

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5123200号
(P5123200)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 B 13/00 (2006.01)

H O 1 B 13/00 5 6 5 Z

C O 1 B 35/04 (2006.01)

C O 1 B 35/04 C

C O 1 G 1/00 (2006.01)

C O 1 G 1/00 S

H O 1 B 12/04 (2006.01)

H O 1 B 12/04

C 2 2 C 23/00 (2006.01)

C 2 2 C 23/00

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-541920 (P2008-541920)
 (86) (22) 出願日 平成17年12月27日(2005.12.27)
 (65) 公表番号 特表2009-517808 (P2009-517808A)
 (43) 公表日 平成21年4月30日(2009.4.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/IN2005/000440
 (87) 国際公開番号 W02007/060687
 (87) 国際公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)
 審査請求日 平成20年10月16日(2008.10.16)
 (31) 優先権主張番号 3156/DEL/2005
 (32) 優先日 平成17年11月25日(2005.11.25)
 (33) 優先権主張国 インド(IN)

(73) 特許権者 596020691
 カウンシル オブ サイエнтиフィッ
 ク アンド インダストリアル リサーチ
 COUNCIL OF SCIENTIF
 IC & INDUSTRIAL RES
 EARCH
 インド国 110001 ニューデリー、
 ラフィ・マルグ、アヌサンドハン・ブハワ
 ン 2
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ニホウ化マグネシウムベースの超伝導体の連続的な製造のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 一端を閉じた金属チューブを用意し、開放端から微細に粉碎したMgパウダーとアモルファスのホウ素パウダーの混合物を1:1.8~1:2.2の範囲の原子比で、任意に他の添加剤と共に充填する工程、

b) 前記チューブを開放端から既知の方法により0.01torrの真空下で排気し、および前記チューブの未充填の部分を1GPaの圧力で平らにする工程、

c) 冷間圧接によりいかなる滑剤をも用いずに既知の方法を用いることにより、前記充填したチューブの開放端を封止する工程、

d) 前記封止したチューブを孔型圧延または平圧延により変形させて、ロッドまたはストリップの所望の変形した形状を得る工程、

e) 前記変形ロッドまたはストリップの、30分間適切な電流を流すことによる800の温度への電気的な自己発熱兼熱間圧延後、電気的な自己発熱によりアニールし、および室温にまで冷却して、所望のモノフィラメント状のMgB₂超伝導体ロッド、ワイヤ、ストリップ、またはテープを得る工程、または

f) 工程(d)において得られたいくつかの変形させたロッドまたはストリップを他の金属チューブに充填し、工程(d)および(e)に示した方法を繰り返して、所望のマルチフィラメントのMgB₂ベースの超伝導体をワイヤまたはテープの異なる形状で得る工程、または

g) 工程(e)において得られたロッドまたはストリップの金属ケーシングの端部を既

10

20

知の方法により擦り落とした後、金属の覆いを除去して、続いてコアを粉砕し、擦り潰して MgB_2 ベースの超伝導体パウダーを得る工程を含む、ロッド、ワイヤ、ストリップおよびテープの形態にある二ホウ化マグネシウムベースの超伝導体の連続的な製造のための方法。

【請求項 2】

用いる前記金属チューブが、Fe、Ni、Nb、Cr、Cu、Ag、これらの合金、ステンレススチール、モネル、およびインコネルから成る群から選択される金属から作製される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

用いる前記添加剤が、Al、C、Si、Cu、Ag、Au、Ti、Ta、Nb、Zr、Mg、これらの酸化物および炭化物から成る群から選択される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

用いる前記孔型圧延は、低温変形および熱変形のための金属被覆されたロッドまたはワイヤを作製するものである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

用いる前記テープ圧延は、低温変形および熱変形のための金属被覆されたストリップまたはテープを作製するものである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

工程 (f) において用いる前記他の金属は、Fe、Ni、Nb、Cr、Cu、Ag、これらの合金、ステンレススチール、モネルおよびインコネルから成る群から選択される請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の開示】

【0001】

発明の分野

本発明は、二ホウ化マグネシウムベースの超伝導体の連続的な製造のための方法に関する。より特には、本発明は、ロッド、ワイヤ、ストリップ、テープおよびパウダーの形態の二ホウ化マグネシウムベースの超伝導体の連続的な製造のための方法を提供する。さらに具体的には、本発明は、伝導、高磁場磁石、核磁気共鳴分析デバイス、核磁気共鳴画像診断デバイス、超伝導エネルギー蓄積デバイス、ミネラルセパレータ、発電機、電気モータ、粒子加速器、およびリニアモーターカーにおける適用を見出している。

