



PVA TePla

Croissance de
monocristaux numérisée



Semi-conducteurs : production de lingots à la perfection

Comment PVA TePla optimise la croissance de monocristaux en s'appuyant sur l'automatisation

PVA TePla AG est l'un des principaux fournisseurs mondiaux d'installations et de systèmes de mesure pour des applications industrielles exigeantes. Les installations high-tech de ce constructeur d'installations de taille moyenne sont particulièrement demandées dans l'industrie des semi-conducteurs.

« En tant que fournisseur de solutions, nous sommes un acteur mondial, présents partout où se trouvent nos clients. Nous sommes particulièrement bien représentés sur le marché asiatique et aux États-Unis en raison de la forte demande de l'industrie des semi-conducteurs », explique Jan Pfeiffer, directeur général du groupe PVA TePla. Avec un TechHub sur le site de Wettenberg, la société dispose d'un important moteur d'innovation, notamment pour la recherche sur les matériaux dans l'industrie des semi-conducteurs.

Le carbure de silicium – la clé de l'électromobilité

La filiale PVA Crystal Growing Systems (PVA CGS) a plus de 60 ans d'expérience dans la culture de cristaux. Une attention particulière est portée à la production de cristaux de carbure de silicium (SiC).

Les cristaux de carbure de silicium issus de ces installations trouvent notamment des applications dans les batteries pour l'électromobilité.





Plaquette en carbure de silicium : seuls des paramètres process exacts permettent d'obtenir la qualité souhaitée.

« La particularité des cristaux de carbure de silicium est qu'ils peuvent transporter des densités d'énergie particulièrement élevées », explique **Lukas Ewert**, chef d'équipe en construction électrique chez PVA CGS. « Par rapport au silicium traditionnel, l'utilisation de SiC permet, par exemple, de concevoir des batteries plus compactes à puissance égale. Le gain de poids qui en résulte est un avantage décisif pour l'électromobilité. »

” Nous utilisons IO-Link lorsque nous souhaitons obtenir davantage d'informations des capteurs. Par exemple, nous utilisons le SM8000 pour la surveillance et le contrôle des circuits de refroidissement.

Des conditions extrêmes exigent un haut niveau de précision

Pour produire des cristaux de SiC, PVA TePla a conçu l'installation SiCma, qui fonctionne selon le procédé Physical Vapor Transport (PVT).

« Lors de ce procédé, un mélange de poudre de silicium et de carbone se sublime dans un creuset en graphite à 2 300 degrés Celsius et se dépose sur un germe cristallin, également appelé 'boule' », explique **Ewert**. « Pour obtenir un résultat de haute qualité, la température et la pression dans la chambre de traitement doivent être contrôlées avec précision pendant toute la durée de la croissance des cristaux. Le moindre écart peut mettre en péril l'ensemble du processus et entraîner des pertes de qualité considérables. »

Etant donné qu'un tel processus de culture peut durer jusqu'à trois semaines, la surveillance et le contrôle du processus doivent répondre en permanence aux exigences les plus élevées.

Des capteurs intelligents pour des conditions de processus constantes

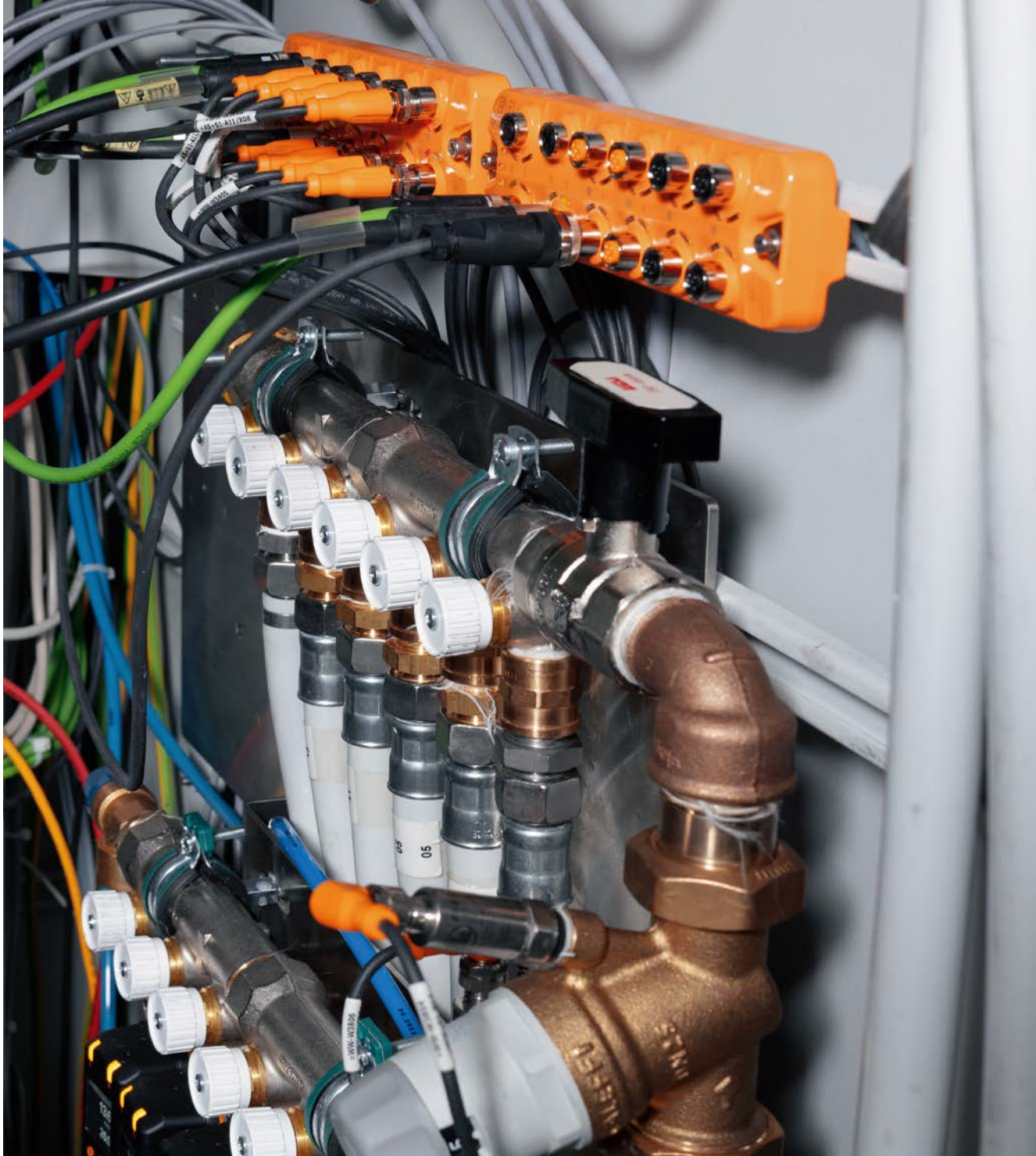
Pour garantir la précision nécessaire, PVA utilise des capteurs compatibles IO-Link d'ifm.

