

그래핀 발전, 더욱 강력한 양자 컴퓨팅 가능

(2024.02.28., 양자정보연구지원센터)

□ MIT 연구팀, 그래핀의 발전이 더 견고한 양자 컴퓨팅으로 이끌 수 있음

○ 전자의 기본 단위

- 전자는 단일 음의 전하를 운반하는 전기의 기본 단위
- 고등학교 물리학에서 가르치는 것처럼, 대부분 자연 속 물질에서는 전자가 전체 음의 전하를 운반하는 것이 주로 발생함

○ 이례적인 상태에서 전자의 분할 현상

- 특별한 물질 상태에서 전자가 전체의 일부로 쪼개지는 현상이 나타날 수 있음, 이를 “분수 전하(fractional charge)” 라고 하는데, 이는 매우 드물며 통제되면 견고하고 오류 허용성 있는 양자 컴퓨터 구축에 도움 될 수 있음
- 이 현상은 일반적으로 “분수 양자 홀 효과(fractional quantum Hall effect)” 로 알려져 있으며, 강한 자기장이 유지되는 상태에서 몇 차례만 관측된 바 있음, 그러나 최근에는 강력한 자기 조작이 필요하지 않은 물질에서도 이 효과를 관측한 연구 결과가 나옴
- MIT 물리학자들은 이 이상한 분수 전하 효과를 관측했는데, 더 간단한 물질인 그래핀의 다섯 층에서 발생함, 결과는 *Nature*에 발표됨

○ 그래핀에서 분수 양자 이상한 홀 효과

- 다섯 개의 그래핀 층이 계단처럼 쌓여있을 때, 이 구조는 외부 자기장이 필요하지 않고도 전자가 전체 전하의 일부로 통과할 수 있는 이상적인 조건을 제공함
- 연구 결과는 결정 구조의 그래핀에서 “분수 양자 이상한 홀 효과” 의 최초 증거이며 물리학자들이 이러한 효과가 나타날 것으

로 기대하지 않았던 그래핀에서 나타남

○ 과학적 의의와 양자 컴퓨팅 가능성

- MIT 물리학자 Long Ju 교수는 “이 다섯 개의 그래핀은 많은 좋은 놀라움이 일어나는 물질 시스템” 라고 함, 분수 전하는 매우 이국적이며, 이 효과를 훨씬 간단한 시스템에서 외부 자기장 없이 실현할 수 있음
- 이 자체가 기본 물리학에 중요하며, 교란에 강한 양자 컴퓨팅의 가능성을 열 수 있음

○ 연구 결과

- 두 개의 그래핀 층을 향해 hexagonal boron nitride(hBN)과 정렬된 경우 전자 간 상호 작용이 더 강해질 수 있음을 계산하고 이를 실험으로 입증함
- 냉장고에서 거의 절대 영도로 생각된 이 구조에 전류를 가하고 전압 출력을 측정함으로써 분수 전하의 흔적을 관찰함
- 결과적으로 그래핀 구조는 분수 양자 이상한 홀 효과를 나타냈으며, 그래핀에서 이 효과가 처음으로 관측된 사례임

○ 추가 연구 방향

- 현재 연구 그룹은 다양한 드문 전자 상태를 탐색하기 위해 다층 그래핀을 계속 연구하고 있음
- 많은 기본 물리학적 아이디어와 응용을 탐험하고 있으며, 더 많은 결과가 나올 것으로 기대하고 있음(Long Ju)
- 연구지원: 이 연구는 Slon 재단과 국가 과학 재단(National Science Foundation)의 일부 지원을 받음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/02/26/mit-researchers-graphene-advances-could-lead-to-more-robust-quantum-computing/>