

Smaller than one cubic meter, Proba-V is one of ESA's mini-satellites tasked with a big mission: to completely map Earth's land cover and vegetation growth every two days.

ESA's Mini-Satellit ist kleiner als ein Kubikmeter und auf großer Mission: Seine Aufgabe ist es, alle zwei Tage die Bodenbedeckung und Vegetation der Erde komplett zu kartographieren.

Revolutionizing Communication in Space

Revolutionäre Kommunikation im All

Satellite "Proba-V" debuts new semiconductor amplification technology based on a hermetic, high-power RF package.

Im Satellit „Proba-V“ wird eine neue Halbleiter-Verstärkertechnologie auf Basis hermetischer Hochfrequenz-Gehäuse getestet.

DR. HAIKE FRANK

Proba-V, which went into orbit in May 2013, is the newest member to a family of smaller missions by the European Space Agency (ESA). While this mini-satellite's main task is to monitor Earth's global vegetation, hence the letter V in its name, it also carries a number of technology demonstration payloads, giving promising European technologies flight experience and an early chance to be tested in space. One such example of a guest payload is high-power gallium nitride technology.

The satellite is equipped with a gallium nitride amplifier within its communication system for transmitting to Earth photos taken at a height of roughly 800 km in X band at 8 GHz. "Gallium nitride has the potential to revolutionize communication in space;

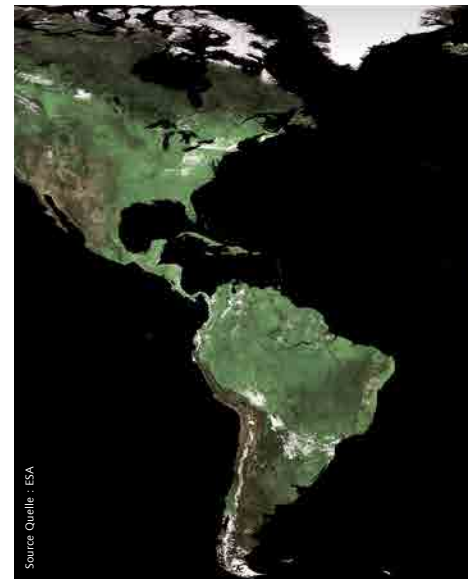
Proba-V, der im Mai 2013 ins All startete, ist das neueste Projekt kleinerer Missionen der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Hauptaufgabe des Mini-Satelliten ist es, die Vegetation der Erde – daher die Bezeichnung „V“ für „Vegetation“ – vom All aus zu beobachten. Zusätzlich ist technische Nutzlast an Bord inklusive vielversprechender europäischer Technologien, die jetzt zu einem sehr frühen Zeitpunkt unter Schwerelosigkeit getestet werden können. Eine davon ist die hochleistungsfähige Galliumnitrid-Technologie.

Das Satelliten-Kommunikationssystem ist mit einem Galliumnitrid (GaN)-Verstärker ausgestattet, der Fotos aus einer Höhe von 800 Kilometern im x-Frequenzband bei 8 Gigahertz übermittelt.

it is an extremely promising material,” explains ESA’s Andrew Barnes, heading this technology project. “We expect signal strength and data transmission to improve five- to ten-fold, and are eagerly awaiting the results of this first practical test in space.”

ESA commissioned a consortium of European companies and research institutions to develop a space-quality gallium nitride supply chain, called the GaN Reliability Enhancement and Technology

„Galliumnitrid ist ein extrem vielversprechendes Material. Es hat das Potenzial, die Kommunikation im Weltraum zu revolutionieren“, erklärt Andrew Barnes, Leiter des ESA-Projektes. „Wir erwarten eine fünf- bis zehnfache Verbesserung bei den Signalstärken und der Datenübertragung. Gespannt warten wir jetzt auf die Ergebnisse der ersten Praxistests im All.“ Mit der Initiative GREAT2 (GaN Reliability Enhancement and Technology Transfer Initiative)



Transfer Initiative (GREAT2). “GaN could in the future enable more efficient solar panels and satellite power converters, but to begin with the GREAT2 consortium has focused on communications systems,” says Barnes. Proba-V’s GaN Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMIC) amplifier is an initial prototype, developed by the Fraunhofer Institute for Applied Solid State Physics in Freiburg, Germany. The MMIC amplifier chip delivers its performance on a surface area only a few square millimeters in size and therefore requires innovative hermetically-sealed packaging concepts developed by SCHOTT Electronic Packaging and Tesat-Spacecom in a joint project. “We had two major challenges: keeping insertion loss and reflection of the high frequency waves at a minimum and achieving high thermal conductivity by creating an optimal heat sink in the housing,” recalls Dr. Thomas Zetterer, Development Engineer at SCHOTT Electronic Packaging.

