초전도 큐비트 72GHz 달성, 확장 가능한 양자 시스템 열다

(2024.12.10., 양자정보연구지원센터)

□ 초전도 큐비트의 새로운 가능성, 72GHz 동작 및 높은 온도 안정성

○ 연구 배경

- 초전도 큐비트는 양자 컴퓨팅의 핵심 구성 요소로, 기존 설계는 극저온 환경(50mK 이하) 에서만 작동
- 시카고 대학교 스탠포드 대학교 연구진이 새로운 큐비트를 개발해 **250mK에서도 안정적으로 작동 가능함**을 입증

○ 연구의 주요 성과

- (72GHz로 동작하는 초전도 큐비트 개발) 높은 주파수로 작동해 열 잡음에 덜 만감
- 하이브리드 양자 시스템에 적합한 특성을 보임
- (높은 온도에서의 안정성 확보) 250mK에서도 기존 알루미늄 큐비트와 동등한 성능
- 냉각 비용 절감 및 시스템 확장 가능성 증대

○ 기술적 혁신

- (niobium trilayer Josephson junctions, 니오븀 삼중층 조셉슨 접합 사용) 알루미늄 대신 니오븀을 사용해 열잡음과 준입자 결잃음 감소
- 높은 임계 전류 밀도를 통해 고주파 동작 구현
- (정밀 제조 기술 적용) 광학 리소그래피와 화학 처리를 통해 표면 결함 제거
- 높은 결맞음 시간을 유지하며 다양한 온도 범위에서 테스트 완료

○ 연구의 의의

- (양자 컴퓨팅 **시스템 확장성 개선**) 높은 온도 작동 가능으로 냉각 장치의 부담 완화

- 단일 시스템에 더 많은 큐비트 통합 가능성
- (하이브리드 시스템 응용 가능성 확대) 다양한 역적, 전자기적 특성을 가진 시스템과의 호환성 증대
- 양자 센싱, 광 변환, 고에너지 물리학 시뮬레이션 등 활용 가능

ㅇ 한계 및 미래 과제

- (**결맞음 시간 개선 필요**) 고온 환경에서 기존 알루미늄 기반 큐비트보다 잘븐 결맞음 시간
- 제조 기술 최적화를 통한 성능 향상이 필요
- (**고주파 아키텍쳐 개발 필요**) 기존 시스템과의 통합에 따른 하드웨어 복잡성 증가
- 새로운 하드웨어 설계와 성능 개선 연구 필요

ㅇ 미래 연구 방향

- (더 높은 주파수 큐비트 개발) 니오븀 기반 접합으로 700GHz 이상 동작 가능성 탐구
- 새로운 에너지 스케일과 양자 실험 영역 개척
- (열적 안정성을 활용한 기술 확장) 알루미늄 큐비트에 고주파 설계 도입 가능성
- 양자 센싱 및 하이브리드 시스템에서의 응용 연구 지속

ㅇ 결론

- 이번 연구는 양자 컴퓨팅 확장성과 비용 효율성을 높이는 데 중요한 진전을 이루었으며, 다양한 응용 가능성을 제시
- 향후 연구가 기술적 한계를 극복하고 양자 컴퓨팅의 상용화를 가속화할 것으로 기대됨

(원문)

1. https://thequantuminsider.com/2024/11/19/scientists-report-superconducting-qubit-hits-72-ghz-offering-path-to-scalable-quantum-systems/