



PVA TePla

數位化單晶生長



半導體：完美的晶錠生產

PVA TePla AG 如何透過自動化優化單晶生長

PVA TePla AG 是一家全球領先的供應商，致力於為嚴苛的工業應用提供設備和測量技術。其高科技系統在半導體產業中尤受青睞。「作為解決方案供應商，我們在全球開展業務，客戶所在之處，都有我們的身影。得益於半導體產業的強勁需求，我們目前在亞洲市場和美國的業務尤其活躍。」

PVA TePla 集團的執行董事 Jan Pfeiffer 解釋道。憑藉位於韋滕貝格 (Wettenberg) 的技術中心，PVA TePla 已將自身定位為半導體產業材料研究的關鍵創新驅動者。

碳化矽 - 電動車的關鍵

子公司 PVA Crystal Growing Systems (PVA CGS) 在晶體生長領域擁有超過 60 年的經驗。公司特別專注於碳化矽 (SiC) 晶體的生產。

「碳化矽晶體的獨特之處，在於能夠處理極端的功率密度，」 PVA CGS 的電氣設計團隊主管 Lukas Ewert 解釋道，「與傳統的矽相比，使用 SiC 可以在相同功率輸出的情況下，設計出更小的電池。由此實現的減重對於電動車應用尤其有利。」

這些系統所生產的碳化矽晶體，應用於電動車電池等多個領域。





碳化矽晶錠：唯有透過精準控制的製程參數，才能達到所需的品質。

智慧型感測器確保穩定的過程條件

為確保所需的精準度，PVA 採用了 ifm 具備 IO-Link 功能的感測器。

「例如，我們使用 ifm 的 SV4200 流量感測器來監控冷卻水流並維持其穩定。這不僅對於維持穩定的過程溫度很重要，還能保護外殼、管道和組件免於過熱及潛在損壞。」Ewert 解釋道。此外，PV8000 壓力感測器監控冷卻介質的供應和回流壓力和溫度。「以前，這種監測是人工完成的。現在我們可以透過 IO-Link 查詢數值，並更快速、有效地應對任何波動。」這位團隊領導補充道。AL1202 IO-Link 主站收集所有感測器資料，並轉發以進行中央評估。DV 訊號燈也透過 IO-Link 主站進行控制，為使用者提供目前過程狀態的視覺指示。

IO-Link：更多資訊，更高的系統透明度

長久以來，IO-Link 已被確立為一個獨立於製造商的標準，用於自動化技術中的數位感測器通訊。與傳統的類比和二進位介面相比，IO-Link 不僅能夠傳輸高解析度的過程值，還能傳輸全面的診斷資訊。使用者受益於標準化的資料結構、減少的佈線工作量，以及與控制系統和工業物聯網 (IIoT) 架構的無縫整合。這項技術支援每個裝置傳輸多個測量值、事件驅動的診斷以及遠端裝置參數設定。這帶來更高的系統透明度、最佳化維護效果，以及在安裝和作業成本上的顯著節省。