【0002】

発明の背景

MgB_2 は、近年、最もよく知られた金属間化合物超伝導体よりも高温の約 40 K の臨界温度 (T_c) を有する超伝導体として見出された (J. Nagamatsu et al. "Superconductivity at 39 K in magnesium boride", Nature 410, 63-64, March 1, 2001)。この材料は、これまでに知られる銅酸化物超伝導体や古典的な金属間化合物超伝導体と比較して多くの好ましい性質を有していることが見出されている (C. Buzea et al. "Review of superconducting properties of MgB_2 ", Superconductor Science & Technology 14, R115-R145, November 5, 2001)。 MgB_2 の商業的な開発のために、優れた相純度、微細構造、および超伝導性質を有する高品質のパウダー、緻密なバルク体、長い複合材料コンダクタの形態の材料を製造する単純で安価な方法を発明することが必要である。 MgB_2 超伝導材料の調製に関する従来技術は多くの問題と欠陥を伴っており、これらは、主に、(1) Mg の O_2 に対する強い親和力、これは Mg と B との反応を保護された雰囲気、および/または不活性雰囲気下で行うことを必要とする、(2) Mg (650) と B (2080) の融点 (または蒸気圧) における大きな差、これは反応を高圧で行うことを余儀なくする、(3) MgB_2 の多孔質で脆い性質、これは緻密な形態の材料を得るために高圧焼結または高温段階での圧縮をさらに必要とする、(4) 製造プロセスに必要とされる数多くの費用のかかる工程と関連する過剰なエネルギーの消費に関する (N.N. Kolesnikov et al. "Synthesis of MgB_2 from elements", Physica C 363, 166-169, 2001; Y. Na

10

20

30

40

50

kamori et al “ Synthesis of the binary intermetallic superconductor MgB_2 under hydrogen pressure ” , Journal of Alloys and Compounds 335, L21-24, 2002 ; C.F. Liu et al “ Effect of heat- treatment temperatures on density and porosity in MgB_2 superconductor ” , Physica C 386, 603-606, 2003 ; C. Dong et al “ Rapid preparation of MgB_2 superconductor using hybrid microwave synthesis ” , Superconductor Science & Technology 17, L55-L57, October 6, 2004) 。

【 0 0 0 3 】

発明の目的

本発明の主な目的は、 MgB_2 ベースの超伝導体の連続的な製造のための単純で、エネルギー効率が良く、費用効率が高い方法を提供することである。他の目的は、ワイヤ、テープ、バルク体およびパウダーの形態にあり、良好な相純度、微細構造および超伝導性質を有する高品質な MgB_2 ベースの超伝導体材料の連続的な製造のための方法を提供することである。

【 0 0 0 4 】

発明の概要

従って、本発明は、ロッド、ワイヤ、ストリップおよびテープの形態にある二ホウ化マグネシウムベースの超伝導体の連続的な製造のための方法を提供し、この方法は、

a) 一端を閉じた金属チューブを用意し、開放端から微細に粉碎した Mg パウダーとアモルファスのホウ素パウダーの混合物を 1 : 1 . 8 ~ 1 : 2 . 2 の範囲の原子比で、任意に他の添加剤と共に充填する工程、

b) 上記チューブを開放端側から既知の方法により約 0 . 0 1 t o r r の真空下で排気し、上記チューブの未充填の部分を約 1 G P a の圧力で平らにする工程、

c) 冷間圧接によりいかなる滑剤をも用いずに既知の方法を用いることにより上記の充填したチューブの開放端を封止する工程、

d) 上記の封止したチューブを溝転造 (groove rolling) または平面転造 (flat rolling) により変形させて、ロッドまたはストリップの所望の変形した形状を得る工程、

e) 上記変形ロッドまたはストリップの、適切な電流を流すことによる約 8 0 0 の温度への約 3 0 分間の電氣的自己発熱兼熱間転造、続いて電氣的な自己発熱によりアニールしてから室温にまで冷却し、所望のモノフィラメント状の MgB_2 超伝導体ロッド、ワイヤ、ストリップ、またはテープを得る工程、または

f) 工程 (d) において得られたいくつかの変形させたロッドまたはストリップを他の金属チューブに充填し、工程 (d) および (e) に示した方法を繰り返して、所望のマルチフィラメントの MgB_2 ベースの超伝導体をワイヤまたはテープの異なる形状で得る工程、または

g) 工程 (e) において得られたロッドまたはストリップの金属ケーシングの端部を既知の方法により擦り落とした後、金属の覆いを除去して、続いてコアーを粉碎し、擦り潰して MgB_2 ベースの超伝導体パウダーを得る工程を含む。

