研究室紹介

森田 太郎

Sophia University, National Institute for Materials Science

March 28, 2020

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

超伝導とは 超伝導の領域(限界)

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

NboSnについて

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

超伝導について

超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

研究テーマ

研究テーマ名

微量元素添加を行った内部スズ法Nb₃Sn線材における拡散反応現象メカニズムの解 明と超伝導特性向上の研究

目次

研究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb₃Snについて

研究室紹介

森田 太郎

研究ナーマ

超伝導について

超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb3Snについて

Nb₃Snの特徴 Nb₃Sn線材の課題 Nb₃Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

超伝導とは

超伝導の特徴

- ▶ 電気抵抗がゼロ
- ▶ 磁場が侵入しない

研究室紹介

森田 太郎

7777

超伝導について

超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴 Nb₃ Sn線材の課題

従来のアプローチ

超伝導の領域

研究室紹介

森田 太郎

アテーフ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域 (限界)

ピンニング機構と

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイン! 従来のアプローチ

- ▶ ある一定の磁場,温度,電流で囲まれた領域で超伝導が発現する.
- ▶ 臨界値をそれぞれ臨界磁場,臨界温度,臨界電流と呼ぶ.
- ▶ 臨界温度,臨界磁場は材料によってほぼ決まっているが,臨界電流はピンニング特性を改善することで特性が向上する.

- ▶ Type 2超伝導体内には磁束侵入.電流印可で磁束にローレンツ力が働く.
- ▶ ローレンツ力により磁束が運動し始めると起電力が発生し超伝導状態が破れる.
- ▶ Type 2超伝導体内に侵入した磁束はピンニング点と呼ばれる点でピン留めされる.
- ▶ 結晶粒界,不均質部などが主なピンニング点.

- ▶ Type 2超伝導体内には磁束侵入.電流印可で磁束にローレンツ力が働く.
- ▶ ローレンツ力により磁束が運動し始めると起電力が発生し超伝導状態が破れる。
- ▶ Type 2超伝導体内に侵入した磁束はピンニング点と呼ばれる点でピン留めされる.
- ▶ 結晶粒界,不均質部などが主なピンニング点.

ピンニング点の密度を増加することで臨界電流が向上

目次

研究テーマ

超伝導について

Nb₃Snについて

 $Nb_3Sn線材の作り方$ $<math>Nb_3Snの特徴$ $Nb_3Sn線材の課題$ $Nb_3Sn特性のキーポイント$ 従来のアプローチ

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界

Nb₃Snについて Nb₃Sn線材の作り方 Nb₃Snの特徴

 ${
m Nb_3}$ Sn線材の課題 ${
m Nb_3}$ Sn特性のキーポイン 従来のアプローチ

Nb₃Sn線材の作り方

- 1. 前駆体となるパイプ、ロッドを用意・組み立て
- 2. スエージング・冷間引抜加工【伸線加工】
- 3. 1段階目熱処理 (for Sn/Cu mixing)
- 4. 2段階目熱処理(for Nb₃Sn formation)

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

3 伝導について 8 伝導とは 8 伝導の領域(限界 ピンニング機構とは

Nb₃Snについて Nb₃Sn線材の作り方

Nb₃Snの特徴 Nb₃Sn線材の課題 Nb₃Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

Nb₃Snについて

Nb₃Snの特徴・メリット

- ▶ 低温超伝導 (T_c = 18 K) . A15結晶組織.
- ▶ 工業化に適している. 製造しやすく実績がある.
- ▶ 線材形状の柔軟性に富む.
- ▶ 優れた高磁界特性

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界 ピンニング機構とは

Nb₃Snについて Nb₃Sn線材の作り方

Nb₃ Snの特徴

Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

Nb₃Snについて

Nb₃Snの特徴・メリット

- ▶ 低温超伝導 (T_c = 18 K) . A15結晶組織.
- ▶ 工業化に適している. 製造しやすく実績がある.
- ▶ 線材形状の柔軟性に富む.
- ▶ 優れた高磁界特性

次世代核融合炉や粒子加速器用マグネット材料として期待されている

研究室紹介

森田 太郎

研究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界 ピンニング機構とは

Nb₃Snについて Nb₃Sn線材の作り方

Nb₃ Snの特徴

Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

Nb₃Sn線材の課題

Nb₃Snの課題点

- ▶ 機械的な強度が著しく低い
- ▶ 特性が飽和状態

研究室紹介

森田 太郎

ff究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

b₃ Snについて Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴

Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント

対来のアプローチ

Nb₃Sn線材の課題

研究室紹介

森田太郎

アテーフ

伝導について 3伝導とは 3伝導の領域(限界 3ペニング機構とは

ND₃ Sn線材の作りた Nb₃ Sn線材の作りた Nb₃ Snの特徴

Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイン

Nb₃ Sn特性のキーポイント 従来のアプローチ

Nb₃Snの課題点

- ▶ 機械的な強度が著しく低い
- ▶ 特性が飽和状態

次世代高磁場機器では高いJ。特性,機械的強度が求められているため抜本的な解決 策が必要

特性向上のキーポイント

Nb₃Sn層厚

- ▶ Nb₃SnはNbとSn間の固相拡散反応によって生成される
- ▶ 未反応Nbが最小,全体がNb₃Snとなるとよい

Nb₃Sn結晶粒径

- ▶ 結晶粒径が小さいほど結晶粒界は多くなる
- ▶ 結晶粒界はピンニング点となる

Nb₃Snの化学量論性

- ▶ 化学式通りの組成を化学量論性(Stoichiometry)という
- ▶ Nb₃Snは固相拡散反応によって生成されるので一般的にはNb₃Sn層に組成勾配 がある、できるだけNb:Sn=3:1に近づける

従来のアプローチ

研究室紹介

森田 太郎

肝究テーマ

超伝導について 超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイント

従来のアプローチ

- ▶ 従来線材はSn拡散長(Nbフィラメント径),仕込みNb:Sn:Cu比,熱処理条件を最適化することで特性の向上
- ▶ 上記最適化の研究はここ20年のうちに殆どやり尽くされている

従来のアプローチ

研究室紹介

がなり 超伝導について

超伝導とは 超伝導の領域(限界) ピンニング機構とは

Nb₃ Sn線材の作り方 Nb₃ Snの特徴 Nb₃ Sn線材の課題 Nb₃ Sn特性のキーポイン!

従来のアプローチ

- ▶ 従来線材はSn拡散長(Nbフィラメント径),仕込みNb:Sn:Cu比,熱処理条件を最適化することで特性の向上
- ▶ 上記最適化の研究はここ20年のうちに殆どやり尽くされている 抜本的な解決策が必要