

Vorteile

- höhere Stabilität der Ergebnisse des Quantengatters
- Realisierung nicht-adiabatischer holonomer Quantengatter und Gattersequenzen
- Schaffung der Grundlage für nicht-adiabatische holonome rauschresistente Quantencomputer

Fachbereich:

Physik

Technologie-Reifegrad (TRL):

Idee

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)

[DE 102023111657 B3](#) (erteilt)

[04/2024]

[WO2024227862 A1](#)

[05/2024]

Angebot:

Verkauf

Lizenzierung

Entwicklungskooperation

Literatur:

Non-Adiabatic Holonomies as Single-Qubit Quantum Gates

Die Erfindung betrifft ein optisches Quantengatter auf der Grundlage einer nicht-adiabatischen Holonomie für Photonen einer vorbestimmten Wellenlänge, eine Reihe optischer Quantengatter, einen optischen Quantencomputer und seine Verwendung.

Einleitung

Die Quanteninformatik bzw. das Quanten-Computing ist eines der revolutionärsten Forschungsgebiete der modernen Physik. Es verspricht enorme Fortschritte in der Datenverarbeitung und Datensicherheit durch die Nutzung nichtklassischer Effekte in Quantensystemen. Die Implementierung stabiler und miniaturisierbarer Quantensysteme stellt jedoch nach wie vor eine Herausforderung dar und erfordert umfangreiche Forschungsarbeiten zur Quantenfehlerkorrektur und zu fehlertoleranten Operationen.

Innovation

Die vorliegende Erfindung beschreibt ein optisches Quantengatter, das auf nicht-adiabatischen und nicht-Abelschen Holonomien für Photonen basiert. Im Zentrum dieser Innovation steht eine **dreistrukturige Wellenleiteranordnung**, bestehend aus zwei äußeren Wellenleitern und einer zentralen dritten Wellenleiterstruktur. Diese Anordnung ermöglicht die **Implementierung von nicht-adiabatischen Holonomien**, die sich durch eine hohe Stabilität und Effizienz auszeichnen.

Die zentrale Wellenleiterstruktur unterbindet durch ihre Platzierung zwischen den äußeren Wellenleitern eine direkte Kopplung zwischen den äußeren Wellenleitern und ermöglicht somit die Erzeugung nicht-Abelscher geometrischer Phasen. Diese Phasen sind rein geometrischer Natur und resultieren aus der Zeitabhängigkeit des Hilbertraums. Ein besonderer Vorteil dieser Architektur ist, dass die resultierenden Holonomien topologisch geschützt sind und somit eine hohe Fehlertoleranz bieten.

Durch die Kombination mehrerer Quantengatter in Serie lassen sich beliebige Transformationen eines einzelnen Qubits realisieren. Darüber hinaus eröffnet das Design den Weg zu einer stärkeren Miniaturisierung, da auf adiabatische Bedingungen verzichtet wird, die bei herkömmlichen holonomen Quantengattern zu Einschränkungen führen, und eine Implementierung mit ausschließlich geraden Wellenleitern vereinfacht die Fabrikation. Hervorzuheben ist die Möglichkeit zur einfachen Integration der Erfindung in bestehende Technologien für photonisches Quantencomputing durch die Kodierung des Qubits in den äußeren beiden Wellenleitern (*dual-rail encoding*). Des Weiteren können durch Anregung mit mehreren Photonen Holonomien aus höheren Symmetriegruppen erzeugt werden.

Vorteile und Anwendungspotenziale

- **Hohe Stabilität:** Durch die Nutzung nicht-adiabatischer Holonomien wird eine hohe Stabilität der Quantengatter erreicht, was zu zuverlässigeren Ergebnissen in der Informationsverarbeitung führt.
- **Miniaturisierung:** Nicht-adiabatische Quantengatter ermöglichen eine stärkere Miniaturisierung als adiabatische Komponenten, was den Bau kompakterer und leistungsfähigerer Quantencomputer fördert.
- **Integration:** Das *dual-rail encoding* der Qubits ermöglicht eine einfache Integration holonomer Quantengatter in bestehende Technologien für photonisches Quantencomputing.
- **Fehlertoleranz:** Der topologische Schutz dieser Holonomien bietet eine natürliche Robustheit gegen äußere Störungen, was insbesondere in komplexen Rechenprozessen von Vorteil ist.
- **Praktische Anwendung in Quantencomputern:** Die Architektur eignet sich hervorragend für optische Quantencomputer, die durch die nicht-adiabatische Natur der Holonomien besonders robust und effizient sind.

