



PVA TePla

数字化单晶生长



半导体：完善晶锭生产

PVA TePla如何借助自动化技术优化单晶生长工艺

PVA TePla AG是全球领先的设备与测量技术供应商，致力于满足严苛的工业应用需求。其高科技系统在半导体行业备受青睐。

“作为解决方案供应商，我们的业务网络遍及全球，为世界各地的客户提供优质服务。在半导体行业强劲需求的推动下，我们目前在亚洲和美国市场的表现尤为突出，” PVA TePla集团总经理Jan Pfeiffer表示。

凭借其位于韦滕贝格的技术中心，PVA TePla已成为推动半导体行业材料研发创新的核心力量。

碳化硅——电动汽车的关键材料

PVA TePla旗下子公司PVA Crystal Growing Systems (PVA CGS)在晶体生长领域拥有超过60年的丰富经验，尤其注重碳化硅(SiC)晶体的生产。

“碳化硅晶体的独特之处，在于其承受极高功率密度的能力，” PVA CGS电气设计团队负责人Lukas Ewert解释道，

“与传统硅材料相比，使用碳化硅可以在不影响功率输出的前提下实现更紧凑的电池设计，由此带来的重量减轻对于电动汽车应用尤为有利。”

其碳化硅晶体产品广泛应用于多个领域，
包括电动汽车电池的生产。





碳化硅晶片：唯有精确控制工艺参数，方能确保所需的质量。

智能传感器确保工艺条件的稳定性

为确保所需的高精度水平，PVA采用了ifm的IO-Link传感器。

“例如，我们采用ifm的SV4200流量传感器来监测并保持冷却水流量的恒定。这不仅对于维持稳定的工艺温度至关重要，也有助于防止外壳、管道及组件因过热而造成潜在损坏，” Ewert解释道。此外，还采用PV8000压力传感器来监测冷却水的供回水压力及温度。“过去，此类监测需人工完成。现在，我们可通过IO-Link获取这些数据，从而更快速高效地应对任何波动，”这位团队负责人补充道。AL1202 IO-Link主站模块负责收集所有传感器数据，并将其上传至中央系统供分析评估。DV信号灯亦可通过IO-Link主站进行控制，为用户提供当前工艺状态的直观指示。

IO-Link：更丰富的信息，更高的系统透明度

在自动化技术领域，IO-Link早已成为独立于制造商的数字传感器通信标准。相比传统的二进制和模拟接口，IO-Link能够传输高分辨率的过程值以及全面的诊断信息，为用户提供标准化的数据结构，减少布线工作量，并实现与控制系统和工业物联网(IIoT)架构的无缝集成。该技术支持以单个设备传输多个测量值、事件驱动的诊断功能以及设备的远程参数设置，从而实现系统透明度的提升和维护策略的优化，并在调试和运营方面实现可量化的成本节约。

