PVA TePla

Digitalisierte Monokristallzucht



Halbleiter: Ingot-Produktion in Perfektion

Wie PVA TePla die Monokristallzucht mit Automatisierung optimiert

Die PVA TePla AG ist ein weltweit führender Anbieter von Anlagen und Messtechnik für anspruchsvolle industrielle Anwendungen. Besonders in der Halbleiterindustrie sind die High-Tech-Anlagen des mittelständischen Anlagenbauers gefragt. „Als Lösungsprovider sind wir global aufgestellt und überall dort vor Ort, wo unsere Kunden sind. Besonders stark vertreten sind wir aufgrund der starken Nachfrage aus der Halbleiterindustrie aktuell auf dem asiatischen Markt sowie in den USA“, erklärt Jan Pfeiffer, Geschäftsführer in der PVA TePla Gruppe. Mit dem Tech-Hub am Standort Wettenberg verfügt das Unternehmen über einen wichtigen Innovationstreiber, insbesondere für die Materialforschung in der Halbleiterindustrie.



Die Siliziumkarbid-Kristalle aus diesen Anlagen werden unter anderem in Batterien für die Elektromobilität eingesetzt.

Siliziumkarbid – der Schlüssel zur Elektromobilität

Die Tochtergesellschaft PVA Crystal Growing Systems (PVA CGS) blickt auf mehr als 60 Jahre Erfahrung in der Kristallzüchtung zurück. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Herstellung von Kristallen aus Siliziumkarbid (SiC).

„Das Besondere an Siliziumkarbid-Kristallen ist, dass sie besonders hohe Energiedichten transportieren können“, erläutert **Lukas Ewert**, Teamleiter Elektrokonstruktion der PVA CGS.



Siliziumkarbid-Puck:
Nur bei exakten Prozessparametern
wird die gewünschte Qualität erreicht.

„Im Vergleich zu herkömmlichem Silizium können dadurch bei Verwendung von SiC beispielsweise kleinere Akkus bei gleicher Leistung konstruiert werden. Die damit verbundene Gewichtseinsparung ist ein entscheidender Vorteil für die Elektromobilität."

> *„IO-Link nutzen wir dort, wo wir mehr Informationen aus der Sensorik herausholen möchten. Beispielsweise setzen wir den SM8000 zur Kühlkreislaufüberwachung und -steuerung ein.*

Extreme Bedingungen erfordern höchste Präzision

Zur Herstellung von SiC-Kristallen hat PVA TePla die SiCma-Anlage konstruiert, die nach dem Physical Vapor Transport (PVT)-Verfahren arbeitet.