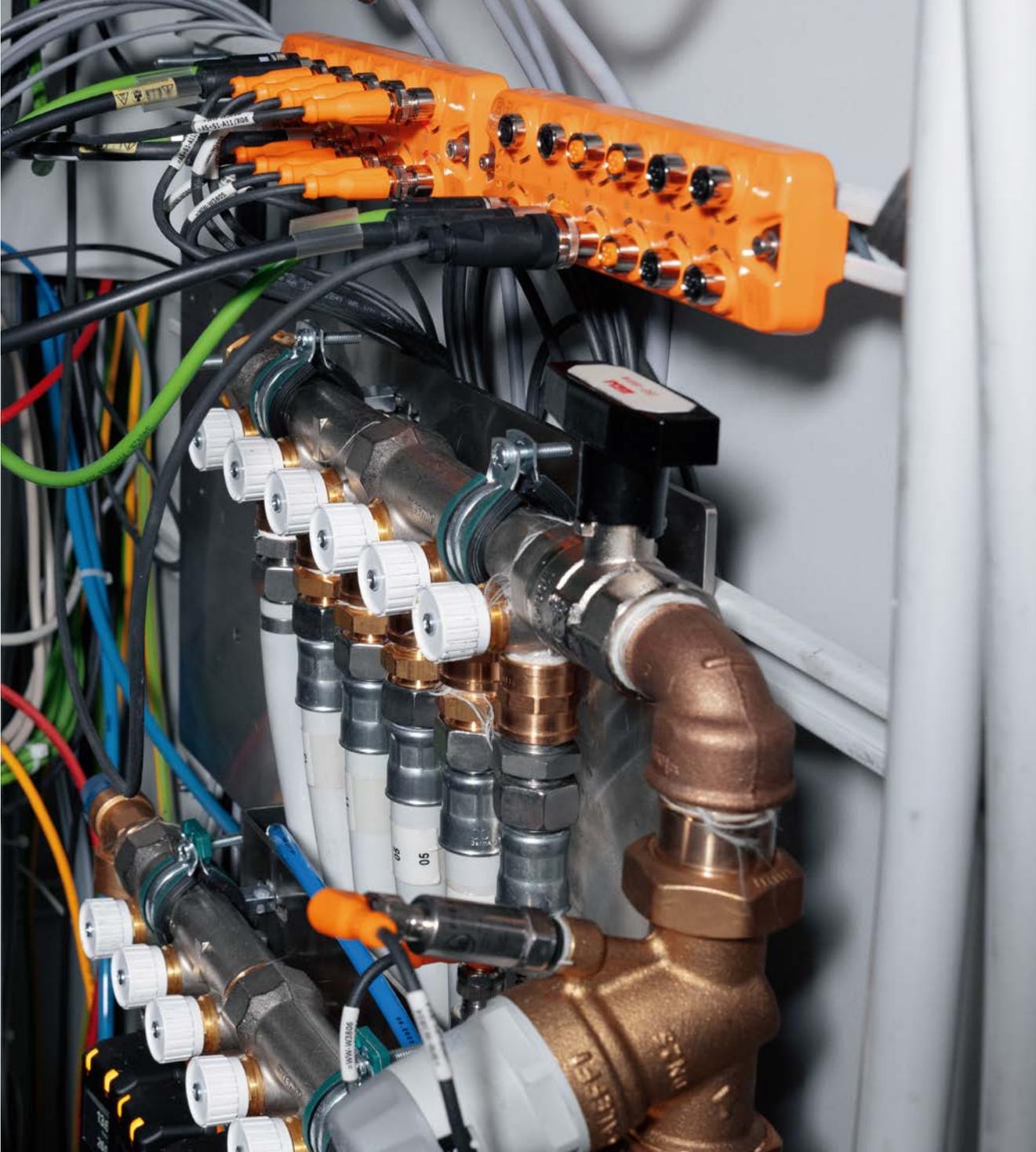
凡是我們希望從感測器中提取更詳細資訊的地方，就會使用 IO-Link。例如，我們使用 SM8000 來監測和控制冷卻迴路。

極端條件需要最高精準度

為生產 SiC 晶體，PVA TePla 設計了 SiCma 系統，該系統基於物理氣相傳輸法 (PVT) 運作。

「在此過程中，碳化矽粉末混合物在約 2300 °C 的石墨坩堝中升華，並沉積在籽晶上形成晶錠，」Ewert 解釋道，「要獲得高品質結果，在整個晶體生長過程中，必須精確控制製程腔室中的溫度和壓力。即使是最微小的偏差也可能危及整個過程，並導致嚴重的品質減損。」

由於這樣的生長過程可達三週，因此過程監控和控制必須持續滿足最高標準。



IO-Link 主站（上方）收集並轉發來自壓力感測器（中前方）和流量感測器（左下方）的資料。

數位化：系統可用性的關鍵因素

這些方面在 PVA TePla 也扮演著核心角色。

「數位化對我們來說極為重要，尤其是在 SiCma 系統上，」**Lukas Ewert** 強調，「這種系統通常大量安裝在生產線，裝載和卸載一般是全自動化的。我們的系統必須能夠與上層系統通訊，以便操作人員隨時集中監控過程狀態。」

