19p-A22-11

オゾン酸化プロセスによる超伝導トンネル接合 X 線検出器のエネルギー分解能向上

Improvement of energy resolution of Nb/Al Superconducting tunnel junction by using ozone (O_3) gas

産総研[1]　○浮辺 雅宏[1]、藤井　剛[1]、大久保雅隆[1]

AIST[1] ○Masahiro Ukibe[1], Go Fujii[1], Masataka Ohkubo[1]

E-mail: ukibe-m@aist.go.jp

背景：超伝導トンネル接合(STJ)検出器は、高性能エネルギー分散型検出器として放射光施設などにおける X 線分析に応用されている。我々の 100 素子 Nb/Al STJ アレイ検出器は、12 eV@400 eV という高エネルギー分解能を達成し、半導体検出器では不可能な微量軽元素の X 線吸収分光(XAFS)測定を実現している。しかし、現在のエネルギー分解能は理論的に予想される値に比べ 10 倍程度大きな値である。理論値からのずれの一因としては、X 線光子吸収により STJ 中に発生する準粒子のトンネル確率が小さいことが考えられる。準粒子のトンネル確率は STJ の臨界電流密度(J_c)に比例し、J_c はトンネル層の厚さが薄いほど大きな値となるため、高エネルギー分解能を実現するためには、システム雑音の増大をもたらす漏れ電流(I_L)を増加させることなく、より薄いトンネル層をもつ STJ を作製しなければならない。トンネル層作製のための従来の方法（分子状酸素による Al の表面酸化）では限界があり、我々は、分子状酸素に比べ非常に強い酸化力を持つオゾン（O_3）ガスによるトンネル層作製を試みた。その結果、Jc が約 900 A/cm^2 で I_L が 30 nA@0.3 mV という良好な特性を得ることが出来た。これは、O_3 ガスを用いたことで、Al が十分に酸化され高品質なトンネル層となったためであると考えられる。オゾン酸化プロセスにより作製した STJ を 0.3K に冷却し、X 線検出特性を評価した。

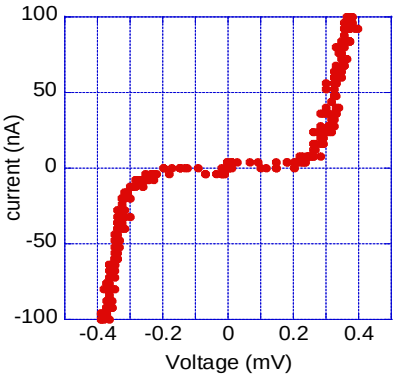

図 1. 電流電圧特性

実験：図 1 に評価した STJ の電流電圧特性を示す。使用した STJ は、Si 基板上に成膜された Nb(100 nm)-Al(70 nm) / AlOx / Al(70 nm) - Nb(300 nm)多層膜からなり、1 素子のサイズは 100 μm 角である。軟 X 線源を用いて、STJ に炭素(C)、酸素(O)、アルミニウム(Al)の各 Kα線を照射した。得られた軟 X 線スペクトルを図 2 に示す。同じエネルギーの X 線に対して、本 STJ では、分子状酸素を用いて作製した従来の STJ(Jc:200 A/cm^2)に比べ 11 倍以上高い信号出力を得ることに成功し、10.9 eV@C-Kα というこれまでで最も良好なエネルギー分解能を実現した。

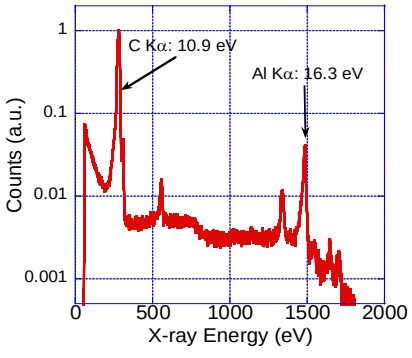

図 2. X 線スペクトル

© 2014 年　応用物理学会