

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4811998号
(P4811998)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.	F I		
HO 1 B 13/00 (2006.01)	HO 1 B 13/00	5 6 5 Z	
HO 1 B 12/06 (2006.01)	HO 1 B 12/06	Z A A	
CO 1 B 35/04 (2006.01)	CO 1 B 35/04	C	
CO 1 G 1/00 (2006.01)	CO 1 G 1/00	S	
C 2 5 B 1/00 (2006.01)	C 2 5 B 1/00	Z	
請求項の数 2 (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2005-337721 (P2005-337721)	(73) 特許権者	301023238
(22) 出願日	平成17年11月22日(2005.11.22)		独立行政法人物質・材料研究機構
(65) 公開番号	特開2007-141793 (P2007-141793A)		茨城県つくば市千現一丁目2番地1
(43) 公開日	平成19年6月7日(2007.6.7)	(72) 発明者	阿部 英樹
審査請求日	平成20年11月14日(2008.11.14)		茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
		(72) 発明者	今井 基晴
			茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
		(72) 発明者	錢谷 勇磁
			京都府相楽郡精華町祝園砂子田11-1 松新ハイツ202
		(72) 発明者	柴山 功
			神奈川県相模原市上矢部3-12-9
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 超伝導MgB₂膜の電気メッキによる作製法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

MgCl₂ (塩化マグネシウム)、KCl (塩化カリウム)、NaCl (塩化ナトリウム)、Mg₂O₄ (ホウ酸マグネシウム)を混合し、加熱溶解したメッキ浴に、Mg(OH)₂ (水酸化マグネシウム)が、メッキ浴に含まれるMgのモル比を1とした時、0.015~0.020のモル比で添加され、メッキ浴に導電体基板を陰極として挿入し、陽極との間に直流電圧をかけ、導電体基板上にMgB₂ (二ホウ化マグネシウム)膜を形成させることを特徴とする超伝導MgB₂膜の電気メッキによる作製法。

【請求項2】

導電性基板の素材が鉄またはステンレスである請求項1記載の超伝導MgB₂膜の電気メッキによる作製法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、高臨界電流密度を示す超伝導MgB₂膜の電気メッキによる作製法に関する。

【背景技術】

【0002】

MgB₂ (二ホウ化マグネシウム)は、金属間化合物では最高の超伝導遷移温度T_c =

20

39 Kを示すことから、従来超伝導材料として広く実用化されてきたA15型金属間化合物 ($T_c = 15 \text{ K}$ 程度) に換わる新たな超伝導材料として電力への応用が期待されている。

【0003】

これまでに超伝導 MgB_2 の作製技術として、電気メッキにより導電体表面へ MgB_2 膜を常圧合成する「 MgB_2 電気メッキ法」が確立されている(特許文献1-4)。

【特許文献1】特開2002-321911号公報

【特許文献2】特開2003-238144号公報

【特許文献3】特開2004-10389号公報

【特許文献4】特開2004-10390号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本願発明は、確立された「 MgB_2 電気メッキ法」をさらに発展させ、臨界電流密度 (J_c) を従来製品に比べ飛躍的に向上させることのできる超伝導 MgB_2 膜の電気メッキによる作製法を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本願発明は、上記の課題を解決するものとして、第1に、 MgCl_2 (塩化マグネシウム)、 KCl (塩化カリウム)、 NaCl (塩化ナトリウム)、 MgB_2O_4 (ホウ酸マグネシウム)を混合し、加熱溶解したメッキ浴に、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (水酸化マグネシウム) が、メッキ浴に含まれる Mg のモル比を1とした時、0.015~0.020のモル比で添加され、メッキ浴に導電体基板を陰極として挿入し、陽極との間に直流電圧をかけ、導電体基板上に MgB_2 (二ホウ化マグネシウム) 膜を形成させることを特徴としている。