Thanks to the innovative design of the hermetically sealed HTCC multilayer ceramics as high-frequency feedthroughs, the high-frequency waves are able to pass through the wall of the housing with very low attenuation. In addition, the reflection losses of the high-frequency waves along the housing wall are also minimized. “Simulations of electromagnetic waves have enabled us to determine the best possible geometries and designs for this special type of feedthrough in close coordination with manufacturing technology,” adds Zetterer. The second important property of the package is the high thermal conductivity of its base that allows for

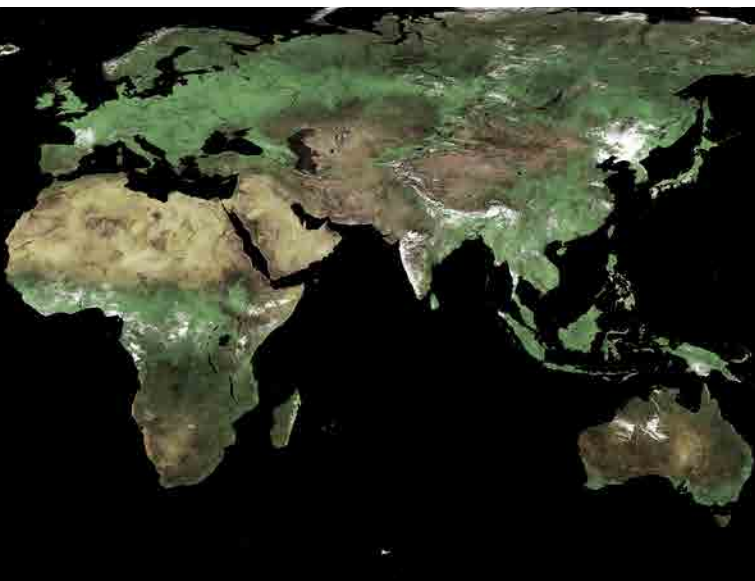
hat die ESA ein Konsortium europäischer Firmen und Forschungsinstitute ins Leben gerufen, das damit beauftragt ist, eine Wertschöpfungskette für weltraumtaugliches Galliumnitrid zu schaffen. „GaN könnte in Zukunft effizientere Solarmodule und Spannungswandler für Satelliten ermöglichen. Doch zuerst stehen für das GREAT2 Konsortium die Kommunikationssysteme im Mittelpunkt“, so Andrew Barnes.

Der vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg entwickelte MMIC-Verstärker (Monolithic Microwave Integrated Circuit) ist ein erster Prototyp. Der Verstärker-Chip entfaltet seine Leistung auf einer Fläche von wenigen Quadratmillimetern und benötigt dazu ein innovatives Gehäusekonzept, das SCHOTT Electronic Packaging und Tesat-Spacecom in einem Gemeinschaftsprojekt realisierten. „Wir standen vor zwei Herausforderungen: die Einfügedämpfung sowie die Reflexionsverluste der Hochfrequenzwellen so gering wie möglich zu halten und eine Wärmeleitfähigkeit zu erreichen, indem im Gehäuse eine optimale Wärmesenke geschaffen wird“, erläutert Dr. Thomas Zetterer, Entwicklungsingenieur bei SCHOTT Electronic Packaging.

Dank des innovativen Designs des hermetisch dichten HTCC (High Temperature Cofired Ceramics)-Multilagenkeramiken-Gehäuses als Hochfrequenz-Durchführung können Hochfrequenzwellen mit geringer Dämpfung die Gehäusewand durchdringen. Ferner sind die Reflexionsverluste an der Gehäusewand minimiert. „Dank Simulationen von elektromagnetischen Wellen konnten wir

the dissipation of the heat generated inside the MMIC amplifier. To achieve this, the development teams at SCHOTT and Tesat-Spacecom came up with just the right material composition and geometry for a heat sink for this particular application, keeping in mind the requirements for the highest reliability of the system in space.

