

令和元年6月13日現在

機関番号：82118

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05111

研究課題名(和文) 粒子検出器用ニホウ化マグネシウム超伝導磁石の開発

研究課題名(英文) Development of MgB₂ superconducting magnet for particle detectors

研究代表者

横田 康博 (MAKIDA, Yasuhiro)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授

研究者番号：30199658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：ニホウ化マグネシウム超伝導体による電磁石開発に向けて、ケーブルやコイル製作工程での超伝導特性劣化(臨界電流値の低下)の調査研究をした。市販されているニホウ化マグネシウム導体を購入し、曲げや凹み変形を人工的に加え、臨界電流の劣化を測定した。熱処理前の曲げ歪としては約3%、凹み変形としては約8%を超えると著しく低下することが分かった。その背景として、熱処理時に材料のマグネシウムがホウ素と反応せず、これらを囲っているニオブ壁の破れを通じて、周囲の銅(モネル銅合金)と反応していることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2001年に日本で発見されたニホウ化マグネシウム超伝導体は、原料コストが安価で、液体ヘリウムを用いなくても超伝導状態になり、線材として加工が容易なため、電磁石への応用が試みられている。課題としては(1)電流密度を実用化されている超伝導材(ニオブチタン)並みに高めること、(2)電磁石製作工程での超伝導特性劣化(臨界電流値の低下)を克服することが挙げられており、(2)に関して本研究は取り組んだ。劣化をしない限界値や劣化の背景を明らかにできた。

研究成果の概要(英文)：To develop a electromagnet wound with MgB₂ superconductor, we experimentally studied about degradation of superconductive characteristic, critical current, in the conductor during cabling and winding processes by making some trial cables and coils. We measured damaged critical current in commercial available MgB₂ superconductors, which are bend or indented artificially. It has been measured that degradation appears over bending strain of about 3% or depression of about 8%. Observing internal structures of the damaged conductor shows that the degradation is due to creation of MgCu₂ through broken Nb barrier surrounding Mg and BH₂ ingredients, where MgB₂ can not be created.

研究分野：超伝導磁石

キーワード：ニホウ化マグネシウム 超伝導特性の劣化 歪 変形

(3) MgB_2 z 30NM Ig 24NM > 2NR)z KS
 (1) MgB_2 z 30NM Ig 24NM > 2NR)z KS
 0BK7 0Z3BvKCC 02/8 0v1ö KS
 rS6 DKS (oz 1 1 b 0v1ö KS

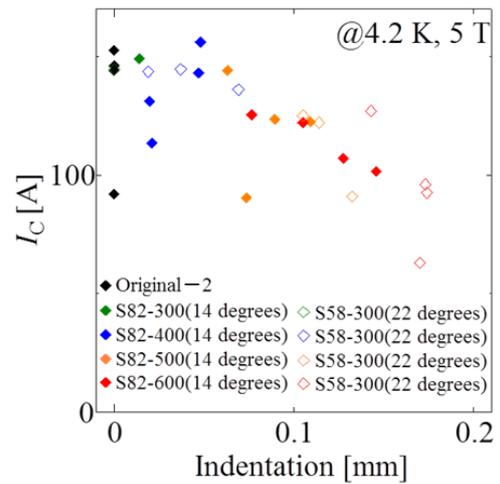
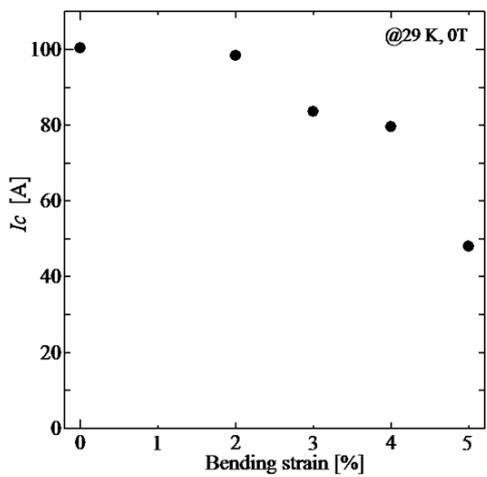
(4) (1) (2) (3) b0q b4S4 X)z CT X)z KS
 EPMA > 7Z0P K 0v0o KS

(5) (3) BKKS BK VV
 I 08KS

2>%2BY

(1) SbdFM b4W 2 0M 3 %M
 G S Nb₃Sn 0pL 40b < S

(2) W 1 b 08KSsgKS0b4W 3 0M 0
 0808ngb(V03KS, 50KS0b) 0.07 M0 8.4 %M@
 0CW S %\$ 0.83 mm bPKZs5



W 2 dFM b

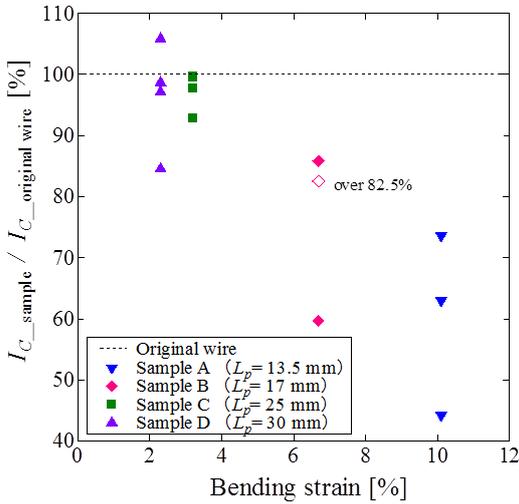
W 3 8bsg #KS
 0vbi

(3) (3-1) 3)z p 0v1 bs8j 3)z p 0v1 bs8j 0bS) z p FMnK
 Z 0v1W 4 Z #M dFM 3 %M 25 HV
 0bS-)Gc (1) b dFM b) V Z

