

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

02. März 2021 || Seite 1 | 4

AlGaAs-Bragg-Reflexions-Wellenleiter bieten viel Potential als Quelle für verschränkte Photonen

Fraunhofer IAF forscht an kompakten On-Chip-Photonenpaar-Quellen für Quantentechnologien

Das Fraunhofer IAF startet ein Projekt zu kompakten On-Chip-Quellen für verschränkte Photonen, die eine wichtige Komponente für die Realisierung industrieller quantentechnologischer Anwendungen sind. Die Wissenschaftler untersuchen im Projekt »QuoAIA« auf Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs) basierende Wellenleiter als Quellen zur Erzeugung von verschränkten Photonen. AlGaAs ermöglicht eine besonders kompakte Bauform und Chipintegration. Das Projekt ist im Februar gestartet und wird vom BMBF innerhalb des Förderprogramms „Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt“ als „WiVoPro“ (wissenschaftliches Vorprojekt) gefördert.

Quantentechnologische Anwendungen basieren auf unterschiedlichen Quantenphänomenen und physikalischen Gesetzen, denen Elementarteilchen unterliegen. Dazu zählt auch der Effekt von verschränkten Photonen, auf dem vielversprechende Konzepte für hochpräzise Sensorik und sichere Quantenkommunikation beruhen. Um diese Technologien in die Anwendung zu bringen, sind kompakte und effiziente Quellen für verschränkte Photonenpaare notwendig, die sich in photonische Schaltungen integrieren lassen.

Die Hauptkomponenten quantenphotonischer Systeme wie Spiegel, Strahlteiler und Phasenschieber sind mittlerweile alle in integrierter Form realisierbar. Dies gilt jedoch bisher nicht für die ebenfalls benötigten Lichtquellen und Detektoren. »Unser Ziel ist nun, alle Funktionen, die für die Quantenkommunikation benötigt werden, d. h. die Erzeugung, Manipulation und Detektion von einzelnen und verschränkten Photonen, in nur einem Chip zu integrieren«, erläutert Dr. Thorsten Passow, Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF. Einen ersten Schritt in Bezug auf die Lichtquellen machen die Forscher mit dem Projekt »Quantenverschränkte Photonenpaar-Quelle bei Telekom-Wellenlängen auf Basis von AlGaAs-Bragg-Reflexions-Wellenleitern (QuoAIA)«.

AlGaAs-Bragg-Reflexions-Wellenleiter als Photonenpaar-Quellen

Im Zentrum von »QuoAIA« stehen grundlegende Untersuchungen von auf AlGaAs-basierenden Photonen-Quellen und ihrer epitaktischen Herstellung. Ziel ist die Erzeugung von Photonenpaaren mit einer hohen Qualität der Verschränkung bei exakt

Redaktion

Stefanie Griesser | Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF |

Telefon +49 761 5159-214 | Tullastraße 72 | 79108 Freiburg | www.iaf.fraunhofer.de | stefanie.griesser@iaf.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

definierter Wellenlänge. Angestrebt wird dabei eine Wellenlänge von 1550 nm, d. h. im Telekom-Bereich (1500-1600 nm).

PRESSEINFORMATION02. März 2021 || Seite 2 | 4

Das Halbleitermaterial AlGaAs ist aus mehreren Gründen ein vielversprechendes Material für Photonenpaar-Quellen. So verfügt es beispielsweise über nichtlineare Eigenschaften. In einem Material mit nichtlinearen Eigenschaften kann bei hoher Lichtintensität aufgrund eines optischen Effektes ein Photon spontan in zwei Photonen zerfallen. Die zwei so entstandenen Lichtteilchen können quantenmechanisch verschränkt sein.

Potential zu besonders kompakter Bauform

Zudem ermöglichen AlGaAs-Bragg-Reflexions-Wellenleiter die Integration mit anderen optischen und elektronischen Komponenten auf Chipebene. »Ein Alleinstellungsmerkmal der im Projekt »QuoAlA« verwendeten Technologie ist das Potential eine Pumplaserdiode zu integrieren. Dadurch wird eine besonders kompakte Bauform ermöglicht«, betont Dr. Passow. Durch eine reduzierte Größe, Gewicht und Leistung der Komponenten wäre damit eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung praktischer Anwendungen erfüllt.

