

hen Automatisierungsgrad, was es uns erlaubt, die Personalstruktur gering zu halten. Wegen der Covid-19-Epidemie haben in China viele Unternehmen Probleme mit der Rückkehr ihrer Mitarbeiter. Durch unsere hochautomatisierte Fertigung sind wir von diesem Problem nicht sehr stark betroffen. Wir haben es also geschafft, sehr schnell wieder in den Normalmodus zu schalten. Dafür gebührt unseren Mitarbeitern großer Respekt. Gleichzeitig hat sich ein Teil unserer Belegschaft im Kampf gegen Covid-19 stark engagiert.

Sie sprechen an, dass das Hongfa-Team auch Anlagen für Atemschutzmasken entwickelt hat?

Ja, zuerst hat ein Team aus Automatisierungstechnikern und Produktionsspezialisten ganz schnell eine ausgemusterte Produktionslinie bei einem Hersteller in Xiamen wieder zum

Laufen gebracht, um auf dieser Linie Schutzmasken zu produzieren. Das ist in einer Zeitspanne von nur zehn Tagen gelungen. Parallel dazu haben unsere Spezialisten eine vollautomatisierte Produktionslinie für Einweg-Flachmasken entwickelt und aufgebaut. Die erste Linie ist mittlerweile in Betrieb und hat eine Kapazität von ca. 100.000 Masken am Tag.

Das Coronavirus hat ja vor allem in Wuhan gewütet. Die Situation in China ist durchaus regional unterschiedlich. An welchen Standorten in China fertigt Hongfa?

Wir sind nicht in der besonders betroffenen Provinz Hubei tätig. Unser Headquarter befindet sich in Xiamen in der Provinz Fujian, im Süden von China. Dort ist auch der größte unserer drei Produktions-Campusse. Die anderen

beiden sind in Zhoushan, in der Nähe von Shanghai, sowie in Zhongjiang, in der Provinz Sichuan.

Im letzten Jahr hat Ihr Unternehmen angekündigt, auch einen Produktionsstandort in Europa aufbauen zu wollen. Wie weit sind diese Pläne mittlerweile vorangeschritten?

Die Hongfa-Gruppe hat beschlossen, die Produktion insgesamt zu globalisieren. Derzeit befasst sich ein eigens dafür zusammengestelltes Team damit, Produktionsmöglichkeiten in Europa auszuloten. Der Prozess ist allerdings noch nicht abgeschlossen, es werden noch verschiedene Optionen sorgfältig und ohne Zeitdruck geprüft.

Die Fragen stellte Corinna Puhlmann-Hespen.

Zum 50. Geburtstag von ERS electronic

Thermomanagement und Advanced Packaging versprechen Rekordwachstum

Die Welt der Thermo-Chucks hat ERS bereits geprägt, im Advanced Packaging mischt das Münchner Unternehmen jetzt die Karten neu: Zum 50. Geburtstag stehen alle Zeichen auf Expansion.

Von einer Garagenfirma in München zu einem kleinen, aber feinen, globalen High-Tech-Zulieferer für die Halbleiterindustrie: Gemessen an den großen Halbleiter-Zulieferern ist ERS electronic auch im Alter von jetzt 50 Jahren zwar ein Zwerg, aber ein Zwerg, der es in sich hat. Denn das Kern-Know-how der Firma ist genau das, was die Hersteller der neusten IC-Generationen, insbesondere von Automotive-ICs sowie Leistungshalbleitern, und alle, die sich mit Advanced Packaging beschäftigen, derzeit händeringend suchen.

Das Kern-Know-how hat sich über Jahrzehnte entwickelt. Immerhin hat die in Germering bei München ansässige Firma praktisch alle zehn Jahre eine technische Innovation und darauf

basierende Produkte auf den Markt gebracht, die die Industrie in der Folge nachhaltig geprägt haben.

Nun bilden Erfindungsreichtum und gute Ideen nur eine Voraussetzung, um erfolgreiche Produkte auf den Markt zu bringen. Hinreichend ist sie nicht, denn es gehört viel Geduld und die Kraft dazu, auch dann weiterzumachen, wenn sich fast unüberwindbare technische Hürden aufzubauen scheinen – nicht nur auf der Ebene der physikalischen Grundlagen, sondern gerade auf der Produktionsebene. Denn wenn ein Prototyp funktioniert, ist noch lange nicht gesagt, dass er sich in die wirtschaftlich sinnvolle Produktion in hohen Stückzahlen überführen lässt.