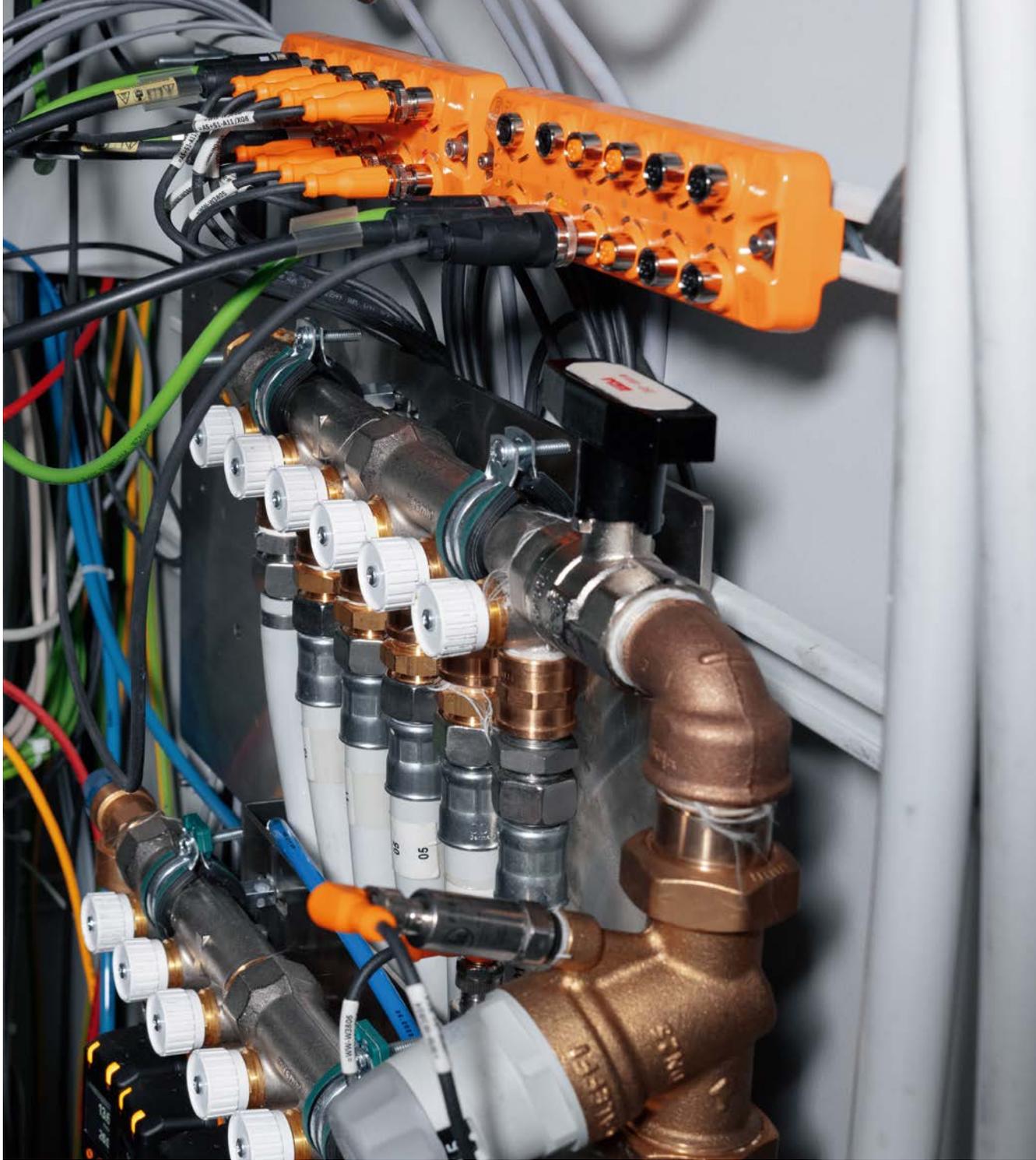
“每当需要从传感器中获取更详细的信息时，我们都会选择IO-Link。例如，我们使用SM8000来监控冷却回路。”

极致工艺条件需要高精度

为生产碳化硅晶体，PVA TePla专门开发了基于物理气相传输法(PVT)运行的SiCma系统。

“在该工艺中，碳化硅粉末混合物在约2300°C的石墨坩锅中升华，并沉积到籽晶上形成晶锭，” Ewert解释道，“为了获得高质量的结果，必须在晶体生长期间全程保持对工艺腔室内温度和压力的精确控制。即便是最微小的偏差，也可能危及整个工艺过程，导致严重的质量损失。”

该生长过程可能长达三周之久，必须持续按最高标准对工艺进行监控。



IO-Link主站（上方）采集并转发来自压力传感器（中间前方）和流量传感器（左下方）的数据。

数字化作为系统可用性的关键因素

对PVA TePla而言，数字化同样发挥着核心作用。

“数字化对我们极为重要，尤其是SiCma系统的数字化，”**Lukas Ewert**强调，“这些系统通常大量部署于生产车间，物料装卸工作往往是全自动化进行。这些系统必须能够与更高层级的系统进行通信，以便操作人员随时对工艺状态进行集中监控。”