Für die Anwendung als Quelle in der Telekommunikation muss die Wellenlänge der Photonen sehr präzise eingestellt werden können, weil der Wellenlängenabstand der Kanäle kleiner als 1 nm ist. Die Wellenlänge der erzeugten Photonen hängt dabei sehr empfindlich von der epitaktisch hergestellten Schichtstruktur der Wellenleiter ab. Im Fokus des Projekts steht daher die Genauigkeit der Epitaxie von AlGaAs-basierten Bragg-Reflexions-Wellenleitern hinsichtlich der Wellenlänge der erzeugten verschränkten Photonen.

Die jahrzehntelange Erfahrung des Fraunhofer IAF in der Epitaxie von qualitativ hochwertigen GaAs-basierten Heterostrukturen sowie in der Prozesstechnologie zur Realisierung von Wellenleiterstrukturen in verschiedenen III/V-Halbleitermaterialien fließen bei den AlGaAs-Wellenleiterstrukturen im Projekt ein. Zudem nutzen die Wissenschaftler eine Software zur optischen Simulation von Bragg-Reflexions-Wellenleitern, die sie zuvor im Projekt »NESSiE« entwickelt haben.

Das Projekt »QuoAlA« wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Rahmenprogramms der Bundesregierung »Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt« als »WiVoPro« (Wissenschaftliches Vorprojekt) gefördert (FKZ: 13N15480). Das Ziel dieser Vorprojekte besteht darin, wissenschaftliche Fragestellungen im Hinblick auf zukünftige industrielle Anwendungen in der Photonik und Quantentechnologie zu untersuchen. Sie sollen die bestehende

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

Forschungsförderung ergänzen und eine Brücke zwischen Grundlagenforschung und industriegeführter Verbundförderung schlagen.

PRESSEINFORMATION

02. März 2021 || Seite 3 | 4

Weitere Informationen: <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/forscher/optoelektronische-bauelemente/quoala.html>

Projektinformationen auf den Seiten des BMBF:

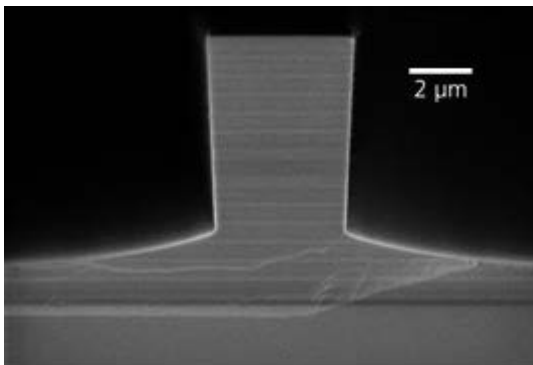
<https://www.quantentechnologien.de/forschung/foerderung/wissenschaftliche-vorprojekte-wivopro-photonik-und-quantentechnologien/quoala.html>

Über das Fraunhofer IAF

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF ist eine der weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf den Gebieten III/V-Halbleiter und synthetischer Diamant. 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.

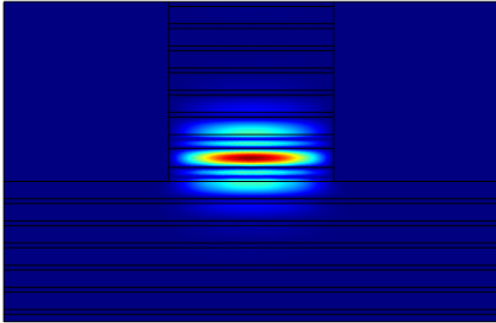
www.iaf.fraunhofer.de

Bildmaterial:



REM-Bild der Facette eines gespaltenen AlGaAs-Bragg-Reflexions-Rippenwellenleiters.
© Fraunhofer IAF

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF



PRESSEINFORMATION

02. März 2021 || Seite 4 | 4

Simuliertes Profil einer Bragg-Reflexions-Lichtwellenmode in einem AlGaAs-Bragg-Reflexions-Rippenwellenleiter. © 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 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.