Diese Erfahrung hat Klemens Reitingner Anfang der 1990er-Jahre gemacht. Eine alte Erfindung aus dem Jahr 1870, das Wirbelrohr, ging ihm nicht mehr aus dem Kopf. Denn darüber eröffnete sich die Möglichkeit, zu kühlen – und zwar ohne Flüssigkeit. Selber hatte er Maschinenbau in Wien studiert und dabei einen Schwerpunkt neben der Feinmechanik auf die Thermodynamik gelegt – in den physikalischen Grundlagen rund um das Thema Kühlung kannte er sich also gut aus. Doch in diesem Fall sollte etwas sehr Spezielles gekühlt werden: Wafer Chucks. Das sind Aufnahmevorrichtungen, auf denen der Wafer in den Proben liegt, in denen die auf ihm hergestellten ICs Tests unterzogen werden, noch bevor die Vereinzelung und das Packaging stattfinden.

Wie sich die Grundidee des Wirbelrohrs in eine funktionierende Kühlung für Chucks mit einem Durchmesser von 200 mm verwandeln ließ, das kostete Klemens Reitingen jahrelanges Tüfteln. Doch dann gelang der Durchbruch: Nur mithilfe von Druckluft, ganz ohne Flüssigkeiten, konnte der Chuck nun auf eine Temperatur von 10 °C heruntergekühlt werden. »Das war ein Riesen-Fortschritt, denn bis dahin mussten die Tests bei Raumtemperatur durchgeführt werden, irgendwo zwischen 20 und 25 °C«, erinnert sich Reitingen noch heute sehr lebhaft.

Doch warum wollte er ausgerechnet einen Wafer Chuck kühlen? Um das zu verstehen, ein kleiner Rückblick: 1970, also vor 50 Jahren, hatte Erich Reitingen, der Onkel von Klemens Reitingen, in München den Schritt in die Selbstständigkeit gewagt. Zuvor hatte der Messtechnikexperte bei der Testerfirma Schlumberger gearbeitet und schon damals bemerkt, dass es für den Fertigungsprozess von ICs sehr günstig wäre, einige Messungen bei niedriger Temperatur auf Wafer-Ebene durchzuführen. Weil Schlumberger daran intern nicht interessiert war, entschloss sich Erich Reitingen zur Gründung der eigenen Firma und

bastelte den ersten 2-Zoll-Kupfer-Chuck, der mithilfe eines Peltierelements gekühlt wurde. »Ein Tieftemperatur-Wafer-Prober ohne Eis – das war eine durchschlagende Erfindung und eine der vielen, die meinem Onkel im Laufe der Jahre gelingen sollten«, so Klemens Reiter. Gut erinnert er sich auch noch an die automatische Taupunktüberwachung, die sein Onkel Ende der 1990er-Jahre auf den Markt gebracht hatte. »Jetzt ist sie in jedem Chuck drin.« Genau das war 1970 Erich Reitingens Geschäftsidee: spezielle Maschinen zu entwickeln, die es erlauben, Tests auf Wafer-Ebene bei tiefen Temperaturen durchzuführen. Deshalb taufte er die Firma auf den Namen Erich Reitingen Sonderentwicklungen, kurz ERS.

Klemens Reitingen kam schon als Schüler mit der Firma seines Onkels in München in Kontakt und arbeitete dort auch während seines Studiums. Schon damals war er vom Vorgehen seines erfindungsreichen Onkels fasziniert, der ihn übrigens auch auf die Idee brachte, das Wirbelrohr zur Kühlung eines Chucks nutzbar zu machen. Erich Reitingen sprach immer direkt mit den Kunden, er sah genau, vor welchen Problemen sie standen, und tüftelte da-



Bilder: ERS electronic

Klemens Reitingen, ERS

„Wir würden niemals „Me too“-Produkte entwickeln, das widerspräche dem Geist des Unternehmens. Wir haben und wir werden Innovationen entwickeln, die dann zu Selbstverständlichkeiten werden.“

ran, wie ihnen zu helfen sei. Meist kam er zu dem Ergebnis, die Probleme grundsätzlich anders anzugehen und dadurch nicht nur die anstehenden Probleme besser zu lösen, sondern ganz neue Möglichkeiten für neue Märkte zu

Anzeige



wireless CONGRESS

systems & applications

CALL FOR PAPERS & WORKSHOPS

November 11-12, 2020 | Munich

The program committee of the Wireless Congress: Systems & Applications invites you to submit proposals for speaking opportunities, presentations and workshops or tutorials.

