

신개념 스핀전자 소자기술

한석희

한국과학기술연구원 스핀트로닉스 연구단

반도체 기반 전자소자는 그동안 급속한 기술적 진보를 통해 오늘날의 정보화 시대를 주도해 오고 있다. 하지만 이러한 반도체 기반 전자소자 기술은 물리적 현상 및 나노공정에 있어서 근본적인 기술적 한계에 접근하고 있으며 따라서 이러한 한계를 극복할 수 있는 새로운 차세대 전자소자 기술의 출현이 강하게 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 등장한 것이 바로 스핀트로닉스(Spintronics) 기술이다. 기존의 반도체 기반 전자소자 기술은 전자의 두 가지 특성인 전하와 스핀 중에서 양자역학적인 스핀을 고려하지 않고 전하만을 전기장으로 제어하는 데 반해 스핀트로닉스 기술은 전자의 전하와 스핀을 동시에 제어하는 기술로서 이 기술을 이용한 스핀전자 소자의 개발을 통해 기존 전자소자의 기술적 한계를 극복할 수 있을 것으로 전망되고 있다. 스핀전자 소자는 스핀의 고유특성인 비휘발성뿐만 아니라 초고속, 초저전력 및 초고주파 등의 특성을 가지고 있기 때문에 차세대 전자소자로서의 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

스핀트로닉스 기술은 금속과 반도체를 기반으로 하는 기술로 각각 대별할 수 있다. 금속을 기반으로 한 스핀트로닉스는 거대자기저항(GMR) 및 자기터널(TMR) 현상을 이용하여 HDD의 재생헤드로 응용되고 있으며 차세대 비휘발성 메모리 소자인 MRAM의 개발에도 응용되고 있다. 최근에는 Spin Transfer Torque (STT) 기술을 이용한 스핀소자 기술에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있으며 이 기술은 현재 차세대 메모리로 주목을 받고 있는 STT-MRAM에 이용되고 있다. 또한 이 기술을 이용하여 Nano oscillator 등 GHz 대역의 고주파 통신소자로서 응용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 반면 반도체를 기반으로 하는 스핀트로닉스는 자성체/반도체 하이브리드 스핀소자 기술과 자성반도체 기술 분야로 나눌 수 있으며 이 기술을 이용하여 Spin FET, Spin LED, Spin RTD 등과 같이 전하, 스핀 및 광기능을 통합한 새로운 스핀 양자 전자소자를 구현하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

국내에서도 이에 대한 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있으며 KIST에서는 현재 ‘신개념 스핀전자 소자 기술 개발’이라는 과제로 연구를 수행하고 있다. 여기에서는 스핀트로닉스 기술에 대한 개론 및 현재 KIST가 중점적으로 연구하고 있는 분야를 중심으로 최근 연구결과에 대해 발표하고자 한다.