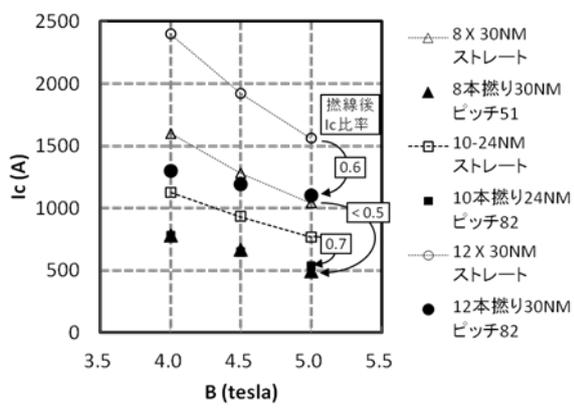
(3-2) 8-12)z p 0v1 bs8j 3 08KS 0 0
 0v7c) z p dFM Z) BgdFs SuQA (V) z p 08°
 0v1g Bgc S @ 0v c 50 > 70 %r VZ8 S p 2 08
 cL 0.83 mm T @ 0 24 \ 30 b MgB₂) z 2NRS @
 24 0v z b 0v

(4) X)z CT \ EPMA 0v 5 0M 8% 0
 % Nb > Ü b %Ü @ (0z4 0v S %Ü ^ MgB₂ 0
 Mg > 08 Cu > 0KZ MgB₂ b 0v MgCu₂gBKZ8 0v
 0v Gb #S4bSdc (0z 0v) Bgl S 0v
 0v K 0v 0v Z 0v 0v
 0v z 0v b Sub (0z b 5KZc Nb Ü
 b 0v Z8

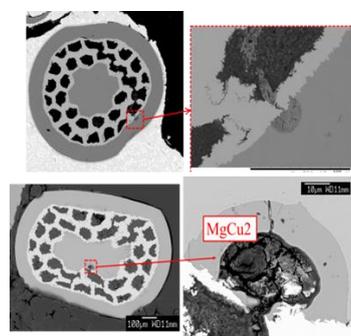
(5) (3-2) [0v b 0v Svbb 0v Y 2 % c 0v
 Y 3 08KS 1 % c 0v g 2 % c 0v
 08KS 8Nv 0v 0v 0v 0v
 0v b 0v K (V 0v 0v



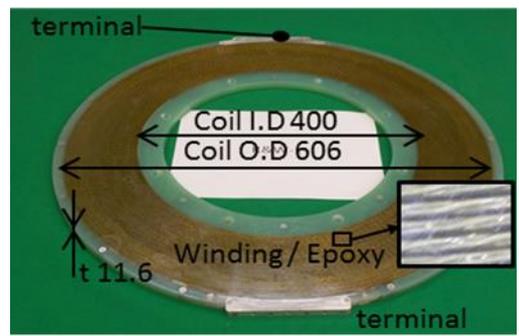
4 3 13.5, 17, 25, 30 mm



5 30NM 8-12 MgB₂ 24NM



6 MgB₂ Nb



7 2

(MgB₂)_z(Nb)_{1-z} (0 ≤ z ≤ 1)
 Sub) z = 0.8, 0.9, 0.95, 1.0
 3% Nb, 6% Nb, 10% Nb
 50% Nb, 70% Nb
 b) z = 0.5, 0.8, 1.0

3 > z = 1e ...

71110 □ 2 □
 (1) M. Jimbo, N. Kamiyoshi, Y. Kuwabara, T. Yagai, T. Takao, T. Shintomi, Y. Makida et al., F, CHVUDGDROJ%XMUI RUC8OHVNI RUPDRV n During Cabling Process, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, early access, 10.1109/TASC.2019.2911309 (2019)1w
 (2) M. Tomita, T. Onji, A. Ishihara, Y. Kobayashi, Y. Fukumoto, S. Mizuno, T. Yagai, T. Takao, T. Komagome, K. Tsukada, N. Hirano, Y. Makida et al., G6XSHUFRGXFDV Properties of a Prototype Pancake Coil Using a MgB₂ Rutherford-Type Stranded Conductor, IEEE Transaction on Applied Superconductivity, Vol. 28, No. 3, 5700604, 10.1109/TASC.2018.2797908 (2018)1w

5 □
 (1) Y. Makida, MgB₂ (1) 3 μ 2019 >
 b08\ 3 4) (0.8) Y 2019 0 0 *dRUR
 (2) Y. Makida, MgB₂ (0.8) 8g 1.60' 2018 0
 2018.
 (3) Y. Makida, Ic bD% 2018 MgB₂ 0.8# 2018 0
 2018.