Please submit your proposal online at www.wireless-congress.com

Topics of interest

Technologies

- Mobile Communication
- Low Power Wide Area Networks
- Software Defined Networking (SDN)
- AI in Communication Systems
- Emerging Technologies, e.g. Resilient Networking, Information Centric Networks
- Real Time Applications, Wireless TSN
- Software Defined Radio
- Cognitive Radio
- EMC and Interoperability
- Wireless Test and Measurement
- Frontends and Transceivers
- RF Semiconductors and Components
- Antenna Design
- Energy Harvesting for Wireless Systems

Standards

- 4G, 5G and 6G, 6LoWPAN, Ant, Bluetooth, DECT, IP 500, IQRf, KNX RF, LiFi, LoRa, LoRaWAN, Mioty, NeoCortec, NFC, Sigfox, ULE, Weightless, Wi-Fi, Wirepas, Zigbee, Z-Wave, etc.
- Standardization, Qualification, Certification and Compliance
- Regulatory Issues

Applications

- Wireless Automation, M2M
- Tactile Internet, VR/AR, URLLC, eMMB
- Automotive Wireless
- Wireless Internet of Things
- Health and Medical Wireless
- Wireless for Industrial Use
- Retrofit Integration of Wireless into Industrial Systems
- Smart Factory, Smart City, Smart Home and Metering
- Localization and Location Based Services

Systems

- Campus networks
- (Ultra) Low-Power Wireless Networks
- Wireless Sensor Networks, mMTC
- Security Threats & Countermeasures in Wireless Systems
- Gateways and Middleware for Wireless Networks
- Integration of Wireless into Backend Systems
- Seamless Management of Wireless Networks

Entry Deadline for Submissions: April 30, 2020

Organized by:

Elektronik

electronica

ZVEI
Die Elektroindustrie



Der erste mithilfe eines Peltierelements gekühlte Wafer Chuck mit einem Durchmesser von 2 Zoll, den Erich Reitingner entwickelt hat.

eröffnen. Und weil er selber nichts lieber tut, als neue Dinge zu erfinden, stieg Klemens Reitingner 1992 bei seinem Onkel ein. Die Feinheiten der Halbleiter-Messtechnik hat er in seiner Zeit bei ERS nebenbei mitgelernt.

Schon in den 80er-Jahren hatte sein Onkel mit „ERS SuperCool“ erstmals Kältetests auf Basis von automatischen Wafer-Testsystemen ermöglicht und war zum Experten auf dem Gebiet der gekühlten Chucks geworden. Bis in die 90er-Jahre gab es zwei gängige Kühlmethoden für die Chucks in Wafer-Probieren: Mit Flüssigkeit als Kühlmittel oder über thermoelektrische Temperaturgeber. Einerseits waren die thermoelektrischen Systeme nicht besonders effektiv, andererseits schreckten die Hersteller der teuren Testgeräte davor zurück, Flüssigkeiten zuzulassen, die ihre Geräte zerstören könnten.

Entsprechend dem ERS-Motto „In neuen Bahnen denken“ ging Klemens Reitingner das Problem auf Basis des Wirbelrohrs an und machte alles ganz anders als bisher. Ergebnis war „ERS AirCool“. Damit konnte er tatsächlich ein Problem lösen, das für einige Anwender immer drängender wurde. Besonders für Halbleiter, die in Autos Einsatz fanden, brachte es viele Vorteile, sie gekühlt auf Wafer-Ebene in den Proben testen zu können. ERS AirCool war also das richtige Produkt zur richtigen Zeit.

Vor allem bedeutete es aber für das Unternehmen ERS den wirtschaftlichen Durchbruch: Von einer Garagenfirma stieg das Unternehmen in den 90er-Jahren zum Weltmarktführer auf. »Damals konnte ich auch sehr gut lernen, was Wachstum für die Prozesse innerhalb einer Firma bedeutet«, so Reitingner.

Durchbruch zum Weltmarkt

Doch gab er sich damit nicht zufrieden. Er tüftelte weiter und 2002 erzielte mit der völlig neu entwickelten zweiten Generation „ERS

AirCool Plus“ einen weiteren Durchbruch hin zu den luftgekühlten Tieftemperatur-Chucks. »Die großen Hersteller von Automotive-Chips wie Bosch, Denso und Infineon setzten dann auf AirCool Plus. Luftgekühlte Chucks wurden endgültig salonfähig«, erinnert er sich. Denn auf Wafer-Ebene testen und kühlen zu können war viel kostengünstiger, als dies nach dem Vereinzeln und dem Packaging zu tun. Wieder war ein starker Umsatzanstieg die Folge. Während Erich Reitingner sich nun weiterhin stark auf die Chucks fokussierte, streckte sein Neffe seine Fühler nach neuen Anwendungen aus.

