

Si-LBOハイブリッド基板を用いた中性子イメージング用超伝導トンネル接合のX線照射実験

^a埼玉大学, ^b産業技術総合研究所

藤澤優一^a, 田井野徹^a, 藤井剛^b, 浮辺雅宏^b

目的

中性子は金属等の重い元素には高い透過性を有し、水素やリチウムなどの軽い元素に対して高い感度を持つため、通常のX線等では検出困難な金属で囲まれた内部歪みやストレスなどを非破壊で探るイメージングプローブとして期待されている。近年提案された、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (LBO) 単結晶基板を用いた超伝導トンネル接合 (Superconducting Tunnel Junction : STJ) 中性子検出器は、高速応答・高検出効率という優れた性能を持つ反面、基板全体を1つの中性子吸収体とするため位置分解能が低いという課題があった。

我々はこの課題の解決策として、Si基板とLBO基板を接合し中性子吸収体であるLBOをピクセル化した、Si-LBOハイブリッド基板構造を有する中性子検出用STJを提案し、これまで、表面活性化常温接合により形成したSi-LBOハイブリッド基板上へのSTJ作製した。今回、超伝導蛍光X線検出器付走査型電子顕微鏡 (SC-SEM) を用いて、Si-LBOハイブリッド基板上に作製したSTJのX線照射試験を行った。

成果

SC-SEMの外観写真を図1に示す。SC-SEMは、SEM、キャピラリーレンズから成るX線光学系、STJを搭載できる冷凍器で構成されており、SEMで発生させたX線をSTJに高効率に照射することが出来る。

作製した $100 \times 100 \mu\text{m}$ 角のSTJを0.3 Kまで冷却し、電流電圧特性の測定を行った。作製したSTJのサブギャップ電流は約10 nAで、動抵抗は96 k Ω であった。次に、Alターゲットを用いて、Al-K α 線(1487 eV)を発生させ、STJに照射し、エネルギースペクトルを測定した。得られたエネルギースペクトルを図2に示す。Al-K α 線のスペクトル観測に成功し、そのエネルギー分解能は29.4 eVであった。この結果は、ハイブリッド基板を用いたSTJでもフォトン検出が可能であることを示している。

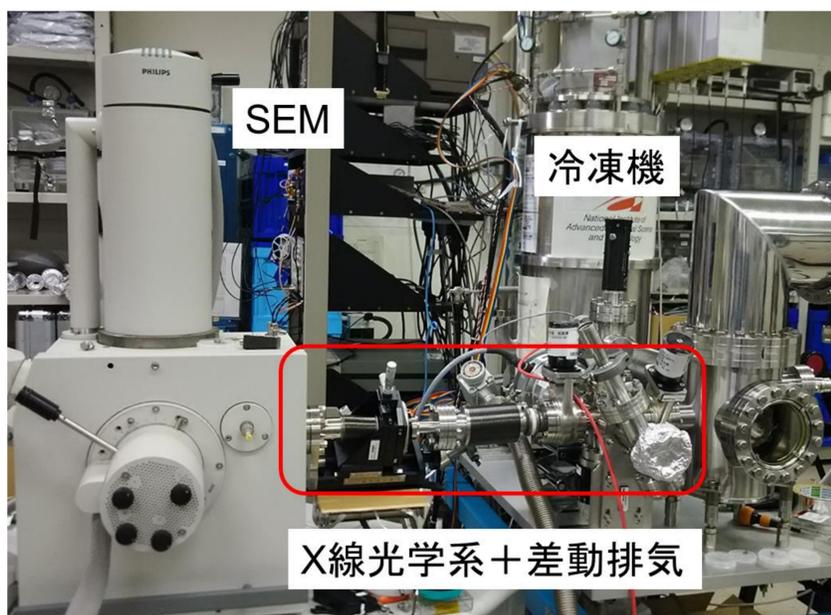


図1. SC-SEM外観写真

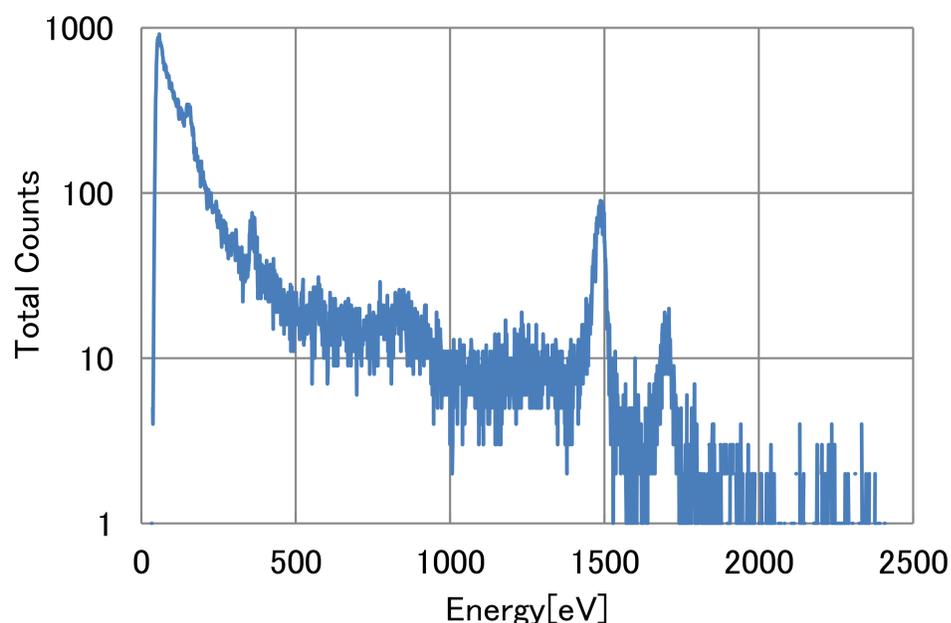


図2. エネルギースペクトル

実施機関からのコメント

埼玉大学が中心になって開発しているSi-LBOハイブリッド基板を用いたSTJ中性子検出器を、産総研が独自開発した超伝導蛍光X線検出器付走査型電子顕微鏡に搭載することで、本検出器構造において、世界で初めてX線スペクトルを観測することに成功した。本成果は、国際会議での発表および論文発表を行うことが出来たため、秀でた利用成果として申請させていただいた。
(支援実施者：藤井 剛, 浮辺 雅宏)