20

【0006】

本願発明は、第2に、導電性基板の素材が鉄またはステンレスであることを特徴としている。

【発明の効果】

30

【0007】

本願発明によれば、 Mg と B を含むメッキ浴に、メッキ浴に含まれる Mg のモル比を1とした時、0.015~0.020のモル比で $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を添加することにより、得られる MgB_2 の臨界電流密度 (J_c) を飛躍的に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下実施例を示し、本願発明の超伝導 MgB_2 膜の電気メッキによる作製法を詳述する。

【0009】

臨界電流密度 (J_c) は、実用超伝導材料のパフォーマンスを示す最も重要な指標である。臨界電流密度 (J_c) の高い MgB_2 膜は、電力へ応用するのにさらに有利になる。本願発明の超伝導 MgB_2 膜の電気メッキによる作製法は、 Mg と B を含む電気メッキ浴に $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (水酸化マグネシウム) を添加するだけのシンプルな構成であり、臨界電流密度 (J_c) の向上が簡便に実現される。「 MgB_2 電気メッキ法」は、現在主流である真空蒸着法と異なり、電気メッキ用の簡単な装置を利用するため、単純廉価な装置により超伝導 MgB_2 線材が得られる。しかも、真空蒸着では不可能な基板裏面への成膜も可能であり、コイル状に成形した金属棒に超伝導 MgB_2 膜を付着させ、超伝導マグネットを作製することができる。このような「 MgB_2 電気メッキ法」の利点に加え、本願発明の超伝導 MgB_2 膜の電気メッキによる作製法は、メッキ浴に含まれる Mg のモル比を1とした時、0.015~0.020のモル比で $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を添加することにより臨

40

50

界電流密度 (J_c) を飛躍的に向上させる。

【実施例】

【0010】

MgCl₂ (塩化マグネシウム)、KCl (塩化カリウム)、NaCl (塩化ナトリウム)、MgB₂O₄ (ホウ酸マグネシウム) をモル比 10 : 5 : 5 : 0.1 に調整し、モル比 0.000 x 0.030 で水酸化マグネシウム (Mg(OH)₂) を添加し、混合した。次いで混合塩を乾燥アルゴンガス中で 600 以上に加熱し、熔融させてメッキ浴とした。

【0011】

メッキ浴中に径 1 mm の炭素棒を陽極、厚さ 0.25 mm、幅 10 mm の鉄基板を陽極として 5 mm 間隔で平行に挿入した後、陰陽両極間に 4 V の直流電圧を印加した。10 分後、陰極の鉄基板をメッキ浴から抜き出し、乾燥メタノール中で超音波洗浄を行い、表面に付着したメッキ浴成分を除去した。鉄基板に電気メッキされた MgB₂ 膜が得られた。

10

【0012】

図 1 は、得られた MgB₂ 膜の外見と導電特性を対応させて示したものである。図 1 から理解されるように、Mg(OH)₂ (水酸化マグネシウム) の添加量 x が 0.015 x 0.020 の場合に限り、MgB₂ の超伝導転移にともなう 39 K 付近での電気抵抗の減少が観測された。特に x = 0.015 の場合、MgB₂ 膜は 39 K 以下でゼロ抵抗を示す。

【0013】

図 2 は、x = 0.015 の場合に得られた MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) を磁場の関数として示したグラフである。

20

【0014】

外挿により得られるゼロ磁場での臨界電流密度は、 $J_c(5 K) = 230,000 A/cm^2$ 、 $J_c(20 K) = 140,000 A/cm^2$ であった。

【0015】

比較のために、Mg(OH)₂ を添加しないでステンレス基板に電気メッキした MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) の磁場依存性を図 3 に示した。ゼロ磁場での臨界電流密度は、 $J_c(5 K) = 25,000 A/cm^2$ 、 $J_c(20 K) = 7,000 A/cm^2$ であった。これは、Mg(OH)₂ を添加しない従来のメッキ浴を用いて得られた MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) の最高値であった。

