

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

31. August 2023 || Seite 1 | 5

Projekt »KryoproPlus« erfolgreich abgeschlossen

Kryogener On-Wafer-Prober bestimmt die Qualität von Qubit-Bauelementen für Quantencomputing und Quantensensorik

Deutschlands erste kryogene Anlage zur statistischen Qualitätsmessung von Qubit-Bauelementen auf ganzen 200- und 300-mm-Wafern hat am Fraunhofer IAF die Arbeit aufgenommen. Der On-Wafer-Prober kann Bauelemente auf Basis von Halbleiter-Quantenpunkten und -Quantentöpfen sowie Supraleitern bei Messtemperaturen unter 2 K charakterisieren. Durch den vollautomatischen Betrieb können Forschende eine quantitativ relevante Datenbasis aufbauen und die industrielle Fertigung hochwertiger Bauelemente für Quantencomputing und Quantensensorik in Europa voranbringen.

Mit dem neu in Betrieb genommenen kryogenen On-Wafer-Prober möchten Forschende des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF die Funktionsweise von Quantenbauelementen besser verstehen, die auf Halbleiter-Quantenpunkten und -Quantentöpfen sowie Supraleitern basieren. Das Gerät kann Wafer in Industriegrößen (200 mm und 300 mm) und hohen Stückzahlen (bis 25 Wafer hintereinander) vollautomatisch bei Tiefsttemperaturen unter 2 K (-271,15 C°) charakterisieren.

Die gewonnenen Datenmengen reduzieren die Abhängigkeit von Zufallstreffern, wie sie für reine Einzelmessungen kennzeichnend ist, erheblich. Auf diese Weise trägt die Steigerung der Messkapazitäten am Institut dazu bei, eine verlässliche Fertigung von qualitativ hochwertigen Qubits zu entwickeln, die in Quantencomputern und Quantensensoren zum Einsatz kommen können.

Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme ist die Anlage weltweit die fünfte, in Europa die zweite und in Deutschland die erste ihrer Art. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte die Beschaffung und Inbetriebnahme des Wafer-Probers im Rahmen des Projekts »KryoproPlus – Bereitstellung und Verifizierung eines kryogenen On-Wafer-Probers«.

Know-how für die industrielle Qubit-Fertigung aufbauen

»Durch den On-Wafer-Prober gewinnen wir bundesweit einzigartige neue Fähigkeiten in der kryogenen Charakterisierung«, betont Prof. Dr. Rüdiger Quay, »KryoproPlus«-

Redaktion

Dr. Armin Müller | Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF

Telefon +49 761 5159-670 | Tullastraße 72 | 79108 Freiburg | www.iaf.fraunhofer.de | armin.mueller@iaf.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

Projektkoordinator und kommissarischer Institutsleiter des Fraunhofer IAF. »Mit ihm werden wir unsere Partner aus Forschung und Industrie beim Aufbau einer europäischen Lieferkette für Materialien und Produktionsprozesse für Festkörper-Qubits unterstützen. So können wir einen wichtigen Beitrag zur technologischen Souveränität Deutschlands und Europas leisten«, blickt Quay voraus.

PRESSEINFORMATION31. August 2023 || Seite 2 | 5

»Der Wafer-Prober stellt uns erstmals statistisch relevante Datenmengen zur Verfügung, mit denen wir die Herstellung von Qubit-Bauelementen systematisch optimieren und skalieren können«, erklärt Nikola Komerički, der das »KryoproPlus«-Projekt im Rahmen seiner Promotion zur Charakterisierung von Quantencomputing-Bauelementen betreut. Komerički hat die Installation und Inbetriebnahme der Anlage koordiniert und führt bereits erste Messungen durch.

