

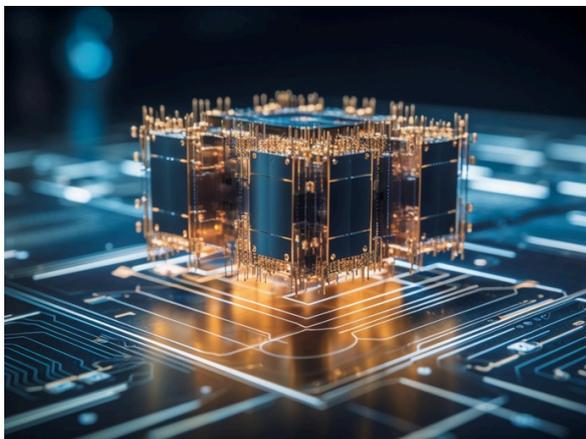
HORIZON
2020

Coherent Optomechanical and Hyperfine interactions Engineering with Silicon-Vacancy impurities in diamond for quantum networks

Risultati in breve

Rendere pratici i difetti atomici dei diamanti a vantaggio delle reti quantistiche

Le reti quantistiche, una realtà che si cerca da tempo di concretizzare, devono affrontare sfide in termini di scalabilità e tempi di coerenza in relazione all'elaborazione delle informazioni attuata dai loro qubit. Un progetto finanziato dall'UE sta analizzando il controllo degli spin e la coerenza nell'ambito dei difetti atomici dei diamanti allo scopo di potenziare il trasferimento delle informazioni in queste reti.



© Muhammad/stock.adobe.com

I centri di vacanza dell'azoto e dello stagno sono difetti che si presentano nel reticolo cristallino di un diamante. Le proprietà uniche di questi emettitori ottici luminosi a banda stretta, composti da un atomo di silicio (o di stagno) che sostituisce due atomi limitrofi di carbonio in un diamante, li rendono eccellenti candidati per fungere da qubit.

«Le impurità atomiche all'interno del diamante possono elaborare informazioni utilizzando il proprio spin, il che costituisce una proprietà simile a un piccolo magnete legato al difetto atomico che viene regolato dalle leggi

della meccanica quantistica», osserva Benjamin Pingault, coordinatore del progetto COHESiV, che ha ricevuto finanziamenti dal [programma di azioni Marie Skłodowska-Curie](#) .

Vibrazioni meccaniche che regolano il trasferimento delle informazioni

Lo spin dei centri di vacanza del silicio è in grado di codificare le informazioni dei fotoni. Una volta codificate, queste informazioni devono essere elaborate e condivise con altri spin. Come può tuttavia avvenire questo trasferimento tra gli altri qubit?

La risposta si trova nella sensibilità unica di questi centri alle vibrazioni del reticolo del diamante. Come spiega Pingault: «Il nostro obiettivo si è quindi tradotto nel tentativo di generare vibrazioni in modo controllato. In caso di successo, possiamo avvalercene per controllare lo spin dei centri di vacanza del silicio e facilitare in tal modo l'interazione con altri spin.»

Le vibrazioni meccaniche possono interagire con vari sistemi fisici, fungendo da mediatrici tra sistemi quantistici molto diversi tra loro che altrimenti non sarebbero in grado di generare interazione. Questa interazione, tuttavia, influisce sulla delicata natura dell'informazione quantistica. «L'informazione quantica può essere fragile e gli spin riescono a conservarla in modo affidabile solamente per un periodo di tempo limitato», spiega Pingault.

«Per prolungare questo tempo di conservazione, abbiamo sfruttato la presenza di spin appartenenti a nuclei di alcuni atomi di carbonio all'interno del diamante. Questi spin nucleari interagiscono in modo minimo con l'ambiente circostante, fungendo da eccellenti memorie per l'immagazzinamento delle informazioni.»