Advanced Packaging – das Thermomanagement ist entscheidend

Fündig wurde er auf dem Gebiet des Advanced Packaging. Mitte der 2000er-Jahre verfolgte Infineon eine interessante Idee: Die vereinzelt ICs in einen neuen „Kunst-Wafer“ aus Plastik in größeren Abständen als auf den Ursprungs-Wafern einzubetten und dann auf der Ebene dieser Kunst-Wafer die Packaging-Prozesse vom Aufbringen der Verdrahtungsebenen bis zum Bumping durchzuführen. Dieser Back-End-Prozess machte sich also die Vorteile der Front-End-Prozesse zunutze – viele ICs im Waferverbund parallel zu fertigen –, um die Kosten für das Advanced Packaging zu reduzieren.

Die Idee sah auf den ersten Blick einfach aus, sträubte sich aber in der Realität vehement gegen ihre Umsetzung in der Produktion. Vor allem lag das an den unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Plastikmasse und des Siliziums. »Als die ersten Wafer aus der Maschine kamen, waren sie verbogen wie Kartoffelchips«, schmunzelt Reitingner. Wie konnte das verhindert werden? Eine Aufgabe ganz nach seinem Geschmack. Vor allem weil es dabei darauf ankam, Temperaturen über die gesamte Wafer-Fläche sehr genau regulieren zu können. Heute ist es damit möglich, Wafer oder Panels, die um ± 5 mm verwölbt sind, auf eine Genauigkeit von ± 500 μm zu planarisieren.

Zunächst entwickelte Reitingner in Zusammenarbeit mit Infineon von Grund auf völlig neue Debonding- und Warpage-Adjustment-Maschinen, die dafür sorgen, dass die Wafer vom Träger debondet und so weiterverarbeitet werden können, dass sie am Ende eben nicht verbogen sind wie die Kartoffelchips. Allerdings gelangte er während der Entwicklung so manches Mal an den Rand der Verzweiflung. Wie so oft bei Erfindungen kam der Zufall zu Hilfe. Das Glück aber ist nur mit den Tüchtigen; Reitingner erkannte sofort, wie er den Wink des

Zufalls praktisch umsetzen konnte: Die Chucks werden auf einem Luftkissen abgekühlt, die planare Form über die Shock-und-Lock-Technik „eingefroren“, die Wafer kontaktlos transportiert. Reitingner: »Damit wurde das Warpage Adjustment erst möglich, bis heute kann das niemand außer uns in dieser Form tun.«

Deshalb konnte Infineon schon Ende 2007 den „embedded Wafer Level Ball Grid Array“-Prozess (eWLB) vorstellen. »eWLB war eine wirkliche Revolution. Ohne unsere völlig neu entwickelten Maschinen und Prozesse hätte eWLB nicht funktionieren können«, so Reitingner. Leider sollte es noch zehn Jahre dauern, bis sich die Revolution in der realen Fertigung in hohen Stückzahlen durchsetzte. »Doch heute sind bereits 30 bis 40 Prozent der Chips in Smartphones mithilfe von Fan-out-Techniken gefertigt, sie sind also im Mainstream angekommen.«

Inzwischen verfolgen die Hersteller sogar die Strategie, die vereinzelt ICs nicht nur auf Kunst-Wafer, sondern nach dem Vorbild der Fertigung großer LED-Displays gleich in größere Panels zu setzen, um noch mehr von ihnen parallel und damit noch kostengünstiger verarbeiten zu können. Heute spricht man von Fan-out-Wafer-Level- und Fan-out-Panel-Level-Techniken. Und die Maschinen von ERS sind immer dabei. »Inzwischen arbeitet die SEMI daran, Standardgrößen festzulegen, das wird einen weiteren kräftigen Schub für die Fan-out-Techniken bringen«, ist Reitingner überzeugt.