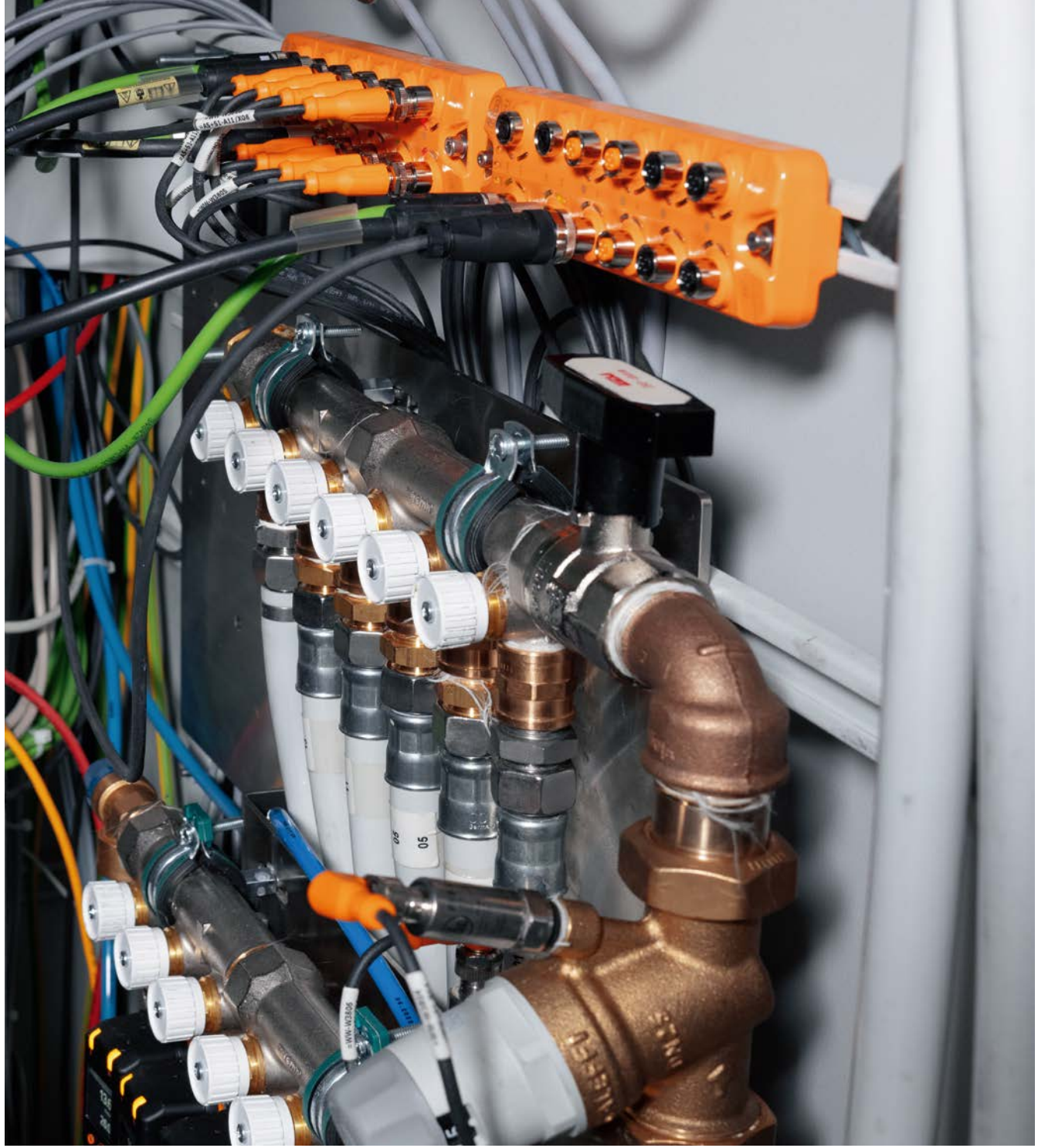
„Dabei sublimiert ein Silizium-Kohlenstoff-Pulvergemisch in einem Grafit-Tiegel bei 2.300 Grad Celsius und setzt sich an einem Impfkristall, auch Boule genannt, ab", erklärt **Ewert**. *„Um ein hochwertiges Ergebnis zu erzielen, müssen Temperatur und Druck in der Prozesskammer während der gesamten Dauer der Kristallzucht exakt gesteuert sein. Schon kleinste Abweichungen können den gesamten Prozess gefährden und zu erheblichen Qualitätseinbußen führen."*
Da ein solcher Zuchtprozess bis zu drei Wochen dauern kann, müssen Prozessüberwachung und -steuerung permanent höchste Anforderungen erfüllen.

Intelligente Sensorik für konstante Prozessbedingungen

Um die erforderliche Präzision zu gewährleisten, setzt PVA auf IO-Link-fähige Sensoren von ifm.
„Wir setzen beispielsweise den Durchflusssensor SV4200 von ifm ein, um die Kühlwasserflüsse zu kontrollieren und konstant zu halten. Das ist zum einen wichtig für die konstante Prozess–temperatur, aber auch um Gehäuse, Leitungen und Bauteile vor Überhitzung und damit vor Defekten zu schützen", erklärt **Ewert**. Zudem überwacht der Drucksensor PV8000 den Vor- und Rücklaufdruck sowie die Temperatur des Kühlmediums.
„Diese Überwachung wurde zuvor manuell durchgeführt, jetzt können wir diese Werte ebenfalls über IO-Link abrufen und besser und schneller auf etwaige Schwankungen reagieren", so der Teamleiter. Die IO-Link-Master vom Typ AL1202 sammeln sämtliche Sensordaten ein und leiten sie zur zentralen Auswertung weiter. Auch die Ansteuerung der Signalleuchte DV, die den Anwender visuell über den aktuellen Prozessstatus informiert, erfolgt über den IO-Link-Master.

