

機能性薄膜の放射光角度分解光電子分光

横谷尚睦

岡山大学 大学院自然科学研究科 理学部附属界面科学研究施設

我々のグループでは、岡山大学近隣のSPring-8およびHiSORを利用し、機能性物質の電子状態研究を行っている。SPring-8においてはBL25SUおよびBL27SU、HiSORにおいては岡山大学専用ビームライン(BL5)を主に用いている。本発表では、SPring-8およびHiSORの放射光角度分解光電子分光を用いた超伝導ダイヤモンドとその関連物質の電子状態研究を中心に報告する。

2004年にロシアのグループによって発見された超伝導ダイヤモンド[1]は、半導体に起こる超伝導として注目を集めた。現在超伝導転移温度の最高値は11K程度であるが、理論的にはより高い超伝導転移温度の可能性も議論されている。超伝導を誘起する電子構造が不純物バンド由来なのかそれとも母相のダイヤモンド由来なのか？[2]という疑問に始まり、不純物散乱が超伝導機構と密接に関連する新しいタイプの超伝導体であるとの提案[3]もあり、応用的にも学術的にも重要な研究対象となっている。超伝導の発見は、高温・高圧化で作製された試料に対してであったが、ドーパ料を変化させることができ、さらにはホモエピタキシャル膜を作製することのできるCVD法で作製された試料は、その電子状態の研究に重要な役割を果たした。図1、2にSPring-8のBL25SUで行った高濃度硼素ドーパ超伝導体薄膜の軟X線角度分解光電子分光の結果を示す[4]。価電子帯全体のバンド分散(図1)は、純粋なダイヤモンドのバンド計算と一致し、高濃度硼素ドーパによりダイヤモンド構造が保たれていることを示す。フェルミ準位(E_F)近傍の電子構造の硼素濃度依存性(図2)は、ドーパに伴い、価電子帯の頂上が削れ、価電子帯の頂上にホールが導入されていくことを示す。これらの結果は、非常に分散の大きなバンドが金属特性と超伝導に密接に関連することを示唆する。発表では、高濃度硼素ドーパシリコンの角度分解光電子分光についても触れ、ダイヤモンド超伝導体の電子状態との差異についても議論する。

参考文献

- [1] E. A. Ekimov et al., Nature **428** (2004) 542.
- [2] 例えば, L. Boeri et al., Phys. Rev. Lett. **93** (2004) 237002; G. Baskaran, cond-mat/ 0404286等.
- [3] T. Shirakawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. **76** (2007) 014711.
- [4] T. Yokoya et al., Nature **438**, (2005) 647.

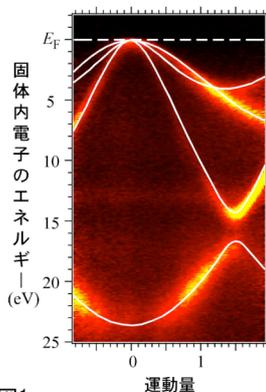


図1

軟X線角度分解光電子分光で観測されたホウ素ドーパダイヤモンドの価電子帯全体のバンド分散。強度の強い部分が実験的に得られたバンド分散で、白色の曲線が理論的バンド分散を示す。非常に良い一致を示している。

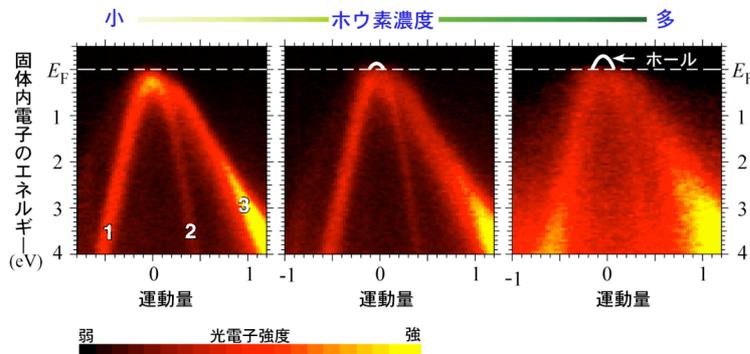


図2

軟X線角度分解光電子分光で観測されたホウ素ドーパダイヤモンドのフェルミ準位近傍のバンド分散。図中の色は、光電子強度を示し、強度が強い部分がバンドに対応する。バンド1と2からなる放物線状の曲線は、最低ドーパ試料(非超伝導体)においては頂上を示すが(左図)、ドーパ量が増える(中、超伝導転移温度 $T_c=2K$)に従いその頂上は見えにくくなり、最高ドーパ試料(右図、 $T_c=7K$)では頂点が切断されているように見える。このことは、ホウ素ドーパに伴いバンドの頂上にホール(白太線)が導入されることを示す。