Die besondere Innovationskultur und die Strategie, in enger Kooperation mit den Anwendern ihre Probleme zu lösen und neue Märkte zu erobern, hat sich bewährt, wie schon der 50. Geburtstag zeigt. ERS ist über seine gesamte Geschichte – mit einer Ausnahme im Jahr 2009 – kontinuierlich gewachsen. Auch die Zahl der Mitarbeiter nahm von anfänglich 3 bis 4 in den 1980er-Jahren auf 20 zu, und jetzt ist ERS auf dem Weg zu 60 Mitarbeitern. Deshalb sah sich Klemens Reitingner vor ein Problem gestellt: Nur mit dem Erfindergeist alleine konnte die Firma nicht wie bisher weiter wachsen. Sollte er sich nach Partnern oder nach Finanzierungsmöglichkeiten umschauen?

Die neue Wachstumsphase hat bereits begonnen

Da traf er im Jahr 2016 Laurent Giai-Miniet, der viele Jahre bei großen IC-Herstellern wie Texas Instruments und Infineon Erfahrungen gesammelt hatte. Außerdem stand er einige Jahre als CEO an der Spitze von EnOcean, dem

Pionier auf dem Gebiet der batterielosen Funk-schalter. Er kennt also die strukturierten Abläufe in großen Unternehmen, weiß aber auch die Innovationskraft kleiner, ingenieurgetriebener Firmen zu schätzen: »Wie es ERS gelungen ist, die hochpräzise Messtechnik mit den Temperaturprozessen, der Halbleitertechnik und der Feinmechanik zusammenzubringen, das hat mich von Anfang an begeistert. Denn das alles schließt sich eigentlich wechselseitig aus«, sagt Laurent Giai-Miniet. Dazu käme das tiefe Wissen im Bereich der Elektronik sowie die enge Kooperation mit den Kunden. Deshalb stieg er 2016 sofort als Berater ein, seit 2018 ist er Mit-CEO von ERS.

Für Reitinger ein Glücksfall, denn ein erfahrener Organisator hatte der Firma bisher gefehlt, um die nächste Wachstumsphase bewältigen zu können. Zuerst einmal hat Laurent Giai-Miniet sich vorgenommen, die Firma so zu strukturieren, dass sie die Kunden in aller Welt kontinuierlich unterstützen kann, dass sie aber gleichzeitig den Kern der Identität, den Erfindergeist, keinesfalls zurückstellt.

Besonders begeistern ihn die Maschinen für Advanced Packaging, also für die Fan-out-Wafer-Level- und -Panel-Level-Techniken. Dieser Markt stehe zwar noch am Anfang. Doch mit den zunehmenden Schwierigkeiten, die die monolithische Integration mache, werde das Advanced Packaging immer wichtiger. »Ein schöner Trend, denn dafür werden genau die Kernkompetenzen von ERS händierend benötigt.«

Im Sektor der Temperatur-Chucks, der heute mit einem Anteil von rund 70 Prozent immer noch den größten Teil zum Umsatz von ERS beiträgt, ist das Unternehmen ebenfalls in neue Anwendungsbereiche vorgestoßen. Auch weiterhin sei die Luftkühltechnik laut Reitinger unschlagbar: »Jetzt konzentrieren wir uns vor allem darauf, in neue Märkte vorzustoßen, etwa indem wir sehr hohe Spannungen und Ströme messen.«

Schon 2018 war Klemens Reitinger ein weiterer wichtiger Schritt gelungen. Mit dem „Air-Cool Prime“ waren die Chucks auf eine neue Evolutionsstufe gelangt. Jetzt wurde es möglich, auch bei sehr hohen Spannungen sehr niedrige Ströme messen. So konnten die Anwender den Aufbau der Tests vereinfachen und die Testkosten deutlich reduzieren. »Das zeigt wiederum den Geist unseres Unternehmens, wir würden nie „Me too“-Produkte entwickeln, sondern wir haben Innovationen auf den Markt gebracht, die sich dann zu Selbstverständlichkeiten entwickelt haben«, so Klemens Reitin-

ger. Da sieht er es als Kompliment an, dass nun die Wettbewerber, zwei Jahre nachdem ERS „AirCool Prime“ auf den Markt gebracht hat, ähnliche Produkte anbieten – »zumindest in ihren Prospekten«.

