶领域实施废气管制，这就要求加快采取措施以保护环境。富士电机为了满足 2020 年开始施行的全球管制的要求，而供应世界最小的“SO_X 洗涤器”和废气净化系统（EGCS：Exhaust Gas Cleaning System）(**图 6**)。这些产品布置紧凑，方便安装在船内，不仅适用于新造船舶，还适用于现有船舶和航行船舶的改造（翻新），以日本等亚洲地区、欧洲地区为中心，不断为改善环境做出贡献（参照 83 页“世界最小的船舶用旋风式 SO_X 洗涤器”）。

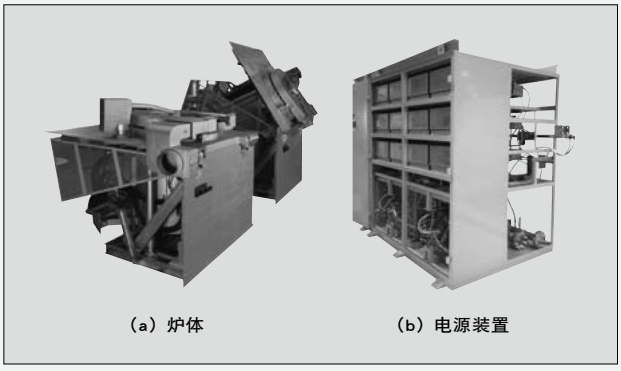

图 5 高频坩埚型感应炉

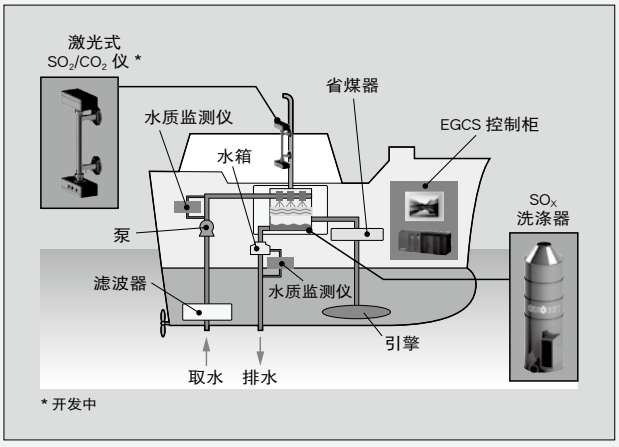

图 6 SO_X 洗涤器与废气净化系统

(*3) 可控硅

在转换电压或频率电路中使用的一种开关用半导体元件，由 pnpn 的四层结构组成。拥有过电流耐受能力大的特点，但是保持非导通状态需要大电流，存在损耗较大的缺点。

(*4) IGBT

Insulated Gate Bipolar Transistor 的缩写。门极部结构与 MOSFET 相同，是拥有由氧化物绝缘膜进行绝缘的门极部的电压控制型元件。可发挥 MOSFET 和双极型晶体管的长处。由于是双极型动作，可以使用传导度调制，因此应用到变频器上时能够兼顾足够的开关速度和高耐压低导通电阻。

