

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION24. März 2020 || Seite 1 | 4

Mehr Leistung für industrielle Hochfrequenzanwendungen

GaN-Hochfrequenztransistoren erreichen Rekord-Effizienz bei 100 Volt

Forschern am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF ist es gelungen, die Ausgangsleistung ihrer GaN-basierten Hochfrequenztransistoren für den Frequenzbereich von 1 - 2 GHz erheblich zu steigern: Sie haben die Betriebsspannung der Bauelemente von 50 Volt auf 100 Volt verdoppeln können und damit einen Leistungswirkungsgrad von 77,3 Prozent erreicht. Mit dieser Technologie wird es nun möglich, hocheffiziente Verstärker mit noch höherer Leistung zu entwickeln, wie sie für Anwendungen in den Bereichen Plasmaerzeugung, industrielle Erwärmung sowie in Kommunikations- und Radartechnologien erforderlich sind.

Die Leistungsdichte von Transistoren ist eines der wichtigsten Kriterien für ihren Einsatz in Höchstleistungsanwendungen im GHz-Bereich. Sie bestimmt die Baugröße von Verstärker-Modulen und damit in hohem Maße auch die Systemkomplexität – beide sind maßgeblich für die Herstellungskosten und den benötigten Ressourceneinsatz. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Leistungsdichte von Transistoren zu erhöhen.

Forscher am Fraunhofer IAF haben den Weg über eine Erhöhung der Betriebsspannung gewählt: Durch eine vertikale und laterale Skalierung des Transistor-Designs ist es ihnen erstmals in Europa gelungen, Hochfrequenztransistoren zu realisieren, die für Anwendungen bei einer Betriebsspannung von 100 Volt geeignet sind. Diese Bauelemente auf Basis des Halbleiters Galliumnitrid (GaN) zeichnen sich durch eine wesentlich erhöhte Leistungsdichte bei Frequenzen im GHz-Bereich aus.

Labormessungen zeigen Rekord-Wirkungsgrad

Die Leistungsfähigkeit dieser neu entwickelten Bauelemente für den Frequenzbereich von 1 - 2 GHz konnte bereits im Labor nachgewiesen werden: Messungen ergaben eine Leistungsdichte von mehr als 17 W/mm und einen Leistungswirkungsgrad (PAE) von 77,3 Prozent bei einer Frequenz von 1,0 GHz. Dies ist der höchste erzielte Leistungswirkungsgrad für einen 100-V-Betrieb in diesem Frequenzbereich, von dem jemals berichtet wurde. In Versuchen konnte sogar gezeigt werden, dass diese Technologie bei 125 V eine Leistungsdichte von über 20 W/mm aufweist. [Die Forscher](#)

Redaktion

Jennifer Funk | Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF |

Telefon +49 761 5159-418 | Tullastraße 72 | 79108 Freiburg | www.iaf.fraunhofer.de | jennifer.funk@iaf.fraunhofer.de

[präsentierten ihre Ergebnisse](#) erstmals auf dem International Electron Devices Meeting (IEDM) im Dezember 2019 in San Francisco.

PRESSEINFORMATION

24. März 2020 || Seite 2 | 4

Doppelte Spannung für vielfach höhere Leistung

»Durch die Erhöhung der Betriebsspannung von 50 auf 100 Volt werden höhere Leistungsdichten ermöglicht. Das bedeutet, dass ein System mehr Leistung auf gleicher Fläche liefern kann, als dies mit kommerziell erhältlichen 50-V- oder 65-V-Technologien möglich ist«, erklärt Sebastian Krause vom Fraunhofer IAF, einer der Hauptentwickler der Technologie.

So wird es zum einen möglich, leistungsfähigere Systeme bei gleicher Größe herzustellen. Zum anderen können dadurch auch kompaktere und leichtere Systeme bei gleicher Leistung realisiert werden, da weniger Chipfläche zum Erreichen des gewünschten Leistungslevels benötigt wird: »Durch das Verdoppeln der Betriebsspannung auf 100 V weist der Transistor eine vierfach höhere Ausgangsimpedanz für eine gegebene Leistung auf«, führt Krause aus. Dadurch werden kleinere und damit weniger verlustbehaftete Anpassnetzwerke realisierbar, was wiederum eine höhere Energieeffizienz des Gesamtsystems bewirkt.

Einsatz in industriellen Höchstleistungsanlagen

»Das langfristige Ziel unserer Entwicklung ist ein Betrieb bei bis zu 10 GHz«, berichtet Krause. Damit wäre das Freiburger Fraunhofer-Institut die erste Quelle solcher 100-V-Bauelemente auf GaN-Basis. Dies ist vor allem für Höchstleistungsanwendungen wie Teilchenbeschleuniger, industrielle Mikrowellenheizungen, Mobilfunkverstärker, Puls- und Dauerstrichradar sowie Verstärker für Plasmageneratoren von großem Interesse. In der Regel benötigen solche Anlagen sehr viel Leistung bei gleichzeitig geringem Volumenbedarf der Komponenten – also genau das, was die 100-V-Technologie ermöglichen soll.

