

반도체 큐빗의 상태제어와 양자프로세서

김도현*

연세대학교 신소재공학부

현대의 반도체 집적도는 단일 소자의 크기가 이미 수십 나노미터에 이르러, 최근에는 실험실 수준에서도 인공적인 양자 두 에너지 준위계, 즉 양자비트(큐빗)를 제작하고 양자중첩 상태의 제어 및 큐빗간의 양자역학적인 얽힘(entanglement)을 시험하는 것이 가능하게 되었다. 본 강연에서는 최근 빠르게 발전하고 있는 반도체 양자점을 이용한 양자역학적 측정분야를 소개한다. 양자소자의 관점에서 좋은 큐빗이란 큐빗의 양자역학적 특성이 유지되는 결맞음 시간(coherence time)내에서 많은 중첩상태를 제어할 수 있는 큐빗을 말한다. 게이트 전압을 이용한 양자점 큐빗, 도핑원자를 이용한 큐빗 등 여러 형태를 소개하고 최근 새롭게 개발된 양자점 스핀-전하 하이브리드(hybrid)큐빗을 소개한다. 반도체 큐빗은 현재 그 제어 신뢰도(gate fidelity)가 99% 이상에 이르렀으며, 따라서 그 정확도를 엄밀하게 평가하는 방법이 요구되고 있다. 실험적으로 가장 많이 사용되는 quantum tomography 방법과 보다 최근 발전하고 있는 randomized benchmarking 방법을 소개하고 실제 반도체 큐빗에 적용된 다양한 예를 소개한다. 단일 큐빗 실험에서 더 나아가 다중 큐빗의 얽힘을 이용한 양자 프로세서를 개발하려는 세계적인 동향을 살펴본다.