PVA TePla 採用 ifm 全面的 IO-Link 產品組合，來作為實現目標的基礎。

預測性維護：實現最大生產效率

PVA 亦致力於開發預測性維護方案，以便能及早提示即將到來的維護需求或過程偏差。

「這使得操作人員能夠在始終實現最高產品品質的同時，維持最大的機器可用性，」**Ewert** 解釋道。來自 ifm 的感測器可提供各種資料，以便持續監控系統狀態，並偵測潛在問題，防止其導致代價高昂的停機。

採用柴可拉斯基法進行矽晶體生長

PVA 對於採用柴可拉斯基法的矽晶體生長，也提出了同樣高的要求。在這些系統中，可生長出長達 3.50 公尺的矽晶錠。其製程是將籽晶從約 1400°C 的矽熔湯中緩慢向上拉取。最終產出的晶圓主要用於半導體產業，是各種電子元件的基礎材料。



長達 3.5 公尺的矽晶錠在系統中「拉取」成形，以生產晶圓。



流量感測器監控柴可拉斯基系統的冷卻迴路。

低振動過程：實現最高產品品質

「在 SC32 系統中，自動化技術透過 IO-Link 與 ProfiNet 的組合來實現，」Ewert 解釋道，

「凡是我們希望從感測器中提取更詳細資訊的地方，就會使用 IO-Link。例如，我們使用 SM8000 來監測和控制冷卻迴路。」

這款磁感應式流量感測器不僅能測量流速，還能測量介質的溫度。此外，PVA 還使用三軸 IO-Link 振動感測器 WB3 來監控兩個過程驅動器。WB3 可偵測三個測量軸向上的振動，並計算出指標，進而評估機器狀態。有關疲勞、摩擦、衝擊或軸承磨損的資訊，均可透過 IO-Link 便捷傳輸。

「在拉晶過程中，極低的振動水準對於確保晶錠品質至關重要。傳輸的資料也讓我們能夠非常精確地監控齒輪箱和傳動軸的狀態，並及早安排維護活動。」

可靠元件：確保長期運轉

PVA TePla 的系統專為實現多年連續運轉而設計。

「因此，所有元件，尤其是感測器，都必須在長期使用中持續提供穩定的精準度，」Lukas Ewert 強調道，「多年來，ifm 產品在長期運轉下的穩固性和可靠性，為我們帶來的都是正面體驗。同樣，每當出現新的問題或考慮新的自動化方案時，我們也能信賴 ifm 的直接聯絡窗口，並在短時間內獲得專業的支援。」

擴散焊接：滿足最嚴苛的材料要求

ifm 解決方案也應用於 PVA TePla 的另一個業務領域——擴散焊接技術。舉例而言，這種固態接合製程可用於生產半導體產業所需的冷卻板，這類冷卻板必須滿足最高標準的強度與耐腐蝕性要求。



在機器中，各層材料在高壓下融合為單一結構。

PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH 的擴散焊接團隊主管 Patrick Müller 解釋道：「為達到預期效果，在整個過程中（某些情況下可能持續數週），必須密切監控溫度、壓力、真空度以及施加的作用力等製程條件。我們使用 ifm 的流量感測器來監控冷卻迴路，確保系統在過程中的任何時刻都不會過熱，始終維持在安全操作狀態。」

使用者友善：創造附加價值

ifm 解決方案的另一項優勢是其易用性。Müller 特別提到感測器簡潔直觀的設計：「作為操作人員，可以一眼就看出機器的狀態。另一個明顯的好處是，舊款機器也能非常輕鬆地加裝感測器。幾乎就是即插即用。」這種使用者友善的設計不僅可簡化日常作業，還可降低操作人員的培訓需求。

攜手合作：奠定創新基石

PVA TePla 高度重視與 ifm 作為自動化合作夥伴的長期關係。「我們與 ifm 的合作關係，我可以描述為高度合作、相互依賴以及基於信任，」Lukas Ewert 總結道，「我們隨時可以直接聯絡對接人員，共同推動創新與自動化專案的進展。」

結論

高科技材料製造的要求極為嚴苛，尤其是在精準度、可靠性和可用性方面。依靠 ifm 作為自動化合作夥伴，PVA TePla 成功應對了與先進晶體生長製程相關的挑戰。



清晰易讀：擴散焊接系統上的流量感測器。