

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	福永 哲也				

論文要旨

論文題目	Bi系 2223 相銀シース高温超伝導線材の交流損失に関する研究
------	----------------------------------

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

(Bi, Pb)₂Sr₂Ca₂Cu₃O_x 高温超伝導体を用い、銀シース加工法によって作製した銀芯付丸棒線材と単芯テープ線材および多芯テープ線材を試料とし、液体窒素温度 (77K) での線材の交流縦磁界損失と交流通電損失を測定し、臨界状態モデルを用いた損失特性の解析および数値計算による損失特性の解析を行った。

銀芯付丸棒線材の縦磁界損失と通電損失は、両者ともに超伝導コアにおけるヒステリシス損失と銀シースにおける渦電流損失の和として表される。ヒステリシス損失の振る舞いは臨界状態モデルによってよく説明される。また、渦電流損失の値は電磁気学を用いて得られる理論値とよく一致する。しかし、測定された通電損失は縦磁界損失に比べて 20-50% 小さい。この違いは超伝導コアの臨界電流密度 J_c の異方性に起因する。数値計算によるフィッティングから求めた J_c の値は、試料長軸方向の値が円周方向の約 3 倍であった。

丸棒線材の交流通電損失を線材の臨界電流 I_c を用いて $\mu_0 I_c^2 / \pi$ で規格化すると、規格化された通電損失は通電電流振幅 I_0 の I_c に対する比 $\Gamma = I_0 / I_c$ と周波数 f および超伝導コア半径と銀シース厚さの関数として表される。この関係を用いて線材の使用条件 Γ と f および線材の太さから銀シースの臨界厚さが決定できることを示した。

22

5

10

15

20

25

テープ線材においては、交流損失の測定方法に問題が現れる。交流通電損失を測定する場合、テープへの電圧端子取り付け位置によって、測定される抵抗性電圧が大きく変化する。正確に交流損失を測定するためには、電圧端子から取り出す電圧リードに、テープ幅の数倍の大きさのループを設け、テープ近傍での誘導電圧も同時に測定する必要がある。

単芯テープ線材の縦磁界損失と通電損失は、両者ともにヒステリシス損失が支配的である。しかし丸棒線材の場合と異なり、通電損失は縦磁界損失に比べて1桁以上大きい。損失値の違いはテープ線材の形状に起因しており、違いの大きさはテープのアスペクト比(w/d)を用いて $\pi(w/d)^{-1}$ となる。また、Norrisの理論を用いた数値計算によりテープ断面内の通電損失密度分布を求め、計算結果からテープ線材の通電損失は大部分がテープエッジ付近の超伝導コア内で発生していることがわかった。

多芯テープ線材の交流損失は、縦磁界損失と通電損失で振る舞いが異なる。縦磁界損失では、ヒステリシス損失は超伝導コアの多芯化によって減少するが、これに代わって銀シース内の渦電流損失が顕著となり、結果的に損失はそれほど減少しない。通電損失においては、ヒステリシス損失は自己磁界効果によって多芯化しても減少しない。また、数値計算によって求めた多芯テープの通電損失密度分布も単芯テープの場合とほとんど同じ分布をしており、損失は大部分がテープエッジ付近で発生するヒステリシス損失であることが明らかになった。