

課題番号 : 2021B-E23
利用課題名 (日本語) : 軟 X 線角度分解光電子分光による BiS₂ 系層状超伝導体のバルク電子状態
Program Title (English) : Bulk electronic structure of BiS₂ based layered superconductors studied by soft x-ray ARPES
利用者名 (日本語) : 片岡範行^{1,2)}, 横谷尚睦^{1,2)}, Li Yajun^{1,2)}, 瀬戸口太朗²⁾, 脇田高德^{1,2)}
Username (English) : N. Kataoka, T. Yokoya, Y. J. Li, T. Setoguchi, T. Wakita
所属名 (日本語) : 1) 岡山大学 異分野基礎科学研究所 2) 岡山大学 大学院自然科学研究科
Affiliation (English) : 1) RIIS, Okayama Univ., 2) Grad. Sch. Nat. Sci. Technol. Okayama Univ.
キーワード : 軟 X 線角度分解光電子分光, BiS₂ 系層状超伝導体

1. 概要 (Summary)

軟 X 線光電子分光を用いて、LaO_{0.5}F_{0.5}Bi_{0.9}Pb_{0.1}S₂ の内殻光電子分光スペクトルの温度依存性を測定した。その結果、電気抵抗に異常が現れる温度を境に、Bi4f および S2p 内殻準位光電子分光スペクトルに顕著な変化を観測した。また、この変化は、電気抵抗に異常のない LaO_{0.5}F_{0.5}BiS₂ では観測されないこともわかった。これらの結果は、電気抵抗の異常には、Bi および S 周りの化学環境の変化が深く関与していることを示唆する。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

R(0,F)BiS₂(R=rare earths)で表される BiS₂ 系層状超伝導体は、R サイトの元素置換効果はよく調べられているが、Bi サイトの元素置換効果についてはよくわかっていない。最近、Bi サイトに Pb を置換することで、100K 付近で電気抵抗に異常が現れることがわかってきた。また、Pb 置換を行った試料では、超伝導転移温度が 5K 程度まで向上し、体積分率も大幅に増加する。Pb 置換の与える影響を調査することで、BiS₂ 系層状超伝導体の超伝導転移温度の向上に繋がることを期待される。この電気抵抗の異常は比熱やゼーベック係数にも現れるため、電子状態にも変化が現れることが予想されると考えている。本実験では、Pb 置換が電子状態に与える影響を調べることを目的として、軟 X 線光電子分光を用いてバルク電子状態を明らかにする。

測定には LaO_{0.5}F_{0.5}BiS₂、LaO_{0.5}F_{0.5}Bi_{0.9}Pb_{0.1}S₂ 単結晶試料を用いて、電子状態の比較測定を行なった。試料の清浄表面は超高真空下で 150K の試料温度で劈開することで得た。電気抵抗の異常の原因を探るために、内

殻準位および価電子帯の光電子分光スペクトルの、50-200K の範囲における温度依存性測定を行った。測定は SPring-8 BL23SU に設置されている角度分解光電子分光装置を用いた。エネルギー分解能は 100-200meV 程度に設定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

価電子帯スペクトルは強度が非常に弱く、マシンタイム中に十分な統計制度を得ることが難しかったため、主に La4d、O1s、F1s、Bi4f、S2p、Pb4f 内殻準位の温度依存性を測定した。Pb 置換を行っていない試料では、内殻準位に顕著な温度依存性は現れないことがわかった。一方で、Pb 置換を行った試料では、100K 以下で Bi4f および S2p 内殻準位光電子分光スペクトルにピーク位置およびスペクトル形状の変化を観測した。この結果は、Pb 置換を行なった試料のみ Bi および S 周りの化学環境に温度変化が現れていることを示唆している。このスペクトル形状の温度変化は電気抵抗の異常が現れる温度と良い一致を示すため、電気抵抗の異常には、Bi および S 周りの化学環境が深く関与していることが推察できる。今後は、実験データの詳細な解析および理論モデルとの比較を行い、超伝導特性の変化との関連も調査する。

4. その他・特記事項 (Others)

実験にご協力いただきました原子力研究機構の藤森伸一氏及び川崎郁斗氏に感謝いたします。