

1993年国際低温材料会議

ロスアラモス国立研究所の訪問

金属材料技術研究所 筑波支所

主任研究官 竹内孝夫

(平成4年度国際会議等参加助成 AF-92050)

1. 開催日時：1993年7月12日～7月16日
2. 開催場所：アメリカ合衆国 ニューメキシコ州
アルバカーキ市

3. 国際会議報告：

本国際会議には、同時・同会場で開催された米国低温工学会と合わせて、日本からの50名をはじめ19ヶ国から約600人の研究者及び技術者が参加した。酸化物超電導体の発見以来、構造材料を含めた低温材料の研究が以前にまして活発になり、これに携わる研究者が年々確実に増えていると実感させられた。

「大きな線材全断面積当たりの臨界電流密度 (overall Jc) を有する V_3Si 超電導極細多芯線」の題目で以下のような研究発表を行った。

V_3Si は、臨界磁界が20テスラを越すことから、強磁界特性の優れた新しいA15型化合物超電導材料として注目されている。しかし、同じA15型に属し現在広く利用されている Nb_3Sn の製造法 (ブロンズ法) を V_3Si に適用すると、目的の V_3Si よりも V_5Si_3 が優先的に生成するため、ブロンズ法で製造した V_3Si 極細多芯線材の overall Jc は、実用化レベル (1×10^4 A/cm²) より遙かに低かった。

本発表では、従来のブロンズ法に独創的な改良を加えることにより、overall Jc を大幅に向上できた。この新しい方法では、熱処理の初期段階で優先的に厚く生成した V_5Si_3 化合物層を短時間で分解させ、それにかわって V_3Si 化合物層を結晶粒の粗大化を伴わずに厚く生成させる。作製の順序は、Cu-Si合金 (ブロンズ) 管にV棒を挿入した複合線を作製し、これを多数本束ねてTa管に複合したものを伸線加工する。次にこれらをブロンズ管に再挿入して伸線加工を行い、700～850℃で熱処理した各V芯の廻りに $V/V_3Si/V_5Si_3$ /ブロンズの順で化合物層を拡散生成する。この製法の特徴は、 V_5Si_3 を不安定化させて V_3Si を厚く成長させるために、Siと反応しにくいTaを複合シース材として用い、ブロンズの体積比を調整して、ブロンズからSiの供給

を適正に抑制することにある。また、VとSiの拡散反応を短時間で終了させるため、多芯線構造としてV芯を1μm程度まで加工している。overall Jc (4.2K) の値は5Tで13万A/cm²、12.5Tで1万A/cm²で、従来のブロンズ法による V_3Si 線材より overall Jc が1桁以上高く、 Nb_3Sn 極細多芯線材の特性に匹敵する。この新しい製法では、細い V_3Si フィラメント径が製造可能なことから、超電導フィラメント径に比例するヒステリシス損失を低減できる。またフィラメントの周りに生成する高電気抵抗の V_5Si_3 化合物の層を利用してもう1つの交流損失の原因であるフィラメント間の結合電流を断ち切ることも期待できる。そのため、この線材開発は今後重要となる超電導交流応用に新しい道を開くものと期待される。

本発表は多くの研究者の関心を集め、質疑応答も活発に行われた。また、この発表に引き続き、やはりA15型金属間化合物に属する Nb_3Al 化合物の線材化に関する研究を同僚に代わって口頭発表した。

3. ロスアラモス国立研究所の訪問

国際会議のあと、約150km離れたロスアラモス国立研究所の国立高磁場研究所を訪問し、高磁場発生に関する施設の見学等を行った。同研究所は、軍事核エネルギー利用のための研究所であるが、昨今の冷戦終結に伴い研究内容を平和利用に修正しつつあり、同研究所が有する巨大なモータージェネレーターを瞬間強磁場の発生に利用するプロジェクトが進行中である。そのためにはマグネット設計の高度化を計ると同時に高強度・高電気伝導度材料の開発が急務であること、そして金属材料技術研究所で高磁場発生用に開発中の銅銀二相合金が現在最も有望な材料であること等を討論した。

最後になりましたが、貴財団の助成により、以上のような有意義な会議出席及び研究所の訪問が可能になりました。心から感謝申し上げます。