»Wir möchten besser verstehen, wie wir zu guten, homogenen Qubits kommen, um die Skalierung und industrielle Produktion von Qubits in Deutschland und Europa zu ermöglichen«, ergänzt Komerički. »Dafür ist es nötig, den qualitativen Blick um die quantitative, statistische Perspektive auf das Verhalten der Bauelemente zu erweitern.«

Bessere Daten durch automatisierte Messung ganzer 200-mm- und 300-mm-Wafer bei Temperaturen unter 2 K

Qubits auf Basis von Halbleiter-Quantenpunkten und -Quantentöpfen sowie Supraleitern funktionieren bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt (-273,15 °C), da diese die Störeinflüsse der Umgebung minimieren, Supraleitung aktivieren und so die Formung und Verschränkung der Qubits ermöglichen. Für die Prüfung, Optimierung und Skalierung von Qubits spielt es demnach eine wesentliche Rolle, dass sie möglichst bei ihrer Betriebstemperatur charakterisiert werden und eine statistisch auswertbare Messdatenmenge erfasst wird.

Der kryogene On-Wafer-Prober schließt diese Charakterisierungslücke. Die automatisierte Messung ganzer 200-mm- und 300-mm-Wafer bei Temperaturen unter 2 K mit geringer Wechselzeit erhöht die Menge der verfügbaren Daten um ein Vielfaches. Mit ihnen verfügen Forschende und Ingenieurinnen und Ingenieure über die nötige Basis, um gezielte Verbesserungen von Bauelementen zur Qubit-Formung vorzunehmen und die Skalierbarkeit zu erhöhen.

Charakterisierung von Qubit-Bauelementen in den Projekten »MATQu«, »QUASAR« und »QLSI«

Durch die vollständige Inbetriebnahme des Wafer-Probers ist das Projekt »KryoproPlus« abgeschlossen. Die ersten Einsätze hat die Anlage im Rahmen der Projekte »MATQu – Materialien für das Quantencomputing«, »QUASAR – Halbleiter-Quantenprozessor mit shuttlingbasierter skalierbarer Architektur« und »QLSI – Großskalige Quantenintegration mit Silizium«.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

Für »MATQu« charakterisiert und analysiert Komerički (Niobium-)Josephson-Kontakte, die Bauelemente für Transmon-Qubits darstellen. Für »QUASAR« und »QLSI« erfolgen Charakterisierungen von Feldeffekttransistoren (FETs) für Einzelelektronentransistoren (SETs) basierend auf Silizium-Quantentöpfen und im Anschluss von SETs, die als Bauelemente für Spin-Qubits dienen.

PRESSEINFORMATION31. August 2023 || Seite 3 | 5

Weitere Informationen

Über das Projekt »KryoproPlus«:

<https://www.iaf.fraunhofer.de/de/forscher/elektronische-schaltungen/Hochfrequenzelektronik/kryoproplus.html>

Über das Projekt »MATQu«: <https://www.matqu.eu/>

Über das Projekt »QUASAR«: <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/forscher/elektronische-schaltungen/Hochfrequenzelektronik/quasar.html>

Über das Projekt »QLSI«:

<https://www.iaf.fraunhofer.de/de/forscher/quantensysteme/quantencomputing/qlsi.html>

Über das Fraunhofer IAF

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF ist eine der weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf den Gebieten der III/V-Halbleiter und des synthetischen Diamanten. Auf Basis dieser Materialien entwickelt das Fraunhofer IAF Bauelemente für zukunftsweisende Technologien, wie elektronische Schaltungen für innovative Kommunikations- und Mobilitätslösungen, Lasersysteme für die spektroskopische Echtzeit-Sensorik, neuartige Hardware-Komponenten für Quantencomputer sowie Quantensensoren für industrielle Anwendungen. Mit seinen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten deckt das Freiburger Forschungsinstitut die gesamte Wertschöpfungskette ab – angefangen bei der Materialforschung über Design und Prozessierung bis hin zur Realisierung von Modulen, Systemen und Demonstratoren.