Materials and material compounds that allow for even higher thermal connectivity still need to be developed in the near future



and tested for use in applications with even higher microwave power. “Working together with SCHOTT enables us to obtain the innovative high thermal conductivity packages that are urgently needed for future gallium nitride amplifiers,” explains Eberhard Möss, Group Leader at Tesat-Spacecom.

joe.hale@us.schott.com

WHAT IS GALLIUM NITRIDE?

Gallium nitride is a semiconductor widely employed as an energy-efficient LED. The same physical properties that make for a brilliant light source also make it usable as a microwave semiconductor. It enables flawless operation due to its ability to withstand much higher voltages and temperatures than existing materials. At the same time, the resulting compact integrated circuits are smaller and lighter. They have the potential to replace electron tubes currently used for amplification. A big plus is their reduced demand of active cooling systems as well as their capability to function in a wide range of frequencies suitable for communication, radar and imaging applications at 1–100 GHz. Gallium nitride semiconductors are also inherently radiation resistant, which makes them attractive for decade-long use in space.

optimale Geometrien und Designs für diese Spezialdurchführung in enger Abstimmung mit der Fertigungstechnologie festlegen“, so Dr. Zetterer.

Die zweite wichtige Eigenschaft des Gehäuses ist die hohe Wärmeleitfähigkeit des Gehäusebodens zur Ableitung der im Inneren des MMIC-Verstärkers entstehenden Wärme. Um dies zu erreichen, haben die Entwicklerteams von SCHOTT und Tesat-Spacecom eine für diese Anwendung optimale Materialkomposition und Geometrie für die Wärmesenke gefunden.

Für Anwendungen mit höherer Mikrowellenleistung müssen in naher Zukunft Werkstoffe oder Materialverbindungen mit noch höherer Wärmeleitfähigkeit entwickelt und qualifiziert werden. Eberhard Möss, Gruppenleiter bei Tesat-Spacecom: „Die Zusammenarbeit mit SCHOTT ermöglicht es uns, die für künftige Galliumnitrid-Verstärker dringend benötigten hoch wärmeleitfähigen Gehäuse zu erhalten.“

joe.hale@us.schott.com

SCHOTT and Tesat-Spacecom have developed a completely new type of hermetic packaging (picture left) for the gallium nitride power amplifier in the ESA satellite Proba-V (in the middle). The mapping (right) includes the daily tracking of weather activity, monitoring crop failures, documenting inland water resources and watching over the continuous spread of deserts and deforestation.

SCHOTT und Tesat-Spacecom haben ein neues hermetisches Gehäuse (Bild links) für den Galliumnitrid-Powerverstärker des ESA-Satelliten Proba-V (Mitte) entwickelt. Die Kartographierung (rechts) beinhaltet auch die tägliche Überwachung des Wetters, die Kontrolle von Missernten, die Dokumentation von Binnengewässern und die Beobachtung der sich kontinuierlich ausbreitenden Wüsten und der Entwaldung.

WAS IST GALLIUMNITRID?

Galliumnitrid (GaN) ist ein Halbleiter, der als energieeffiziente LED eingesetzt wird. Die gleichen physikalischen Eigenschaften, die für eine brillante Lichtquelle sorgen, machen ihn auch als Mikrowellen-Halbleiter nutzbar, der für seinen einwandfreien Betrieb sehr viel höhere Spannung und Temperaturen beansprucht als bisherige Materialien. Die resultierenden kompakten integrierten Schaltkreise sind kleiner und leichter. Sie haben das Potenzial Elektronenröhren, die derzeit als Verstärker verwendet werden, zu ersetzen. Ein Vorteil ist, dass keine aktive Kühlung erforderlich ist; zudem können GaN-Halbleiter in einer großen Frequenzbandbreite von 1 bis 100 Gigahertz für Kommunikations-, Radar- und Bildübertragungsanwendungen verwendet werden. Außerdem sind sie nicht anfällig gegenüber Röntgenstrahlung, was eine jahrzehntelange Nutzung im Weltall ermöglicht.