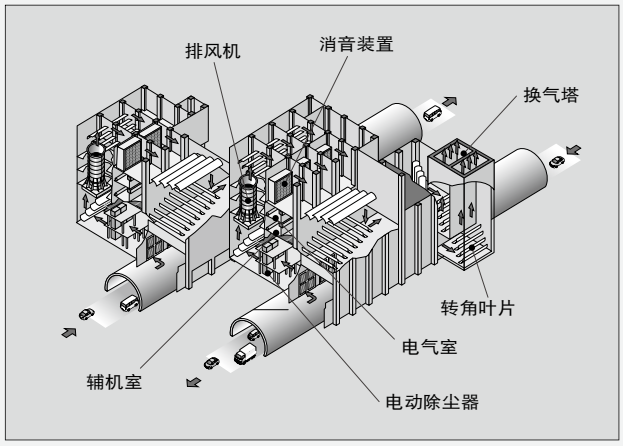

图 7　富士电机的隧道通风系统

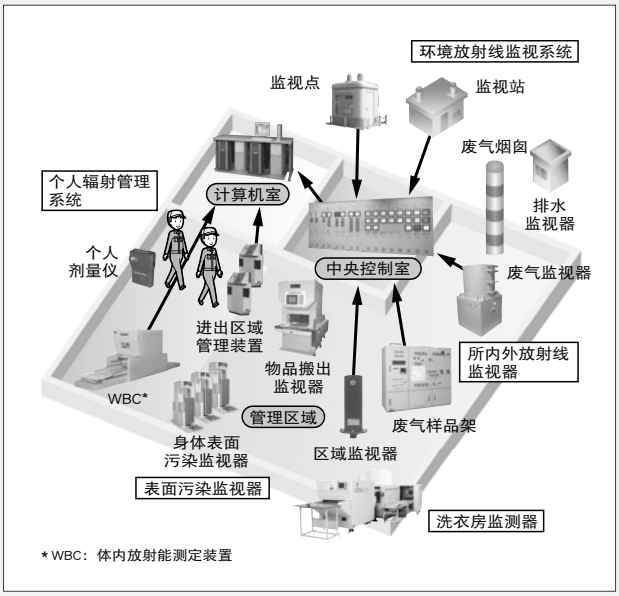

图 8　富士电机的放射线管理系统

4．2　道路基础设施领域

在道路基础设施领域，除了**图 7** 所示的隧道通风系统外，富士电机还提供了高速公路用车辆检测器、道路远方监视控制系统等解决方案系统。其中，隧道用电动除尘器、喷气鼓风机等隧道通风系统可改善隧道周围的大气环境，在日本全国的道路隧道中发挥作用。富士电机的电动除尘器采用交流电动除尘方式，使用的放电板采取了相应措施，放电线不易断线，可对大于纳米级的颗粒进行高效率的除尘。这样便可防止除尘器下游墙面污染，有助于改善道路环境。

4．3　放射线设备及系统领域

富士电机针对放射线设备及系统领域，在核能相关设施内部、管理地区及其周边地区引进了可为放射线剂量和放射能相关环境监视活动做出贡献的放射线管理系统。富士电机身为日本的放射线测量设备和系统制造商拥有最悠久的历史和丰富的实绩。这些产品和系统在核能设施、研究所、医院、大学等广泛领域得到采用。放射线管理系统如**图 8** 所示。代表示例包括：对放射线管理区域内劳动人员的外部辐射和内部辐射进行测定及管理的个人辐射管理系统；对发电站占地内外的空间 γ 射线剂量率及粉尘浓度进行测定和监视的环境放射线监视系统；以及电力公司、医院及大学专用的放射线设备、放射线管理系统、探测仪等。富士电机充分运用地震灾后重建及振兴活动中积累的环境测定经验，新开发出利用 IoT 环境监视器的环境监视服务，还率先于其他公司开发出在闪烁器(*5)材料中采用碘化锶的高分辨率小型轻量光谱探测仪、连续监视悬浮尘埃中放射能浓度的大气监视器、地震灾后重建相关设施焚烧设施用废气放射性物质浓度监视装置、土壤浓度辨别装置等。放射线设备系统为了通过放射线管理向人与环境提供安全，而正确实时地测量各种放射线（参照 88 页“可为保护环境做出贡献的放射线管理解决方案”）。

4．4　运输解决方案领域

在世界范围城市化进程加快的环境下，城市人口比率预计将从 1950 年的 30% 增长到 2050 年的 66%(1)。在发展中国家，城市会因交通过度集中而导致堵塞频发，废气中产生的 CO_2、NO_X 等会导致环境破坏加剧。

铁路作为在人流、物流及抑制大气污染方面可保护环境的交通工具而受到瞩目。对单位运输量（人·km）的能源消耗量(2)进行比较后，发现铁路大约是私家车的 1/6，飞机的 1/4。

富士电机是日本国内唯一一家可综合供应使铁路车辆行驶的驱动系统、向车辆稳定供电的辅助电源装置、为旅客安全安心提供支持的车门系统制造商，为环保铁路系统每日的安全、稳定运输、舒适运行做出巨大贡献。