« Nous utilisons par exemple le débitmètre SV4200 d'ifm pour contrôler les débits d'eau de refroidissement et les maintenir constants. C'est important d'une part pour assurer une température constante du processus, mais aussi pour protéger les boîtiers, les câbles et les composants contre la surchauffe et donc contre les défauts », explique **Ewert**. De plus, le capteur de pression PV8000 surveille la pression d'alimentation et de retour ainsi que la température du fluide de refroidissement. « Cette surveillance était auparavant effectuée manuellement. Maintenant, nous pouvons également consulter ces valeurs via IO-Link et réagir plus rapidement et de manière plus appropriée aux éventuelles fluctuations », explique le chef d'équipe.

Les maîtres IO-Link de type AL1202 collectent toutes les données des capteurs et les transmettent pour une surveillance centralisée. La commande de la colonne de signalisation DV, qui informe visuellement l'utilisateur sur l'état actuel du processus, s'effectue également via le maître IO-Link.

IO-Link : plus d'informations et une transparence plus élevée de l'installation

IO-Link s'est établi depuis longtemps comme un standard indépendant des fabricants pour la communication numérique des capteurs dans l'automatisation. Par rapport aux interfaces binaires et analogiques conventionnelles, IO-Link permet de transmettre des valeurs process à haute résolution ainsi que des informations de diagnostic complètes. Les utilisateurs bénéficient de structures de données standardisées, d'un câblage moins complexe et d'une intégration transparente



Les données acquises par les capteurs de pression (au centre de l'image, à l'avant) et les débitmètres (en bas à gauche) sont collectées par le maître IO-Link (en haut) et transmises de manière centralisée.

dans les architectures de contrôle-commande et IIoT. Cette technologie prend en charge la transmission de plusieurs valeurs mesurées par appareil, le diagnostic déclenché par d'événements ainsi que le paramétrage des appareils à distance. Il en résulte une transparence accrue de l'installation, une maintenance optimisée et des économies mesurables au niveau de la mise en service et des coûts d'exploitation.

La numérisation, clé de la disponibilité des installations

Chez PVA TePla, ces aspects jouent un rôle central également. « La numérisation est très importante pour nous, notamment pour l'installation SiCma », souligne Lukas Ewert. « Celle-ci se trouve souvent en masse dans les ateliers de production. Le chargement et le déchargement sont généralement entièrement automatisés. Nos installations doivent pouvoir communiquer avec des systèmes de niveau supérieur afin que l'opérateur puisse contrôler à tout moment l'état du processus de manière centralisée. » Pour cela, la société utilise la large gamme de produits IO-Link d'ifm comme base.

Maintenance prédictive pour une efficacité maximale de la production

PVA travaille également de manière intensive sur des concepts de maintenance prédictive pour informer à temps des besoins de maintenance imminents ou des dérives de processus.

« L'exploitant peut ainsi produire à tout moment avec une disponibilité maximale des machines et dans la meilleure qualité possible », explique Ewert. Les capteurs d'ifm fournissent à cet effet les données nécessaires pour surveiller en permanence l'état des installations et détecter les problèmes potentiels avant qu'ils n'entraînent des pannes coûteuses.



