



Abb. Die Photodetektion erfolgt dank der supraleitenden Schicht einer Fallen-Elektrode (hier links gezeigt).

Vorteile

- Erhöhte Integrationsdichte von Ionenfallen
- Vereinfachter Aufbau von Ionenfallen
- Keine zusätzlichen optischen Elemente

Ansprechpartner:

Dr. Nataša Lalović
Technologietransfer
Telefon: +49 531 592-8306
E-Mail: Technologietransfer@ptb.de

Dr. Sebastian Raupach
4.54 Laserradiometrie und Quantenradiometrie



Physikalisch-Technische
Bundesanstalt
Bundesallee 100
D-38116 Braunschweig

www.technologietransfer.ptb.de

Ionenfalle mit supraleitender Elektrode zur Detektion von Photonen mittels Messung einer Widerstandsänderung

Ein Quantencomputer verwendet Qubits für die Ausführung seiner Operationen. Ionenfallen haben sich bisher als eine der besten Möglichkeiten zur Herstellung, Speicherung und Manipulation von Qubits erwiesen. Das PTB-Konzept basiert auf der Integration von bisher separaten Komponenten: der Sensor zur Photodetektion und die Fallen-Elektroden werden zusammengeführt. Diese Idee ermöglicht einen vereinfachten Aufbau von Ionenfallen und insbesondere bei einer Serienfertigung die vereinfachte Herstellung.

Bei der Realisierung von Quantenprozessoren ist ein erfolgversprechender Ansatz, chipbasierte Ionenfallen zu verwenden. Dabei wird die mikrostrukturierte Fallenarchitektur auf der Oberfläche von Wafern als Träger aufgebracht. Das Fallenpotenzial wird generiert, indem eine Wechselspannung an die Oberflächenelektroden der Falle angelegt wird. Ionen, die in diesem Fallenpotenzial gefangen sind, können anschließend mit Lasern oder Mikrowellen manipuliert werden. Für die Anwendung in Quantenprozessoren muss der Quantenzustand der Ionen ausgelesen werden, d.h. die Fluoreszenz einzelner Ionen muss detektiert werden. Dieser Vorgang wurde bisher durch eine aufwendige Integration eines separaten Photodetektors zusätzlich zu den Hardwarekomponenten der Ionenfalle erreicht.

Das neue PTB-Verfahren verbessert die Detektion der Photonen, die das eingefangene Ion aussendet. Der Photodetektor wird hier mit einer Ionenfallenelektrode zu einem integrierten Bauteil kombiniert. Wegen der räumlichen Nähe des Detektors zum gefangenen Ion ist der abgedeckte Raumwinkel für die Detektion des Photons vergleichbar groß. Die Elektrode der Ionenfalle ist hierzu aus einer supraleitenden Schicht aufgebaut. Der Aufbau beinhaltet auch eine Gleichspannungsquelle mit extern einstellbarem Potential. Durch die Gleichspannungsquelle wird ein Arbeitsstrom durch den Supraleiter erzeugt, so dass bei Absorption eines Photons der Supraleiter vom supra- in den normalleitenden Zustand übergeht und diese Zustandsänderung über eine Widerstandsmessung detektierbar ist.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Erfindung unterstützt die Entwicklung und Verbreitung der Ionenfallentechnologie, die eine Schlüsseltechnologie im Bereich angewandter Quantentechnologie ist. Außerdem bietet dieses Verfahren wirtschaftliche Vorteile für Hersteller von Ionenfallen, beim Einsatz im wissenschaftlichen Sektor und der industriellen Entwicklung.

Entwicklungsstand

Für die Erfindung wurde ein deutsches Patent angemeldet. Lizenzen für die Nutzung können angefragt werden.