

磁性ナノ構造/半導体の*in situ*光電子分光

東大工 岡林潤

jun@sr.t.u-tokyo.ac.jp

電子のスピンと電荷を共に制御する半導体スピントロニクスの研究が近年盛んに行われている。中でも、III-V族希薄磁性半導体、磁性体ナノ構造は次世代デバイス化の観点から作製、物性評価が精力的に行われている。電子構造の解明のための強力な実験手法である光電子分光は従来、温度変化、組成変化をパラメータとした実験が主流であった。しかし、今後のスピントロニクスへの放射光光電子分光からの戦略として、ナノ構造の形状をパラメータとした人工物質の電子構造の解明がある。そのためには、試料作製後、大気中に出すことなく超高真空中を搬送して測定することが不可欠である。我々は、分子線エピタキシー(MBE)と光電子分光を直結したシステムを開発し、スピン制御半導体(Ga,Mn)Asの関連物質である強磁性体MnAsを中心に形状及び構造に依存した電子構造の解明を行ってきたので報告する。

KEK-PF BL-1Cにおいて、MBEと光電子分光装置(Gamdata-Scienta社製SES-100)を直結させ、GaAs(001)基板上に六配位NiAs型MnAs薄膜、及び硫黄終端化した表面に四配位閃亜鉛鉱型MnAsドットを密度を変えて成長した。ドット密度をパラメータにし、MnAsドットのパーコレーションの様子を放射光を用いたMn3p-3d共鳴光電子分光法を用いて調べた。光電子分光測定後は、表面形状を原子間力顕微鏡(AFM)、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて確認し、量子干渉磁束計(SQUID)を用いて密度と磁性の関係を明らかにした。

図1に閃亜鉛鉱型MnAsドットの共鳴光電子スペクトルを示す。参照として(Ga,Mn)As、MnAs薄膜のスペクトルも示す。MnAsドットのスペクトルは六配位NiAs型MnAs薄膜と異なりフェルミエッジが抑えられており、(Ga,Mn)Asに似たスペクトル形状をしていることから、四配位の電子構造を示唆している。ドット密度を増やしていくと、フェルミエッジが観測でき、ドット間のパーコレーションにより金属に転移していく様子が光電子分光によって観測できた。その他に、(Ga,Mn)Asの高温アニールによりMnAsナノクラスターをGaAs中に析出させた際、及びMn層をGaAs中に δ ドーピングした際の電子構造の変化についても紹介し、MnAsを中心とした形状に依存した電子構造について議論する。

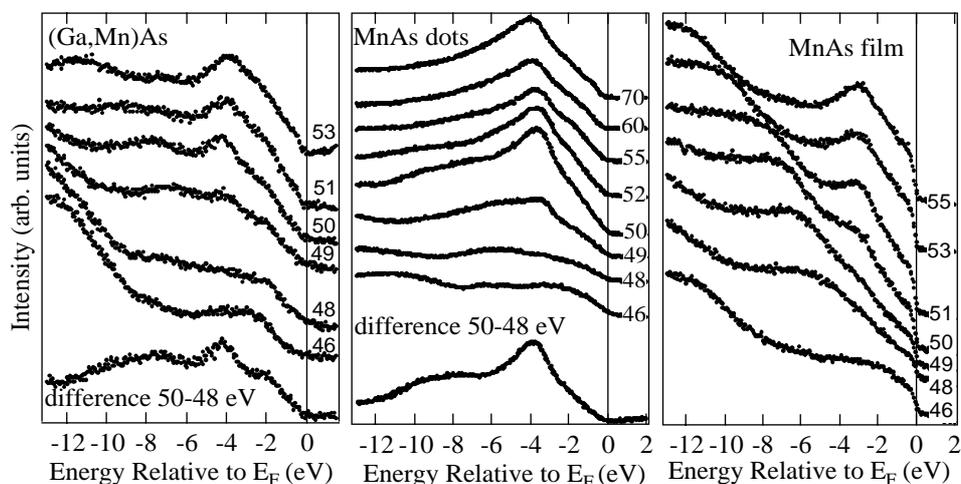


図1：3p-3d共鳴光電子スペクトル。(左) (Ga,Mn)As; (中) MnAsドット; (右) MnAs薄膜