Auf dem Sektor des Wafer Probing hatte ERS mit der AirCool Prime 2018 – nach den Durchbrüchen von 1998 und 2008 – also wieder ein Zeichen gesetzt. Wo es in Zukunft hingehet, zeichnet sich bereits ab: Wie Reitinger ist Laurent Giai-Miniet der Überzeugung, dass die neuen SiC- und GaN-Leistungshalbleiter eine ganz neue Generation von Messgeräten erfor-



Laurent Giai-Miniet, ERS

„Die Kombination aus Feinmechanik, Messtechnik, Thermomanagement und Elektronik erlaubt es uns, genau die Produkte zu entwickeln, die die Hersteller von ICs und Leistungselektronik und die Anwender wie die Automobilhersteller jetzt benötigen.“

derlich machen. Wafer-Tests unter ultrahohen Temperaturen von 400 bis 500 °C sind hier gefordert. Zum Vergleich: Für Silizium-ICs reicht es, bis allerhöchstens 300 °C zu testen. Doch sind jetzt nicht nur hohe Temperaturen gefordert, gleichzeitig müssen die ICs auf dem Wafer bei hohen Spannungen bis 10.000 V und hohen Strömen von Hunderten von Ampere getestet werden. »Es ist also auch eine sehr hohe Leistungsabfuhr nötig. In der Kombination, wie man das in zehn bis fünfzehn Jahren in der Produktion brauchen wird, gibt es das heute noch gar nicht. Ich freue mich schon darauf, die völlig neue Chuck-Generation zu entwickeln!«

Nicht mehr eine kleine Gruppe von drei, vier Leuten ist dafür zuständig, sondern ein Team von bis zu 15 Mitarbeitern, das weltweit daran arbeitet, die Probleme zu lösen. »Es ist das Verdienst von Laurent, die entsprechenden Leute in aller Welt gefunden zu haben«, so Reitinger.

Außerdem hat Giai-Miniet die Firma in zwei Divisions organisiert: die traditionellen Chucks und der neue Bereich der Debonding- und Warpage-Adjustment-Maschinen für die Fan-out-Techniken. Für die Leitung dieser neuen Division konnte er die ausgewiesene Advanced-Packaging-Expertin Debbie-Claire Sanchez gewinnen. Das Ziel besteht darin, zumindest mit der vollautomatischen Debonding- und Warpage-Adjustment-Maschine, die Panels mit einer Größe von 600 mm x 600 mm verarbeiten kann, noch in diesem Jahr auf den Markt zu kommen. »Alle großen IC-Hersteller und die OSATs haben entsprechende Programme aufgesetzt, die Chancen sind da.«

Doch auch auf dem Gebiet der Chucks tun sich ganz neue Märkte auf. Laurent Giai-Miniet erinnert an die optoelektronischen Komponenten, etwa VCSELs und an Photonics im Allgemeinen. Auch dafür ist Thermomanagement während der Tests auf den Probern erforderlich, ebenso wie die ausgeklügelte Messtechnik, das Kern-Know-how und die Differenzierung von ERS.

Grundsätzlich sieht er ERS weiter auf Wachstumskurs. Schon seit 2016 konnte das Unternehmen mit durchschnittlich 23 Prozent pro Jahr wachsen. Ziel ist es, in den nächsten Jahren um jeweils 20 Prozent zuzulegen und in drei Jahren auf einen Umsatz von 20 Mio. Euro zu kommen. Mit dem Kernwissen in den beiden Unternehmenssäulen Chucks sowie Debonding und Warpage Adjustment dürfte das kein Problem sein.

An Ideen für die Zukunft mangelt es Klemens Reitinger – wie immer – nicht: Nachdem das Unternehmen mit der Luftkühlung groß geworden ist und es in vielen Bereichen zur Luftkühlung keine Alternative gibt, wachsen die Anforderungen, etwa durch die SiC-Komponenten. Allerdings stößt die Luftkühlung an ihre physikalischen Grenzen, wenn es um die Leistungsabfuhr von mehreren hundert Watt bis hin in den Kilowatt-Bereich geht.

Klemens Reitinger denkt deshalb schon wieder ganz neu: Doch mit Flüssigkeit kühlen! Details will Reitinger zu diesem Thema noch nicht verraten, nur so viel: »Wir haben einen 3,5-kW-Chuck in der Pipeline. Leistung bei niedriger Temperatur abzuführen, darin ist die Flüssigkeitskühlung unschlagbar.« Auch Kombinationen aus Flüssigkeits- und Luftkühlung seien denkbar. Eines aber sei sicher: »Das werden Systeme sein, die auf sehr spezielle Anwendungsfälle zugeschnitten sind.« An Wachstumschancen dürfte es ERS also auch über die nächsten Jahre kaum mangeln. (ha) ■