The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	核融合用 N b 3 S n 極細多心超電導導体の開発に関する研究
Author(s)	多田, 直文
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37620
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【19】

氏名・（本籍）	多田直文（ただ なお ふみ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 9228 号
学位授与の日付	平成 2 年 4 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第5条第 項該当
学位論文題目	**核融合用Nb_3Sn極細多心超電導導体の開発に関する研究**
論文審査委員	（主査）教授 岡田 東一　教授 宮崎 慶次　教授 住田 健二 教授 村上 吉繁　教授 三宅 正宣　教授 山本 忠史

論文内容の要旨

本論文は高磁界用超電導体として実用上現在最も有望と考えられているNb_3Sn極細多心線に関する開発研究をまとめたもので7章から構成されている。

第1章では，まず研究の背景，対象範囲，目的を明らかにして研究の全貌を述べており，核融合装置用大型・高磁界超電導コイルを対象として，実用的なNb_3Sn系極細多心超電導導体の開発を目的として，大容量導体の試作研究とコイルによる長尺導体性能の実証研究を行っている。

第2章では，Nb_3Sn極細多心超電導線材の製作法と性能の均一性・耐歪性を研究比較し，固相反応によるブロンズ法で最適な線材構成を明らかにすると共に0.1KA級／10TのNb_3Sn極細多心線材を開発している。また，この線材を用いて巻線内径61㎜の小型ソレノイドコイルを作り，最大9.3Tの磁界発生に成功している。

第3章では，Nb_3Sn極細多心線材を大容量化するために拡散障壁の構成が臨界温度，臨界電流密度，熱的安定性等の性能に及ぼす影響を明らかにすると共に，高液圧押出法により1KA級／(11〜12) TのNb_3Sn極細多心超電導線材の製造技術を確立している。また，コイル巻線，励磁過程でのNb_3Sn導体に加わる歪挙動を定量化し，巻線内径150㎜の中型パンケーキ・コイルで最大12.2Tの磁界発生に成功している。

第4章では，高強度・高安定化をはかった3種類の10KA級／12TのNb_3Sn大容量超電導導体の開発について述べている。技術的には，冷間加工した安定化銅，高性能伝熱面，高純度AI安定化材など新機軸を採用し，日本原研TMC-1および九大TRIAM-IMなどの核融合装置を製作している。これらは最大磁界12.2Tおよび11.0Tまで達成し，核融合装置用大型高磁界Nb_3Sn超電導マグネットを世界で

初めて実証している。また，将来の核融合装置で問題となる超電導導体安定化材の極低温での高速中性子照射試験を行っている。照射による電気抵抗の増加および室温までの抵抗回復過程を解析し，照射による超電導マグネットの安定限界を明らかにしている。

第5章では，Ti入りブロンズの加工性を研究して，Nb_3Sn より高磁界特性に優れた1KA級／15Tの$(Nb, Ti)_3Sn$の密巻きコイル巻線に加圧張力巻線法を採用することによって，トレーニング効果の少ない15T級高電流密度コイルを製作し，$(Nb, Ti)_3Sn$極細多心超電導線材が15T級の高磁界マグネットに使用できることを確認している。

第6章では，以上の研究開発の結論と今後の問題点を述べている。第7章では，本論文で述べた用語の定義や，学会講演，論文リストなどをまとめて付録として掲載している。

論文審査の結果の要旨

大型の磁場閉じ込め型核融合装置又は将来の核融合炉においては，エネルギーバランスの観点から超電導磁石は必須のコンポネートである。本論文は8テスラ以上の高磁界発生に必要な化合物超電導体である Nb_3Sn の開発に関する研究をまとめたもので，その主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) Nb_3Sn 極細多心線材をブロンズ法を用いて製作し，更にこれを大容量化するため熱的安定性を向上させた拡散障壁付導体を開発している。

(2) 強度を向上させた補強材付 Nb_3Sn 導体を開発し，超電導特性，応力／ひずみ効果の検討を行っている。

(3) 長尺線材製作にあたり均一性に優れた高液圧押出法を採用し電磁気的安定性のよい拡散障壁付1KA／11T級の Nb_3Sn 極細多心超電導線材を開発すると共に線材の製造技術を確立している。

(4) 核融合装置のトロイダルコイルを対象にして安定化と強度を重視した大容量導体，即ち冷間加工した安定化銅と高性能伝熱面を採用した導体を開発している。

(5) 超電導導体の安定化材の中性子照射効果を検討し，低温中性子照射の試験を行い，核融合装置用超電導マグネットの照射による安定限界を明らかにしている。

以上のように本論文は，核融合装置において不可欠な高磁界大型超電導磁石のための線材及び導体開発について多くの新しい知見を得ており，原子力工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。