www.iaf.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

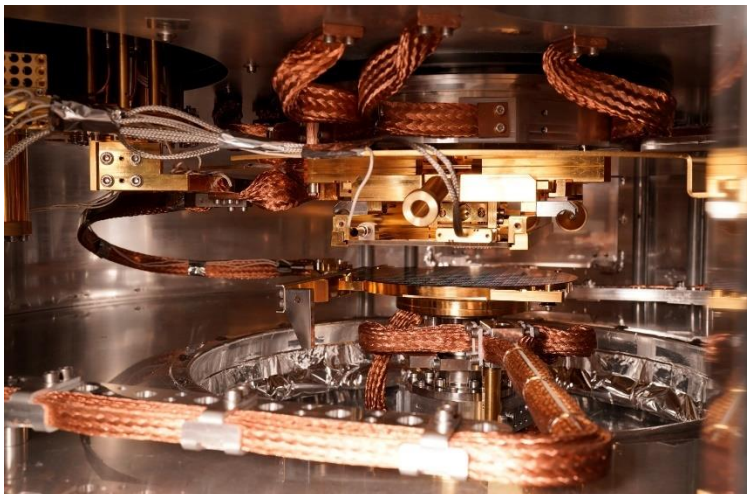
Bildmaterial:

PRESSEINFORMATION

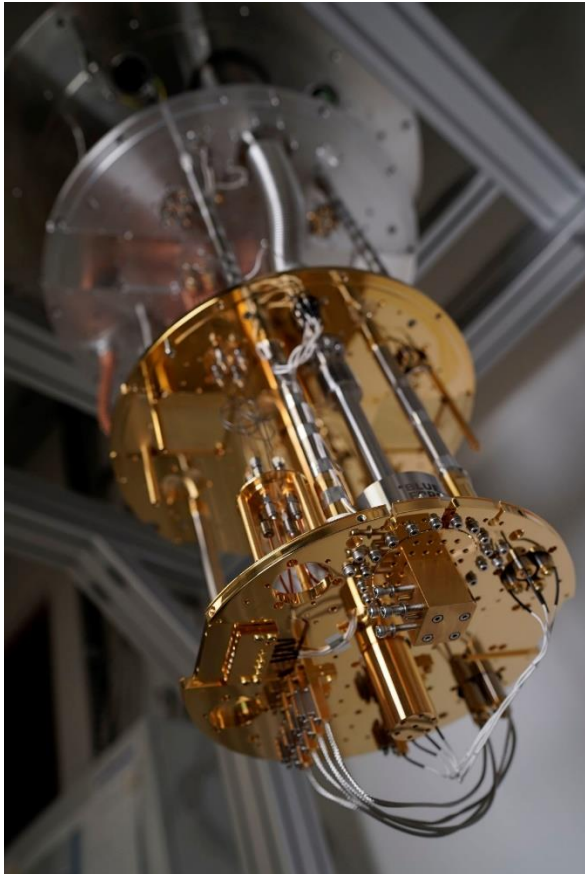
31. August 2023 || Seite 4 | 5



Der kryogene On-Wafer-Prober am Fraunhofer IAF charakterisiert vollautomatisch bis zu 25 ganze 200-mm- oder 300-mm-Wafer mit Bauelementen für Quantencomputer und Quantensensoren,
© Fraunhofer IAF



Blick in die Hauptkammer mit einem 200-mm-Wafer in der Mitte auf dem Chuck, der unter der Nadelkarte bewegt wird. Die Anlage prüft einen Wafer aus dem Projekt »QUASAR«, in dem Forschende Einzelelektronentransistoren basierend auf Silizium-Quantentöpfen entwickeln, die als Bauelement für Spin-Qubits genutzt werden sollen. © Fraunhofer IAF



PRESSEINFORMATION

31. August 2023 || Seite 5 | 5

1-K-Kryostat mit durchgeführten Leitungen für Gleichstrom- und Hochfrequenz-Messungen, © Fraunhofer IAF

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 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.