$YBa_2Cu_3O_7$ 薄膜表面抵抗のイオン照射効果

Ion irradiation effect on surface resistance of $YBa_2Cu_3O_7$ thin films

山大理工 [1]，日新イオン機器 [2]　高梨直希 [1]，齊藤敦 [1]　○大嶋重利 [1]，永山勉 [2]
Yamagata Univ. [1], Nissin Ion Equipment [2], ◦Naoki Takanashi[1], Atsushi Saito, Shigetoshi Ohshima[1], Tsutomu Nagayama[2]
E-mail: ohshima@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導薄膜を高磁場中で動作するデバイス、例えば NMR 用検出コイルなどへの応用では高磁場下で低表面抵抗を有することが必須である。我々はそのために、薄膜中に人工ピンを導入することが有効であると報告している[1]. 特にイオン照射法はＮＭＲコイル作製において有効な人工ピンの導入手段として注目している。今まで、Si イオン照射について検討してきたが、今回新たに Mo イオンや In イオンについて検討し、又照射エネルギーを変えた時の効果などを検討したので報告する。

2. 実験方法

用いた YBCO 薄膜は、ドイツ CERACO 社から購入したサファイア基板上の膜厚 300nm のものである。イオン照射は、日新イオン機器㈱の EXCEED＆IMPHEAT 装置を用い、条件は、エネルギー50~600keV, ドーズ量は 1~8x10^{12}/cm^2,チルト角 7 度、室温で行った。表面抵抗の測定は、サファイアロッド共振器法で行った。測定温度は 10~90K,印加磁場は 0~5T、測定周波数は 21.8GHz である。

3. 実験結果及び検討

図 1 に、エネルギー200keV, ドーズ量 4.0x10^{12}/cm^2 で Si,Mo,In イオン及び未照射の YBCO 薄膜の無磁場中表面抵抗の温度変化を示す。未照射 YBCO 薄膜の表面抵抗は 40K 以下の低温では一番大きな値を示しているが、60K 以上の高温になると最も小さくなっている。一方、イオン照射した薄膜は、低温領域では未照射より小さいが、高温になると大きくなっている。

図２に図１で示した薄膜の表面抵抗の磁場依存性を示す。印加磁場方向は薄膜面に垂直である。その結果、未照射 YBCO 薄膜の表面抵抗は印加磁場を大きくすると急激に増加するが、イオン照射した YBCO 薄膜の表面抵抗はその増加が小さくなっている。特に Si イオンを照射した薄膜の表面抵抗の増加は最も小さい。これは、イオン照射により形成された人工ピンが、磁束量子の動きを抑制し、表面抵抗の増加を抑えているものと解釈できる。また、照射エネルギーを変えた場合、ドーズ量を変えた場合でも表面抵抗の磁場依存性が異なることが分かった。

詳細は当日報告する。

4. まとめ

イオン照射により YBCO 薄膜の磁場中表面抵抗は小さくなることが分かった。また同じエネルギー、同じドーズ量では Si イオンが最も効果的であることが分かった。

参考文献

1. 佐藤等「人工ピン止め点(APCs)を導入した YBCO 薄膜の表面抵抗の磁場依存性」低温工学 49 巻 3 号(2014)113-11

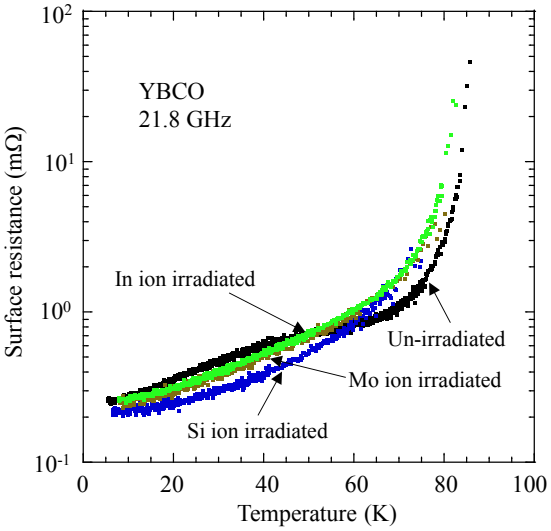

Fig.1 Temperature dependence of surface resistance of YBCO films with and without ion irradiation

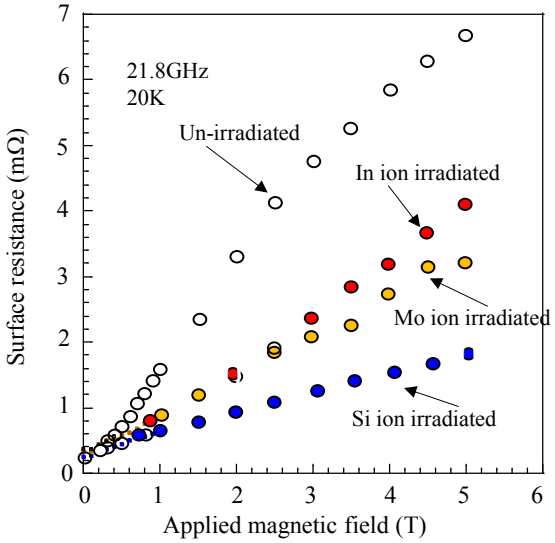

Fig.2. Applied magnetic field dependence of surface resistance of YBCO films with and without ion irradiation