【127】

氏　名(国　籍)	陳　立新(中　国)
学位の種類	博　士(工　学)
学位記番号	博甲第 1,878 号
学位授与年月日	平成10年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Study of Hall Effect in the Mixed State of Superconducting $Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$Single Crystals (超伝導$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$単結晶における混合状態のHall効果の研究)

主　査	筑波大学教授	工学博士	吉崎亮造
副　査	筑波大学教授	理学博士	植　寛素
副　査	筑波大学教授	工学博士	瀧田宏樹
副　査	筑波大学助教授	工学博士	喜多英治

論文の内容の要旨

従来の超伝導体混合状態のホール効果は磁束線フローに伴う常伝導コア部分の移動から生じるとされており混合状態のホール係数の符号は常伝導状態の符号と一致していた。しかし，高温超伝導体の混合状態のホール係数の符号は常伝導状態の符号と異なることが発見され，その原因の解明が進められている。これまでの研究では$YB_2C_3O_7$（YBCO）や$NdBa_{2-x}Ca_xCuO_7$（NBCCO）などのように異方性の弱い超伝導体ではホール係数は負に反転するだけであり，一方，$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$（BSCCO）や$Tl_2Ba_2CaCu_2O_8$（TBCCO）のように異方性の強い超伝導体における符号反転は超伝導転移温度T_cの直下で起こり，さらに低温では再び正になることが知られていた。さらに，不可逆温度近傍の磁束ピニングの強い温度領域でホール抵抗ρ_{xy}が縦抵抗ρ_{xx}との間にスケール側$|\rho_{xy}| \propto \rho_{xy}^{\beta}$が成り立つことが明らかにされていた。

本研究では，異方性の極めて強い超伝導体として知られているBi-2212相（$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$）単結晶について，超伝導状態の混合状態におけるホール（Hall）効果の符号反転のメカニズムの解明のため欠陥を導入した試料についてホール効果の研究を行った。超伝導を担うCuO_2面内のCu原子をZnやNi原子で置換し，欠陥を導入した単結晶を作製した。比抵抗ρ_{xx}の温度依存性がT-linearの時，符号反転の性質に大きな変化は見られなかった。しかしスケール側のパラメータは欠陥導入前は$\beta=2$であったものがZn置換した試料では$\beta=1.43$に，Ni置換した試料では$\beta=0.73$と欠陥によって変化することが見出された。この結果は，従来スケールパラメータは重イオン照射し欠陥を導入した試料では変化しない，という結果と反するものであった。このことは，スケール則の成り立ちが単純なものではなく，磁束と欠陥のミクロな相互作用を反映していることを示している。

比抵抗ρ_{xx}の温度依存性がTcの直上でT-linearから上向きにはずれるような欠陥の多い試料では，従来観測されていたホール係数の符号反転に加え，さらに低温でもう一度符号反転が起きることが発見された。即ち，ホール係数はTcの直下で一度正から負に反転し，さらに温度を下げると負から正に反転する。このような従来の振る舞いに加え，さらに低温でもう一度正から負に符号反転することが観測された。このような多重の符号反転の結果は，多くの提案されている理論の選別を迫るものであり，符号反転のメカニズムの解明に大きな役割を果たすものである。

本研究では実験的にこの多重の符号反転の原因を解明するため，従来と同じ符号反転を示す試料について真空

中アニールを施し欠陥の導入を行った。このような試料では，比抵抗ρ_{xx}の温度依存性がT_cの直上でT-linearから上向きにはずれる振る舞いを示す。この試料のホール係数は，Tcの直下で一度正から負に反転し，さらに負から正に反転した後明らかなホール係数の凹みを伴う減少を示した。残念ながら符号反転は起こらなかったが，さらに凹みが大きくなれば多重の符号反転を示すことが明らかとなった。この結果は，欠陥の導入がホール係数の多重符号反転に強く関連していることを示すものである。

審査の結果の要旨

本論文は高温超伝導体で発見された超伝導混合状態におけるホール係数の符号反転の原因解明のため，欠陥を導入した試料についてホール係数の測定を行い，スケールパラメータの欠陥による変化，新たなホール係数の符号反転の発見という結果を得た。このように欠陥と磁束線の振る舞いの変化が密接にホール係数の多重符号反転に結びついていることを示すことが出来た。さらに，欠陥の種類とその濃度に対し符号反転やスケールパラメータの変化の関連を定量的に示すことが出来るならさらに優れたものである。本研究の実験結果は従来提案されている理論の選別をはかるものであり，さらにこれらの実験結果を説明できるように理論の進展を促すものである。このような観点からは非常に重要な実験結果を提示している実験結果であるといえる。

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。