Princeton, 원거리 양자 장치 연결에 획기적인 발전

(2024.04.22., 양자정보연구지원센터)

□ 프린스턴 연구팀, 원거리 양자 컴퓨터 간 연결 가능한 양자 중계기 구성의 새로운 방법 고안(Natuere 발표)

○ 양자 장치 간 연결을 위한 새로운 방법 개발, 미래 통신 시스템의 중요한 단계를 거침

- 고전 데이터 신호는 증폭될 수 있는 반면, 양자 신호는 양자 중계기를 통해 중단, 복제 및 전송 대역을 포함하는 보다 복잡한 프로세스가 필요함
- 양자 중계기는 향상된 보안을 제공, 원격 양자 컴퓨터 간 연결을 가능하게 함으로써 미래 통신 네트워크에서 핵심적인 역할을 할 것으로 예상됨
- 이 연구에서 결정체에 심어진 한 개의 이온이 방출하는 광을 활용하여 새로운 양자 중계기를 구축하는 혁신적인 방법을 제시함

○ 양자 중계기를 구성하는 혁신적인 접근 방식을 탐구함

- 결정 내에 주입된 단일 이온에서 나오는 통신용 빛을 사용함, 포토닉 설계와 재료 과학의 발전을 통합
- 가시광선 스펙트럼에서 빛을 방출하는 기존 양자 중계기 설계와 달리, 새로 고안된 장치는 호스트 결정 내 내장된 단일 희토류 이온에 달려 있음
- 최적의 적외선 파장에서 빛을 방출하므로 신호 변환이 필요하지 않으므로, 더 간단하고 탄력적인 네트워크 구축이 가능함
- 두 가지 필수 구성 요소, 즉 소량의 어븀 이온이 주입된 칼슘 텅스테이트(calcium tungstate) 결정과 J자형 채널로 구성된 에칭된 실리콘의 아주 작은 부분으로 구성됨
- 특수 레이저 영향으로 이온은 결정을 통해 위쪽으로 빛을 방출

함, 동시에 실리콘 부분은 개별 광자를 포착하여 광섬유 케이블로 보냄

- 이온에서 파생된 정보(스핀)로 이 광자를 인코딩하는 것이 가장 중요함, 양자 중계기 영역 내에서 원격 노드 신호를 융합하고 교차하면 스핀 사이에 얽힘이 생성됨, 이 얽힘은 전송 궤적을 따라 불가피한 손실에도 양자 상태의 종단 간 전송을 촉진함

ㅇ Erbium Ions(어븀 이온)

- 초기 다양한 결정체를 사용하여 너무 많은 소음 유발, 양자 네트워크 운영에 중요한 섬세한 양자 간섭에 악영향을 미침
- 잡음이 적은 단일 어븀 이온을 수용할 수 있는 재료 식별함, 이 중 칼슘 텅스테이트(calcium tungstate crystal) 선정됨
- 이 재료의 양자 네트워크 적합성을 입증하기 위해 간섭계를 구축함, 짧은 경로와 긴 경로를 통과할 수 있도록 광자를 허용하며, 양자 간섭에 따라 출력으로 나오는 광자들을 관찰, 어븀 이온이 구별 불가능한 광자를 방출한다는 것을 입증

ㅇ 어븀 이온 스핀에서 양자 상태의 저장 기간을 향상시키기 위해 추가 작업이 필수적임

- 칼슘 텅스테이트 생산을 정제하여 양자 스핀 상태를 방해하는 불순물을 최소화하기 위해 노력
- 양자 컴퓨팅 환경의 역동적 특성과 양자 통신의 잠재력을 최대한 실현하려는 끊임없는 추진력을 강조함

(원문)

1. https://thequantuminsider.com/2024/04/13/princeton-university-researchers-make-breakthrough-in-connecting-distant-quantum-devices/