

## 비자성 2차원 양공계에서의 고유 비정상 홀효과

노화용<sup>1</sup>, 이승조<sup>1</sup>, 천승현<sup>1</sup>, 김형찬<sup>2</sup>, L.N. Pfeiffer<sup>3</sup>, K.W. West<sup>3</sup>

<sup>1</sup>세종대학교, <sup>2</sup>국가핵융합연구소, <sup>3</sup>Bell Labs Alcatel-Lucent

전하운반자의 스핀분극과 스핀-궤도 결합에 기인하는 비정상 홀효과는 강자성계에서 나타나는 것이 일반적이거나, 상자성계에서도 외부 자기장에 의해 스핀분극이 생겨나는 경우 관측될 수 있다. 실제로 Mn이 첨가된 ZnSe/ZnCdMnSe/ZnSe 양자우물 구조의 2차원 전자계에서 약한 자기장에 의해 전자의 스핀이 분극됨에 따른 비정상 홀효과가 실험적으로 측정된 바 있다. 본 연구에서는 Mn과 같은 자성원소를 인위적으로 첨가하지 않은 비자성 2차원계에서 강한 평행자기장에 의해 스핀분극을 유도하고, 약한 수직자기장에 의한 홀효과를 측정함으로써 비정상 홀효과를 측정하였다. 특히, 이동도가 높아 불순물의 효과가 적은 동시에 Rashba 효과가 비교적 큰 GaAs 기반의 2차원 양공계를 사용함으로써 고유 비정상 홀효과의 검출을 시도하였다. 2차원 양공계의 평면으로부터 1.05도 이하의 작은 각도만큼 기울어진 방향의 자기장을 7T의 크기까지 가함으로써, 강한 평행자기장에 의한 스핀분극이 나타남과 동시에 약한 수직자기장에 의한 홀효과가 나타날 수 있도록 하였다. 측정된 홀저항은 자기장이 증가함에 따라 선형적인 거동으로부터 약간 벗어나 홀계수가 점차 감소하여 최소값을 보인 후 다시 증가하는 현상이 나타났으며, 평행자기장이 충분히 커지게 되어 양공의 스핀이 완전히 분극되는 경우 그러한 변화는 사라지게 되어 홀계수가 일정한 값으로 포화되었다. 이러한 결과는 two-band model에 의한 홀계수의 변화 혹은 상호작용효과에 의한 홀계수의 변화로는 설명이 되지 않으며, 비정상 홀효과에 의한 것으로 판단된다. 측정된 홀저항으로부터 추출한 비정상 홀전도도는 자기장에 대해 비단조적인 의존성을 나타냄으로써, 2차원 전자계에서의 고유 비정상 홀효과에 대한 이론적 계산과 매우 흡사한 경향을 나타내었다.