IO-Link: Mehr Informationen, mehr Anlagentransparenz

IO-Link hat sich als herstellerunabhängiger Standard für die digitale Sensorkommunikation in der Automatisierungstechnik längst etabliert. Im Vergleich zu konventionellen binären und analogen Schnittstellen ermöglicht IO-Link die Übertragung hochauflösender Prozesswerte sowie umfassender Diagnoseinformationen. Anwender profitieren von standardisierten Datenstrukturen, reduziertem Verkabelungsaufwand und nahtloser Integration in Steuerungs- und IIoT-Architekturen. Die Technologie unterstützt die Übermittlung mehrerer Messwerte pro Gerät, die ereignisgesteuerte Diagnose sowie die Parametrierung der Geräte aus der Ferne. Dies führt zu verbesserter Anlagentransparenz, optimierter Wartung und messbaren Einsparungen bei Inbetriebnahme und Betriebskosten.



Die von Drucksensor (Bildmitte, vorne) und Durchflusssensor (links unten) erfassten Daten werden vom IO-Link-Master (oben) eingesammelt und gebündelt weitergeleitet.

Digitalisierung als Schlüssel zur Anlagenverfügbarkeit

Diese Aspekte spielen auch bei PVA TePla eine zentrale Rolle. *„Digitalisierung ist für uns sehr wichtig, gerade bei der SiCma-Anlage“*, unterstreicht **Lukas Ewert**. *„Diese steht oftmals in hohen Stückzahlen in den Fertigungshallen. Beladung und Entladung erfolgen meist komplett automatisiert. Unsere Anlagen müssen mit übergeordneten Systemen kommunizieren können, sodass der Betreiber jederzeit zentral den Prozessstatus kontrollieren kann.“* Das umfassende IO-Link-Portfolio von ifm nutzt das Unternehmen hierfür als Basis.

Predictive Maintenance für maximale Produktionseffizienz

PVA arbeitet zudem intensiv an Predictive-Maintenance-Konzepten, um frühzeitig über anstehenden Wartungsbedarf oder Prozessabweichungen zu informieren.
„So kann der Betreiber jederzeit mit maximaler Maschinenverfügbarkeit und in bestmöglicher Qualität produzieren“, erklärt **Ewert**. Die Sensoren von ifm liefern hierfür die notwendigen Daten, um den Zustand der Anlagen kontinuierlich zu überwachen und potenzielle Probleme zu erkennen, bevor sie zu kostspieligen Ausfällen führen.

Silizium-Kristallzüchtung nach dem Czochralski-Verfahren

Ähnlich hohe Anforderungen stellt PVA auch an die Silizium-Kristallzüchtung nach dem Czochralski-Verfahren. In diesen Anlagen werden bis zu 3,50 Meter lange Siliziumsäulen, sogenannte Ingots, durch langsames Anheben eines Impfkristalls aus der 1.400 Grad Celsius heißen Siliziumschmelze gezogen. Die daraus gewonnenen Wafer kommen hauptsächlich in der Halbleiterindustrie zum Einsatz und bilden die Grundlage für zahlreiche elektronische Bauteile.



Bis zu 3,50 Meter lange Silizium-Ingots für die Wafer-Produktion werden in dieser Maschine „gezogen“.



Durchflusssensoren überwachen den Kühlkreislauf der Czochralski-Anlage.

Vibrationsarme Prozesse für höchste Produktqualität

„In der Anlage vom Typ SC32 kommt Automatisierungstechnik als Mix aus IO-Link und ProfiNet zum Einsatz“, erläutert **Ewert**. *„IO-Link nutzen wir dort, wo wir mehr Informationen aus der Sensorik herausholen möchten. Beispielsweise setzen wir den SM8000 zur Kühlkreislaufüberwachung und -steuerung ein.“*

Dieser magnetisch-induktive Durchflusssensor erfasst neben der Durchflussmenge auch die Temperatur des Mediums. Zudem setzt PVA den dreiachsigen IO-Link-Schwingungssensor VVB3 ein, um die beiden Prozessantriebe zu überwachen. Der VVB3 erfasst die Schwingungen in drei Messachsen und errechnet daraus Indikatoren zur Zustandsbewertung einer Maschine. Informationen über Ermüdung, Reibung, Stöße oder Lagerverschleiß übermittelt der Sensor komfortabel über IO-Link.