Universität Rostock
Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock

Relevanz und Marktpotential

Quantum Computing gilt als revolutionäre Technologie, die in den kommenden Jahren eine zentrale Rolle in zahlreichen Branchen einnehmen wird:

- Gesundheits- und Pharmasektor: Quantencomputer könnten in der medizinischen Forschung bahnbrechende Fortschritte erzielen, indem sie die Entwicklung neuer Medikamente und Behandlungen beschleunigen. Ihre Fähigkeit, komplexe molekulare Strukturen zu simulieren, könnte die Anzahl erforderlicher Labortests deutlich reduzieren.
- Materialwissenschaft und Fertigungstechnik: Quantum Computing ermöglicht die präzise Simulation und Optimierung von Produktionsprozessen. Dies umfasst die Entwicklung neuer Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften sowie die Simulation von Maschinen- und Bauteilverhalten unter realistischen Betriebsbedingungen.
- Finanzdienstleistungen: Die Optimierung von Risikomodellierungen, Handelsstrategien, Kreditwürdigkeitsprüfungen und Betrugserkennung kann durch die enormen Rechenfähigkeiten von Quantencomputern revolutioniert werden.
- Logistik und Lieferkettenmanagement: Durch verbesserte Analytik und Optimierung können globale Lieferketten effizienter gestaltet und Ressourceneinsatz sowie Kosten gesenkt werden.

Vorteile

- höhere Stabilität der Ergebnisse des Quantengatters
- Realisierung nicht-adiabatischer holonomer Quantengatter und Gattersequenzen
- Schaffung der Grundlage für nicht-adiabatische holonome rauschresistente Quantencomputer

Fachbereich:

Physik

Technologie-Reifegrad (TRL):

Idee

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)

[DE 102023111657 B3](#) (erteilt)

[04/2024]

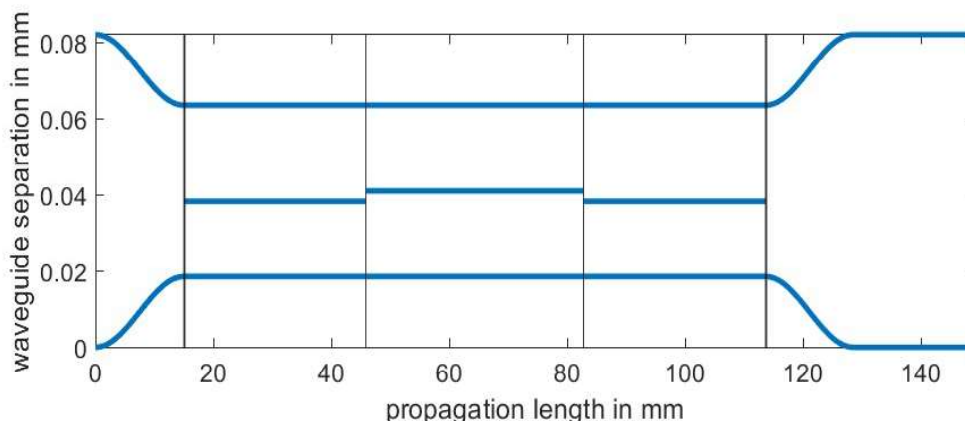
[WO2024227862 A1](#)

[05/2024]

Angebot:

Verkauf
Lizenzierung
Entwicklungskooperation

Literatur:



Aktueller Stand

Für die vorliegende Erfindung wurden eine deutsche Patentanmeldung (DE 102023111657 B3, erteilt) sowie eine internationale Patentanmeldung (WO 2024227862 A1) eingereicht. Diese Anmeldungen schützen die zugrundeliegende Technologie der nicht-adiabatischen holonomen Quantengatter.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, nationale und regionale Nachanmeldungen in weiteren Ländern durchzuführen, um den Patentschutz weltweit auszuweiten und strategisch wichtige Märkte abzudecken.

Die Universität Rostock bietet interessierten Partnern die Möglichkeit, durch Lizenzierung, Kooperationen oder Entwicklungsprojekte die Technologie zur Marktreife zu bringen und gemeinsam neue Standards in der Quanteninformationsverarbeitung zu setzen.

Kontakt:

Service GmbH der Universität Rostock

patente-vvb@uni-rostock.de

Tel.: +49 (0)381 498-9803

Universität Rostock
Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock