

# 主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	堀切康平
主 論 文 題 目： 電流分光法を用いたトンネル接合に関する研究				
(内容の要旨) トンネル接合の状態を解析する方法として、微小な電流を検出できる電流分光法は有用であるが、その方法は確立されていない。そこで、絶縁層として $\text{AlO}_x$ を用い、その酸化過程に電流分光法を適用し、絶縁層の状態と電流分光スペクトルの対応関係を調べ、電流分光法によってトンネル接合の状態を評価できるようにした。また、それを用いてトンネル接合の絶縁破壊のメカニズムの解明を試みた。 第1章では電流分光法の原理について説明し、従来の電流分光法について述べた。そして、Al 薄膜の酸化過程、絶縁破壊の研究の原状について述べた。 第2章では試料の作製及び評価方法を述べた。 第3章では Al 薄膜の酸化過程を明らかにし、電流分光法によって $\text{AlO}_x$ を評価できるようにしたことについて述べた。 Al 薄膜は酸素が Al 薄膜の表面から酸化され、 $\text{AlO}_2$ が形成される。その後、金属 Al を均一に有したアモルファスの $\text{Al}_2\text{O}_3$ が形成され、最終的に金属 Al は含まれていない均一な結晶 $\text{Al}_2\text{O}_3$ になる。薄膜中に金属 Al を含むトンネル接合は分光スペクトルの $\pm 0.03 \text{ V}$ にピークを持つが、薄膜内に金属 Al を含まないトンネル接合はピークが観察されないことから、このピークは金属 Al に由来することがわかった。また、不均一な $\text{AlO}_x$ を持つトンネル接合の電流分光スペクトルは非対称なスペクトルであり、均一な $\text{AlO}_x$ を持つトンネル接合の電流分光スペクトルは対称なスペクトルを持ち、分光スペクトルの対称性から絶縁層の均一性が評価できるようになった。 第4章では、電流分光法を用い、トンネル接合の絶縁破壊後を解析したことについて述べた。 電圧の印加方向に関係なく、トンネル接合の印加電圧が低いとトンネル抵抗が増加し、印加電圧が高いとトンネル抵抗が減少する。しかし、マイナスに電圧を印加したほうが寿命は長い。マイナスの電圧の印加により非対称な電流分光スペクトルが対称なスペクトルになった。これは、 $\text{AlO}_x$ 内の金属 Al が酸化されたと考えられる。つまり、金属 Al が酸化して均一な絶縁層になったために破壊しにくくなったと考えられる。絶縁破壊したトンネル接合の電流分光スペクトルを測定した結果、破壊前の接合の分光スペクトルには見られなかった鋭いピークが $\pm 0.09 \text{ V}$ に出現した。このピークは Al に関係している。絶縁破壊によってオーミックショートしたのならば、ピークは出現しないはずである。したがって、電流分光スペクトルにピークが出現したことから、絶縁破壊によりピンホールのようなものが出来てオーミックショートしたという簡単なモデルでは破壊後の $\text{AlO}_x$ の状態を説明できない。 第5章では本研究の結論を述べた。 分光スペクトルからトンネル接合の酸化状態を評価できるようにした。また、電流分光法の適用により、電流電圧特性からは評価できなかったことも解析できるようになった。				