

SEEQC, mK 온도에서 칩 내 큐비트 제어 통합 최초 QC 발표

(2026.04.06., 양자정보연구지원센터)

- SEEQC, 밀리켈빈 온도에서 칩 내 큐비트 제어를 통합한 최초의 양자컴퓨터 발표
 - SEEQC는 Nature Electronics에 발표된 연구를 통해 밀리켈빈 환경에서 큐비트 제어를 칩 내에 통합한 양자컴퓨터를 최초로 구현함
 - 초전도 디지털 로직과 양자 프로세서를 동일한 극저온 환경에서 동작시키는 ‘풀스택’ 시스템 실증
 - 확장 가능한 칩 기반 양자컴퓨팅 아키텍처의 핵심 기술적 진전 제시
 - 기술적 배경 및 문제점
 - 기존 초전도 양자컴퓨터는 상온 제어장치와 극저온 큐비트를 수 천 개의 배선으로 연결하는 구조
 - 시스템 확장 시 배선 밀도 증가, 열 부하 상승, 에너지 소비 및 설계 복잡도 증가
 - 물리적 크기 및 인프라 부담으로 대규모 확장에 한계 존재
 - 핵심 기술 및 구조
 - 극저온 환경에서 동작하는 초전도 디지털 제어 회로를 양자칩과 직접 통합
 - 칩 간 결합(chip-to-chip bonding)을 통해 단일 모듈 구성
 - 디지털 멀티플렉싱을 활용하여 하나의 경로로 다수 큐비트 제어 → 배선 수 대폭 감소
 - 제어 신호를 상온이 아닌 칩 내부에서 생성
 - 실험 및 구현 성과
 - 5-큐비트 초전도 양자 프로세서와 디지털 제어 칩을 통합하여 약 10mK에서 동작 검증
 - Single Flux Quantum(SFQ) 펄스를 활용한 초저전력 제어 신호 생성

- 단일 큐비트 게이트 정확도 99.5% 이상(최대 99.9%) 달성
- 큐비트 성능 저하(코히런스 감소) 없이 제어 회로 동작 확인
- 큐비트당 나노와트 수준의 초저전력 소모
- 열 부하 및 배선 요구량 기존 대비 감소
- 기술적 의의
 - 큐비트와 제어 시스템을 동일한 극저온 환경에 통합함으로써 시스템 레벨 확장 문제 해결
 - 기존 선형적 배선 증가 문제를 완화하고 집적도 향상 가능
 - 양자컴퓨터를 반도체 칩처럼 설계·제조하는 방향 제시
- 산업적 및 시스템적 영향
 - 연구실 수준의 장비에서 데이터센터급 양자컴퓨팅 시스템으로의 전환 가능성 확보
 - 에너지 효율 향상 및 시스템 복잡도 감소
 - 대규모 양자컴퓨터 구현을 위한 핵심 인프라 기술로 평가
- 향후 발전 방향
 - 디지털 플렉스 제어 및 큐비트 판독 기능까지 칩 내 통합 목표
 - 완전 통합형 양자컴퓨팅 아키텍처 구축 추진
 - 수백~수천 큐비트 규모 확장을 위한 기반 기술로 발전 기대
- 본 연구는 개별 큐비트 성능 개선을 넘어, 양자컴퓨터 전체 시스템 구조 혁신을 제시한 사례
 - 초전도 양자컴퓨팅의 확장성, 집적도, 에너지 효율 문제 해결에 중요한 전환점 마련

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/03/20/seeqc-reports-first-quantum-computer-with-integrated-qubit-control-on-a-chip-at-millikelvin-temperatures/>