Teilchenbeschleuniger spielen in der Forschung, Medizintechnik und der Industrie eine wichtige Rolle. Plasmageneratoren im Hochfrequenzbereich werden beispielsweise in industriellen Prozessen zur Beschichtung eingesetzt, um u.a. halbleiterbasierte Chips, Datenspeichermedien oder Solarzellen herzustellen.

Leistungshalbleiter lösen Vakuumbaelemente ab

PRESSEINFORMATION24. März 2020 || Seite 3 | 4

Ein weiterer großer industrieller Anwendungsbereich sind Leistungsgeneratoren für Mikrowellenheizungen. »Im Bereich der Plasmaerzeugung arbeitet die Industrie meistens mit höheren Frequenzen, allerdings nutzen viele Anwender nach wie vor Vakuumbaelemente wie etwa Magnetronen oder Klystronen. Hier arbeiten wir daran, eine Alternative auf Halbleiterbasis bereitzustellen, da Halbleiter deutlich kompakter und leichter sind und sich damit beispielsweise Anordnungen wie Phased Arrays realisieren lassen«, sagt Krause.

Lange Zeit haben röhrenbasierte Bauelemente (z.B. Wanderfeldröhren) Elektroniksysteme mit hohem Leistungsbedarf dominiert. Inzwischen geht die Entwicklung jedoch in Richtung von Leistungshalbleitern. In der 100-Volt-Technologie auf GaN-Basis sehen die Wissenschaftler des Fraunhofer IAF eine effiziente Alternative für die Leistungssteigerung von Mikrowellengeneratoren.

S. Krause, P. Brückner, M. Dammann and R. Quay, "[High-Power-Density AlGaIn/GaN Technology for 100-V Operation at L-Band Frequencies](#)," *2019 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)*, San Francisco, CA, USA, 2019, pp. 17.4.1-17.4.4.

Über das Fraunhofer IAF

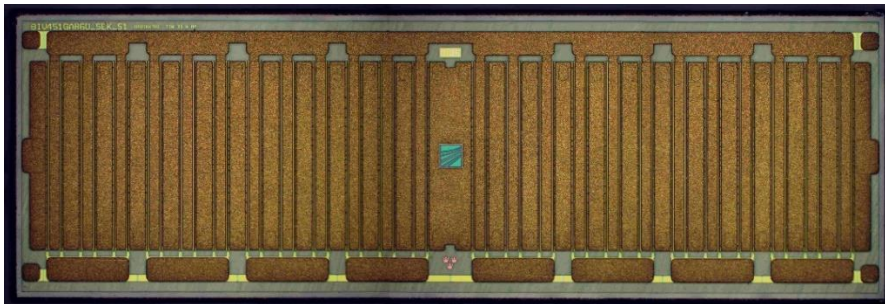
Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF zählt zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen, die die vollständige Wertschöpfungskette auf dem Gebiet der III/V Verbindungshalbleiter und des synthetischen Diamanten beherrschen. Auf Basis dieser Halbleiter entwickelt es elektronische und optoelektronische Bauelemente sowie integrierte Schaltungen und Systeme. Das Fraunhofer IAF realisiert Hochfrequenz-Schaltungen für die Kommunikationstechnik, energieeffiziente Spannungswandler-Module für die Elektromobilität, Lasersysteme für die spektroskopische Sensorik sowie Quantensensoren auf Basis von Diamant für medizinische Anwendungen.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

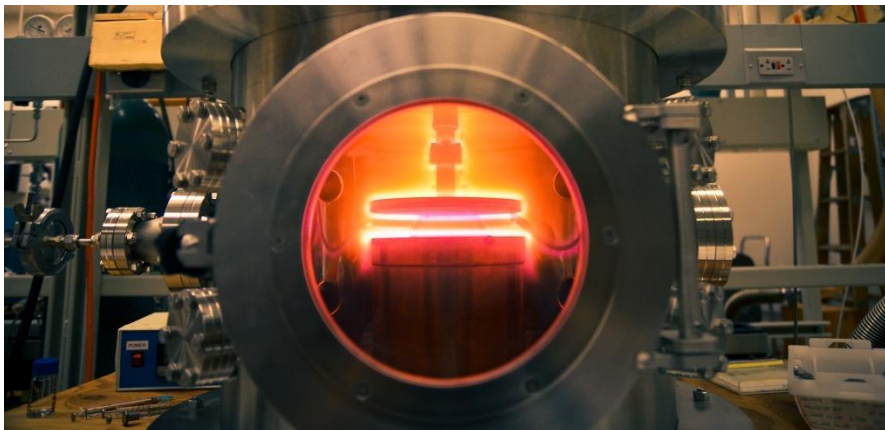
Bildmaterial

PRESSEINFORMATION

24. März 2020 || Seite 4 | 4



100-V-Galliumnitrid-Leistungstransistor mit einer Ausgangsleistung von 600 W bei einer Frequenz von 1,0 GHz © Fraunhofer IAF



Die 100-Volt-Technologie ist für Höchstleistungsanwendungen wie Plasmageneratoren, Teilchenbeschleuniger sowie industrielle Mikrowellenheizungen von großem Interesse.

© Will Folsom "[Plasma Generator](#)"; Lizenz: Namensnennung 2.0 Generic (CC BY 2.0)

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.