富士电机的铁路车辆用装置在安全、稳定运输、舒适运行所不可或缺的可靠性上得到铁路从业人员的一致好评，为保持和提高社会生活便捷性及品质做出了贡献。而且，从赤道下的高温多湿地区、沙漠地区到亚海带地区的各种环境下拥有大量实绩。

(1)　驱动系统

高速车辆用驱动系统作为使铁路车辆行驶的重要装置，包括：对主要由电车线供应的高压电源进行降压的主变压器；根据速度及驾驶指令将降压后的电源转换成适当交流电源的主转换装置；以及利用转换后的交流电源产生驱动力的主电动机。

(*5) 闪烁器

闪烁器（scintillator）是具有被放射线激发后可产生荧光特性的物质，可作为检测放射线的元件使用。闪烁检测器将闪烁器与光电倍增管等光检测器结合，将放射线产生的荧光转换成电信号，并作为电流脉冲提取。代表性的闪烁器有 NaI（Tl）闪烁器和 CsI（Tl）闪烁器。

富士电机与 JR 东海（东海旅客铁道株式会社）联合开发出新干线用主转换装置。所开发出的主转换装置上采用了使用 SiC（碳化硅）的功率半导体模块（**图 9**）。与传统 Si-IGBT 功率半导体模块相比，将动力装置缩小了约 20%，重量降低了约 8%。**图 10** 是主转换装置的外观。实现小型化轻量化的主转换装置有助于降低车辆的重量，降低了从制造到报废的生命周期内的环境负担。而且，实现轻量化并采用 SiC 器件后使可回生（刹车时的发电）的电力增大，从而减少了车辆行驶所需的能源，为环境保护做出了贡献。2015 年利用现车试验开始评估，历经大约 2 年顺利地得出良好的评估结果。在高速铁路用驱动系统上采用 SiC 模块开展行驶试验在世界尚属首次。

目前，以评估试验结果为基础，针对**图 11** 所示的新时代新干线车辆的量产先行车辆，正在开发主变压器、主转换装置和主电动机。2018 年计划使用量产先行车辆开展现车试验，面向实用化进行最终确认。今后，将针对营业运行推动产品化。

⑵ 辅助电源装置

辅助电源装置为确保铁路车辆的安全、稳定运输、舒适运行，而向各种控制设备和制动器使用的电动空压机供电。而且，为了确保舒适的车内空间，还向旅客用信息提供装置和空调装置供电。

富士电机主要拥有都市圈运输用直流电车用大容量辅助电源装置，可进一步提高可靠性的待机双重化装置，新交通系统等小型车辆用高频链接式装置，除此之外还拥有可支持交流电车及气动车用装置等用途广泛的产品。

