

氏名(本籍)	いし かわ のり と 石川 法人(茨城県)		
学位の種類	博 士(工 学)		
学位記番号	博 乙 第 1650 号		
学位授与年月日	平成12年7月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	酸化物超伝導体における高エネルギーイオン照射効果の研究		
主査	筑波大学教授	理学博士	工 藤 博
副査	筑波大学教授	工学博士	水 林 博
副査	筑波大学教授	工学博士	吉 崎 亮 造
副査	筑波大学助教授	工学博士	鳥 邦 博
副査	筑波大学講師	工学博士	谷 本 久 典

論 文 の 内 容 の 要 旨

イオン照射は、固体中に欠陥を導入する方法としてよく使われるが、100MeV程度以上の高エネルギーイオンを酸化物超伝導体に照射した場合の照射欠陥を制御する物理的パラメータは確立されていない。本論文は、照射欠陥を決定する物理的パラメータを明らかにするために、酸化物超伝導体における高エネルギーイオン照射効果について調べ、さらに照射欠陥と磁束との相互作用についての研究を行った。

(a) イオン照射した酸化物超伝導体の格子定数測定による欠陥生成過程の研究

(b) イオン照射した酸化物超伝導体の電気抵抗測定による欠陥生成過程の研究

これらの研究は、酸化物超伝導体 $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (EBCO) の薄膜に、比較的低エネルギー ($\sim 1\text{MeV}$) のイオン照射と、比較的高エネルギー ($80\text{MeV} - 3.84\text{GeV}$) のイオン照射を行い、その広範囲のイオンエネルギーにおける欠陥生成メカニズムを議論した。低エネルギーイオン ($\sim 1\text{MeV}$) 照射の結果、欠陥生成率に相当するc軸長の照射量に対する伸び率、電気抵抗の照射量に対する増加率がそれぞれ核的阻止能 S_n (入射イオンが試料中を単位距離進む間に入射イオンからターゲット原子に弾性衝突によって伝達されるエネルギー) に linear に依存することが分かった。これは、低エネルギーイオン照射においては、弾性的はじき出しが支配的な欠陥生成過程であることを示すものである。それに対して、高エネルギー ($80\text{MeV} - 3.84\text{GeV}$) の照射の結果、弾性的はじき出しによる欠陥生成の効果は無視できるほど小さく、電子励起による欠陥生成が支配的であることが分かった。照射効果を表すc軸長の照射量に対する伸び率や、電気抵抗—照射量曲線から求めた柱状欠陥の直径と柱状欠陥内電気抵抗率が、電氣的阻止能 S_e (入射イオンが試料中を単位距離進む間に入射イオンからターゲット中の電子に伝達されるエネルギー) だけでは記述することが出来ず、初期イオン化率 dJ/dx (入射イオンが試料中を単位距離進む間にイオン化されるターゲット中の原子の数) でスケールされることを明らかにした。これらの結果は、これらの結果は、高エネルギーイオン照射によって、ターゲット中の原子がイオン化され、イオン化された原子同士のクーロン反発力が引き金になって照射欠陥が生成される、ということを示している。

(c) イオン照射した酸化物超伝導体における柱状欠陥と磁束との相互作用の研究

超伝導状態における量子磁束と柱状欠陥との相互作用について調べたものである。c軸方向のまわりに照射方向を分散させるスプレー照射効果を、酸化物超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (YBCO) に 200MeV Au イオンを照射し、照射前後

における J_c の磁場角度依存性を測定する実験を通して調べた。その結果、照射方向を分散させること自体による J_c 増加の効果を観測することが出来た。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、酸化物でありながら金属的な振る舞いをし、さらに超伝導ともなるイオン性結合の強い系を対象に 1MeV 程度の低エネルギーから数 GeV の高エネルギーまで極めて広いエネルギー範囲でイオン照射効果の研究を行った。照射による欠陥の生成を格子定数の変化や電気伝導率の変化として観測し、欠陥生成のメカニズムが核的阻止能や電氣的阻止能のような単純なことではなく、初期イオン化率に対しきれいな相関性を持つことから、高エネルギーイオン照射によってターゲット中の原子がイオン化され、イオン化された原子同士のクーロン反発力が引き金になって照射欠陥が生成される、という新たなメカニズムを実験的に提唱した。これらの研究は実験と合理的推理が良くなされており高く評価できる。今後は新たなメカニズムの適用範囲やよりマイクロな過程にまで研究を深めて頂きたい。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。