Dans cette machine, des lingots de silicium pouvant atteindre 3,50 mètres de long et destinés à la production de wafers sont « tirés ».



Des débitmètres assurent la surveillance du circuit de refroidissement de l'installation Czochralski.

Croissance des cristaux de silicium selon la méthode Czochralski

PVA impose des exigences tout aussi élevées pour la croissance des cristaux de silicium selon la méthode Czochralski. Dans ces installations, des colonnes de silicium pouvant atteindre 3,50 mètres de long, appelées lingots, sont extraites du silicium en fusion à 1 400 degrés Celsius en soulevant lentement un germe cristallin. Les wafers obtenus de ces lingots sont principalement utilisés dans l'industrie des semi-conducteurs et constituent la base de nombreux composants électroniques.

Processus à faibles vibrations pour une qualité de produit maximale

« Dans l'installation de type SC32, l'automatisation repose sur une combinaison d'IO-Link et de ProfiNet », explique Ewert. « Nous utilisons IO-Link lorsque nous souhaitons obtenir davantage d'informations des capteurs. Par exemple, nous utilisons le SM8000 pour la surveillance et le contrôle des circuits de refroidissement. »

Ce débitmètre électromagnétique détecte non seulement le débit, mais aussi la température du fluide. De plus, PVA utilise le capteur de vibrations IO-Link VVB3 à trois axes afin de surveiller les deux entraînements employés dans le processus. Le VVB3 détecte les vibrations sur trois axes de mesure et calcule des indicateurs pour évaluer l'état d'une machine. Les informations relatives à la fatigue, à la friction, aux chocs ou à l'usure des roulements sont transmises facilement par le capteur via IO-Link.

« Dans le procédé de tirage, la rotation doit se dérouler avec un niveau de vibrations extrêmement faible afin d'assurer la qualité du lingot. De plus, grâce aux données transmises, nous pouvons surveiller très précisément l'état des engrenages et de l'arbre d'entraînement et planifier les opérations de maintenance en amont. »

Le fonctionnement à long terme nécessite des composants fiables

Les installations de PVA TePla sont conçues pour fonctionner en continu pendant de nombreuses années. « C'est pour cette raison que les composants, en particulier les capteurs, doivent eux aussi avoir la qualité nécessaire pour fonctionner durablement avec précision », souligne Lukas Ewert.



Sous haute pression, les différentes couches sont soudées dans cette machine pour former un ensemble.

« Depuis de nombreuses années, nous n'avons fait que des expériences positives avec ifm en ce qui concerne la robustesse et la fiabilité en fonctionnement à long terme. De la même manière, côté support, nous pouvons nous adresser à notre contact personnel chez ifm pour de nouvelles questions et approches d'automatisation et bénéficier d'un soutien compétent à tout moment. »

Technique de soudage par diffusion répondant aux exigences les plus élevées en matière de matériaux

Les solutions d'ifm sont également utilisées dans la technique de soudage par diffusion, un autre secteur d'activité de PVA TePla. Ce procédé d'assemblage à l'état solide permet par exemple de fabriquer des plaques de refroidissement destinées à l'industrie des semi-conducteurs, qui doivent répondre aux exigences les plus élevées en matière de solidité et de résistance à la corrosion.

Patrick Müller, chef d'équipe Diffusion Bonding de PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH, explique : « Pour obtenir le résultat souhaité, il convient de surveiller de près les conditions

générales telles que la température, la pression, le vide et la force appliquée pendant le procédé, qui dure parfois plusieurs semaines. Les débitmètres d'ifm que nous utilisons pour surveiller le circuit de refroidissement garantissent que l'installation ne surchauffe pas pendant toute la durée du procédé et qu'elle est maintenue dans un état de sécurité. »

Facilité d'utilisation : une valeur ajoutée supplémentaire

Un autre avantage des solutions d'ifm réside dans leur facilité d'utilisation. **Müller** souligne la clarté des capteurs : « En tant qu'opérateur, on peut voir du premier coup d'œil dans quel état se trouve la machine. Un autre avantage est certainement la facilité avec laquelle les anciennes machines peuvent être équipées de capteurs. C'est pratiquement plug and play. » Cette facilité d'utilisation simplifie non seulement notre fonctionnement au quotidien, mais réduit également le temps de formation des opérateurs.

Le partenariat comme base de l'innovation

PVA apprécie la longue collaboration avec ifm en tant que partenaire d'automatisation : « Je peux décrire l'échange avec ifm comme étant très partenarial, fiable et basé sur la confiance », résume **Lukas Ewert**.



Facile à lire : débitmètres sur une installation de soudage par diffusion.

« Nous pouvons toujours aborder nos interlocuteurs et faire avancer ensemble les projets d'innovation et d'automatisation. »

Conclusion

Précision, fiabilité et disponibilité maximales – les exigences dans la fabrication de matériaux de haute technologie sont énormes. Avec ifm comme partenaire d'automatisation, PVA TePla relève les défis liés aux procédés exigeants de croissance de cristaux.