30

【0016】

図 2、図 3 の比較から、Mg(OH)₂ をモル比 0.015 でメッキ浴に添加して電気メッキした MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) は、従来の Mg(OH)₂ の添加していない MgB₂ メッキ膜の最高値より 1 桁向上していることが分かる。

【0017】

もちろん、本願発明は、以上の実施例によって限定されるものではない。加熱温度、電極の大きさ、メッキ電圧、時間等の細部については様々な態様が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

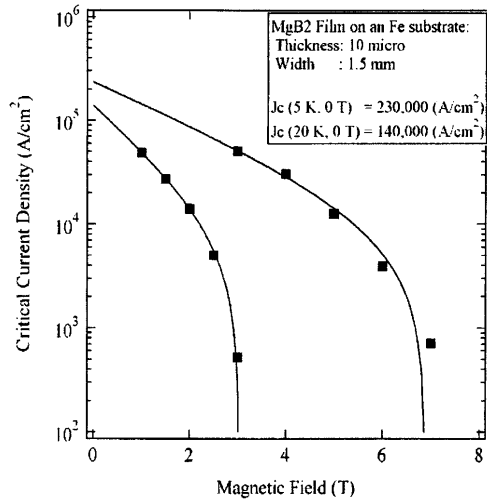
【図 1】 MgCl₂ : KCl : NaCl : MgB₂O₄ : Mg(OH)₂ = 10 : 5 : 5 : 0.1 : x の組成を持つメッキ浴において、Mg(OH)₂ のモル比 x を 0.000 x 0.030 で変化させた時の MgB₂ メッキ膜の外見と超伝導特性を対応させて示した図である。

40

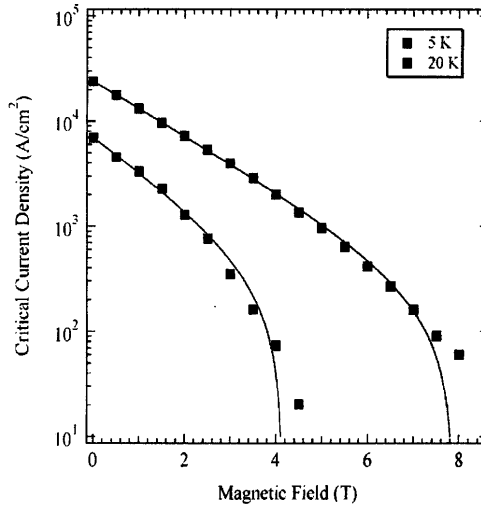
【図 2】 x = 0.015 で Mg(OH)₂ を添加して得られた MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) を磁場の関数として示したグラフである。

【図 3】 Mg(OH)₂ を添加しないでステンレス基板に電気メッキした MgB₂ 膜の臨界電流密度 (J_c) の磁場依存性を示したグラフである。

【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 1 】

○メッキ浴組成 $\text{MgCl}_2 : \text{KCl} : \text{NaCl} : \text{MgB}_2\text{O}_4 : \text{Mg(OH)}_2 = 10 : 5 : 5 : 0.1 : x$

x	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030
基板							

■ : 39 K近傍で電気抵抗ゼロ

□ : 39 K近傍で超伝導転移に伴う電気抵抗のアノマリ

無色 : 超伝導を示さない

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 5 D 3/66 (2006.01) C 2 5 D 3/66

(72)発明者 秋光 純
東京都目黒区碑文谷 6 - 2 - 3

審査官 長谷山 健

(56)参考文献 特開2005 - 001903 (JP, A)
特開2004 - 010388 (JP, A)
特開2004 - 010390 (JP, A)
特開2004 - 010389 (JP, A)
特開2002 - 321911 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 B 1 3 / 0 0
H 0 1 B 1 2 / 0 6
C 0 1 B 3 5 / 0 4
C 0 1 G 1 / 0 0
C 2 5 B 1 / 0 0
C 2 5 D 3 / 6 6