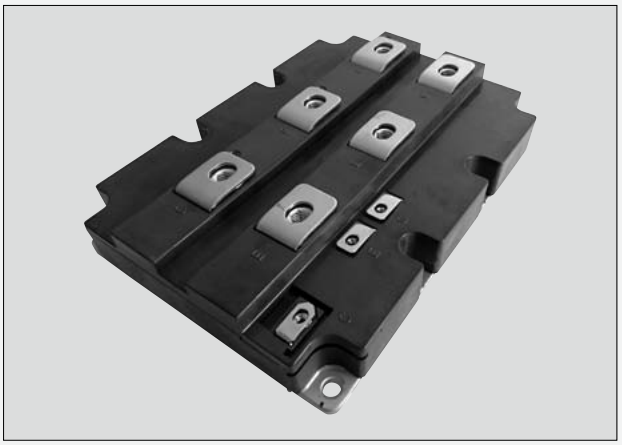

图 9　SiC 功率半导体模块

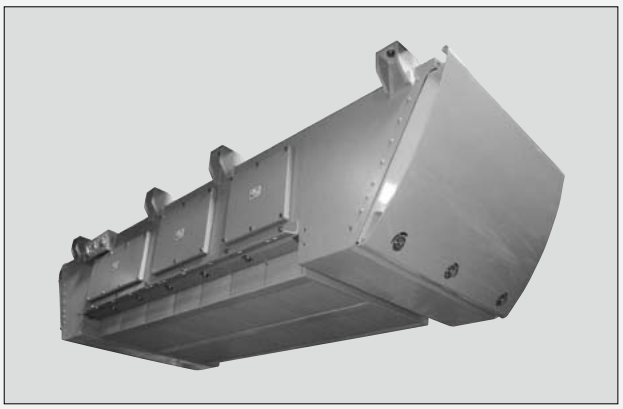

图 10　主转换装置

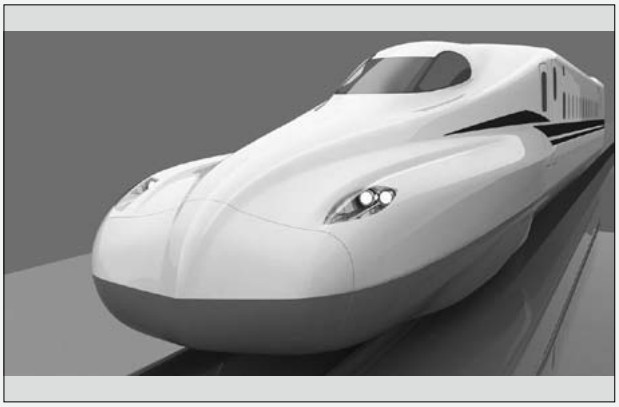

图 11　新时代新干线车辆

而且，拥有使电力平滑功能的滤波电容器将传统油浸电容器更换成干式薄膜电容器，采用了环境负担较小的部件。

⑶ 车门系统

车门系统是在铁路车辆中靠近乘客的部位保护乘客安全的装置。另外，在城市部上下班电车及地铁等拥挤地区，可通过确保顺利上下车的车门开闭动作和各种检测功能，提高车门开闭动作的安全性，为车辆运行准时做出了贡献。

富士电机提供了具有车门控制系统整体待机冗余方式和电源冗余方式的车门系统，在发生故障时可确保安全的车门开闭动作，而无需降低功能。故障检测功能及自诊断功能可快速检测到系统异常和故障，将影响范围控制在极小范围内，为修理和调查原因提供支持。点检功能可确认功能的安全性和健全性，并且为客户的预防保全活动提供设备信息。防夹检测功能不仅可提高安全性，还可执行将未夹入异物的车门分开的开闭动作，减少了发车延迟。

2017 年 5 月 22 日实装运用了最新电子元件及防夹检测技术等的车门系统后，JR 东日本（东日本旅客铁路株式会社）的 E235 系山手线量产车辆开始运营。我们计划以本产品为平台，将产品逐渐推广到地铁、新交通系统等日本国内外的铁路车辆上（参照 92 页“以提高运输品质为目标的 JR 东日本 E235 系车辆（山手线）用车门系统”）。

5　后记

本文以富士电机正在开展的有助于保护环境和提高生产性的代表性措施为例，对现状与展望进行了介绍。

富士电机今后将推进环境和谐发展，作为地区社会的良好企业市民加深与地区、客户、合作伙伴的信赖关系，真诚地完成使命。

参考文献

⑴ World Urbanization Prospects [hightlights] 2014 Revision. p.7, United Nations, https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-Highlights.pdf, (参照 2017-12-15).

⑵ 国土交通省交通関連統計資料集, Ⅲ. 交通関連エネルギー, Ⅲ-3. 交通関連エネルギー情勢, エクセルシート, ウ エネルギー消費原単位（ア）旅客, http://www.mlit.go.jp/statistics/kotsusiryo.html, (参照 2017-12-15).

友高　正嗣

富士电机株式会社常务执行董事、电力电子系统事业本部长。

铁谷　裕司

富士电机株式会社电力电子系统事业本部副本部长、工厂自动化事业部长。

松本　　康

富士电机株式会社电力电子系统事业本部开发统括部长。

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。