„Der Rundlauf im Ziehprozess muss äußerst vibrationsarm ablaufen, um die Ingot-Qualität zu gewährleisten. Zudem können wir dank der übermittelten Daten den Zustand der Getriebe und der Antriebswelle sehr genau überwachen und Wartungen frühzeitig einplanen.“

Langzeitbetrieb erfordert zuverlässige Komponenten

Die Anlagen von PVA TePla sind für den Dauerbetrieb über viele Jahre konzipiert.

„Aus diesem Grund müssen auch die Bauteile, insbesondere die Sensoren, die Qualität haben, dauerhaft präzise zu arbeiten“, betont **Lukas Ewert**. *„Mit ifm haben wir über viele Jahre nur positive Erfahrungen gemacht, was die Robustheit und Zuverlässigkeit im Langzeitbetrieb betrifft. Gleichermaßen können wir uns auch bei neuen Fragestellungen und Automatisierungsansätzen an unseren persönlichen Kontakt bei ifm wenden und bekommen dort jederzeit kurzfristig fachlich versierte Hilfestellung.“*



Unter hohem Druck werden in dieser Maschine einzelne Schichten zu einem Ganzen verschweißt.

Diffusionsschweißtechnik für höchste Materialanforderungen

Auch in der Diffusionsschweißtechnik, einem weiteren Geschäftsfeld von PVA TePla, kommen ifm-Lösungen zum Einsatz. Mit diesem Festkörperfügeverfahren werden beispielsweise Kühlplatten für die Halbleiterindustrie hergestellt, die höchsten Ansprüchen an Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit genügen müssen.

Patrick Müller, Teamleiter Diffusion Bonding der PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH, erläutert: *„Damit das gewünschte Ergebnis erzielt wird, müssen während des teils mehrwöchigen Prozesses die Rahmenbedingungen wie Temperatur, Druck, Vakuum und applizierte Kraft eng überwacht werden. Die Durchflusssensoren von ifm, die wir zur Überwachung des Kühlkreislaufs einsetzen, stellen sicher, dass sich die Anlage über die gesamte Prozessdauer nicht überhitzt, sondern im sicheren Zustand gehalten wird."*

Benutzerfreundlichkeit als zusätzlicher Mehrwert

Ein weiterer Vorteil der ifm-Lösungen liegt in ihrer einfachen Bedienbarkeit. **Müller** hebt die Übersichtlichkeit der Sensoren hervor: *„Als Bediener kann man auf den ersten Blick erkennen, in welchem Zustand sich die Maschine befindet. Ein weiteres Plus ist sicherlich die einfache Nachrüstung alter Maschinen mit den Sensoren. Das ist praktisch Plug and Play."* Diese Benutzerfreundlichkeit erleichtert nicht nur den täglichen Betrieb, sondern reduziert auch den Schulungsaufwand für das Bedienpersonal.

Partnerschaftliche Zusammenarbeit als Basis für Innovation

Die langjährige Zusammenarbeit mit ifm als Automatisierungspartner weiß man bei PVA zu schätzen: *„Den Austausch mit ifm kann ich als sehr partnerschaftlich, zuverlässig und vertrauensvoll beschreiben"*, resümiert **Lukas Ewert**. *„Wir können immer auf unsere Ansprechpartner zukommen und gemeinsam Innovations- und Automatisierungsprojekte vorantreiben."*



Einfach abzulesen: Durchflusssensoren an einer Diffusionsschweißanlage.

Fazit

Höchste Präzision, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit – die Anforderungen in der Hightech-Materialherstellung sind enorm. Mit ifm als Automatisierungspartner meistert PVA TePla die Herausforderungen, die anspruchsvolle Kristallzüchtungsverfahren mit sich bringen.