Stabilire lunghi tempi di coerenza su qubit di spin nucleari

Nel corso dello svolgimento di COHESiV, i ricercatori sono riusciti a interfacciare lo spin di singoli centri di vacanza del silicio con onde acustiche di superficie. «Queste vibrazioni meccaniche si propagano solo sulla superficie del materiale, come increspature sull'acqua. Inviando scariche con tempistiche precise, abbiamo controllato lo stato quantistico degli spin delle vacanze del silicio a intervalli specifici», afferma Pingault.

«Siamo inoltre riusciti a controllare gli spin nucleari vicini, dimostrandone l'eccellente capacità di immagazzinare informazioni per decine di millisecondi, ovvero sufficientemente a lungo per eseguire numerosi algoritmi quantistici», sottolinea Pingault.

«La nostra ricerca ha dimostrato che le coppie di spin nucleari offrono uno dei più lunghi tempi di coerenza esistenti tra le piattaforme a stato solido», spiega Pingault. «La comprensione dei meccanismi che consentono loro di memorizzare informazioni per periodi così prolungati può contribuire a ridurre la sensibilità dei sistemi quantici al loro ambiente, rendendoli più resilienti agli errori che si verificano negli algoritmi quantistici.»

Per aumentare ulteriormente il tempo di conservazione delle informazioni, i ricercatori hanno studiato gli spin nucleari situati a distanza ravvicinata tra loro, che formano coppie all'interno del reticolo del diamante. «Abbiamo scoperto che queste coppie possono immagazzinare informazioni quantistiche per oltre un minuto grazie a una combinazione di caratteristiche specifiche che incrementano notevolmente la loro insensibilità all'ambiente circostante», aggiunge Pingault.

Infine, i ricercatori hanno analizzato un'impurità recentemente scoperta nel diamante, il centro di vacanza dello stagno. Analogamente a quello del silicio, questo difetto possiede uno spin, manifestando tuttavia proprietà ottiche superiori. Incorporando singoli centri di vacanza dello stagno in cavità cristalline fotoniche, il team ha potenziato l'interazione esistente tra questa vacanza con la luce, migliorando l'efficienza del trasferimento di informazioni attraverso le reti quantiche.

Parole chiave

[COHESiV](#)

[diamante](#)

[spin nucleare](#)

[centro di vacanza del silicio](#)

[reti quantistiche](#)

[difetto atomico](#)

[tempo di coerenza](#)

[trasferimento di informazioni](#)

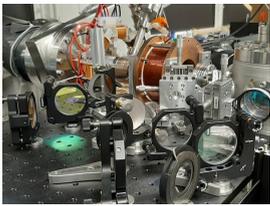
Scopri altri articoli nello stesso settore di applicazione



Gettare le basi per le piattaforme di computer quantici con il supporto dei qubit di Andreev

4 Ottobre 2024





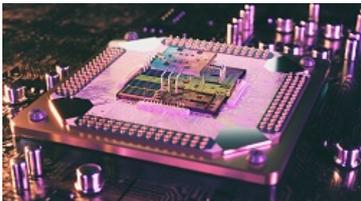
Impulsi laser ultraveloci fanno luce sul futuro dell'informatica

29 Gennaio 2021



Una ricerca rivela i meccanismi che guidano le affascinanti transizioni di fase dall'isolante al metallo

26 Marzo 2021



Reti quantistiche: il segreto della comunicazione del futuro

23 Marzo 2018



Informazioni relative al progetto

COHESiV

ID dell'accordo di sovvenzione: 840968

[Sito web del progetto](#)

DOI

[10.3030/840968](https://doi.org/10.3030/840968)

Progetto chiuso

Finanziato da

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie Actions

Costo totale

€ 253 052,16

Contributo UE

€ 253 052,16

Coordinato da

Data della firma CE

2 Aprile 2019

TECHNISCHE UNIVERSITEIT
DELFT

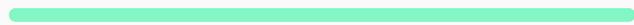
 Netherlands

Data di avvio

1 Febbraio 2020

**Data di
completamento**

16 Giugno 2023



Ultimo aggiornamento: 14 Novembre 2023

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/447616-making-diamond-atomic-defects-practical-for-quantum-networking/it>

European Union, 2025