为此，PVA TePla采用了ifm全面的IO-Link产品组合作为其数字化架构的基础。

预测性维护实现生产效率最大化

PVA也在积极开发预测性维护方案，以便针对即将出现的维护需求或工艺偏差提供早期预警。

“这使得操作人员能够在维持高产品质量的同时，最大程度提升设备的可用性，”**Ewert**解释道。ifm传感器提供了所需数据，以持续监测系统状态，及时发现问题隐患，从而有效避免代价高昂的停机。

采用柴氏法生长硅晶体

PVA对采用柴氏法 (Czochralski process) 生长硅晶体同样提出了极高要求。该系统将籽晶从约1400°C的熔融硅中缓慢提拉，生长出长达3.50米的硅锭。由此制成的晶圆主要用于半导体行业，是多种电子元器件的基础材料。



此系统通过“提拉”法制成长达3.5米的硅锭，用于晶圆生产。



流量传感器对柴氏系统的冷却回路进行监测。

低振动工艺确保最高产品质量

“在SC32系统中，我们采用IO-Link与ProfiNet相结合的方式部署自动化技术，” Ewert解释道，“每当需要从传感器中获取更详细的信息时，我们都会选择IO-Link。例如，我们使用SM8000来监控冷却回路。”

这种电感式流量传感器不仅测量介质的流量，还测量其温度。此外，PVA还采用三轴IO-Link振动传感器VWB3对两个工艺驱动装置进行监测。VWB3能够监测三个测量轴方向上的振动情况，计算相关指标以评估设备状态，并通过IO-Link便捷地传输有关疲劳、摩擦、冲击或轴承磨损的信息。

“为保障晶锭质量，在提拉过程中必须确保振动处于极低水平。传感器提供的数据使我们能够极为精确地监测齿轮装置和驱动轴的状态，及早安排维护工作。”

可靠组件确保长期运行

PVA TePla的系统专为多年持续运行而设计。

“正因如此，所有组件尤其是传感器，必须在长期运行中保持精确稳定的性能，” Lukas Ewert强调，“多年来，ifm产品在长期运行中的坚固性和可靠性始终给予我们极佳体验。另外，每当我们遇到新问题或考虑新的自动化方案时，总能依靠ifm的对接人员，迅速获得专业支持。”

扩散连接满足最严苛的材料要求

ifm解决方案还被应用于PVA TePla的另一业务领域——扩散连接技术。这种固态连接工艺通常应用于半导体行业冷却板的生产，这些冷却板在强度和耐腐蚀性方面必须满足最高要求。



此设备通过高压将各层压材料压合在一起，形成一个整体结构。

PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH公司扩散连接团队负责人Patrick Müller解释道：“为达到理想效果，必须在整个工艺过程中密切监测温度、压力、真空度和作用力等工艺条件，某些情况下该工艺过程可能持续数周之久。我们采用ifm流量传感器来监测冷却回路，确保系统在任何工艺环节都不会过热，始终处于安全运行的状态。”

易用性作为附加价值

ifm解决方案的另一大优势在于其易用性。Müller特别强调了这些传感器清晰直观的设计：“操作人员可以一眼看出设备处于何种状态。另一项显著优势是，旧设备可以非常方便地加装这些传感器，轻松实现即插即用。”这种用户友好型设计不仅简化了日常操作，还降低了对操作人员的培训需求。

合作伙伴关系作为创新基石

PVA TePla高度重视与自动化合作伙伴ifm的长期合作。“我认为，我们与ifm的合作具有高度的协同性和可靠性，且建立在互信基础之上，”Lukas Ewert总结道，“我们可以随时直接联系相关人员，共同推进创新和自动化项目。”

结论

在高科技材料制造领域，工艺要求极为严格，尤其是在精度、可靠性和可用性方面。在自动化合作伙伴ifm的支持下，PVA TePla成功克服了与先进晶体生长工艺相关的各项挑战。



易于读取：扩散连接系统上的流量传感器。