【 0 0 0 5 】

本発明の実施形態において、用いる金属チューブは、Fe、Ni、Nb、Cr、Cu、Ag、これらの合金、ステンレススチール、モネル、インコネルから成る群から選択される金属から成る。

【 0 0 0 6 】

他の実施形態において、用いる添加剤は、Al、C、Si、Cu、Ag、Au、Ti、Ta、Nb、Zr、Mg、その酸化物および炭化物から成る群から選択される。

【 0 0 0 7 】

さらに他の実施形態において、用いる溝転造は、低温変形および熱変形用の金属被覆されたロッドまたはワイヤを作製するものである。

【 0 0 0 8 】

さらに他の実施形態において、用いるテープ転造 (tape rolling) は、低温変形および

10

20

30

40

50

熱変形用の金属被覆されたストリップまたはテープを作製するものである。

【 0 0 0 9 】

なお他の実施形態において、用いる他の金属チューブ (f) は、 F e 、 N i 、 N b 、 C r 、 C u 、 A g 、その合金、ステンレススチール、モネルおよびインコネルから成る群から選択される金属から作製される。

【 0 0 1 0 】

当該方法の新規性は、 M g パウダーとホウ素パウダーおよび他の成分の混合物を排気し封止した金属チューブ中で、電気的な自己発熱とアニーリングにより反応させて、 M g B₂ ベースの超伝導ワイヤ、テープ、バルク体およびパウダーを得ることにある。

【 0 0 1 1 】

本発明を図面を参照して記載するが、これは説明の目的のためのものであり、本発明の範囲はこれに限定されない。

【 0 0 1 2 】

発明の詳細な説明

本発明は、ワイヤ、テープ、バルク体およびパウダーの形態にある高品質の M g B₂ 超伝導体の製造に関する。全ての上記の形態の M g B₂ の調製についての従来技術に関連する欠陥と、異なるプロセス工程において本発明において見出された解決法を以下に記載する。

【 0 0 1 3 】

1 . M g の酸化と蒸発減は、反応混合物を排気し封止した金属チューブ中に充填することにより抑えられる。本方法は、また、高価な不活性ガスと熱処理のための高価な真空炉の必要性を省く。

【 0 0 1 4 】

2 . 電気的な自己発熱の間に封止したチューブ内部での自然発生する M g 蒸気圧は M g B₂ 形成を加速し、従って、この形成はより低い温度、より短い時間で起こる。故に、本工程はエネルギー必要量を減じる。

【 0 0 1 5 】

3 . 封止したチューブ内でその場で形成される多孔質の M g B₂ を、高熱段階における同時転造に供する。電気的な自己発熱は反応を起こすことを可能にするのみならず、熱間転造をも可能とする。言い換えれば、2つの重要なプロセスを単一の工程で行う。このこともまた、エネルギー消費を減じる。自己発熱は、また、電気的に加熱される炉においてサンプルを加熱することと比較して、電気的なエネルギーのかなりの量を省く。この工程は、さもなければ脆い M g B₂ コアのより優れた高密度化を確実にする。

【 0 0 1 6 】

4 . 熱間転造の後に得られるロッド / ワイヤ / ストリップ / テープを、電気的な自己発熱下で再びアニーリングに供する。この工程は、良好な相純度、粒子結合、および応力の除去を確実にし、従って、 M g B₂ 超伝導体についての高い臨界電流密度をもたらす。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の方法に従う M g B₂ ロッド、ストリップ、ワイヤ、テープおよびパウダーの連続的な製造の方法を開示し、これは、以下のステージを含む：

ステージ - I M g パウダーと B パウダーの混合物と共に他の添加剤を含む、排気し封止した金属チューブを回転させて、詰まったチューブ中のパウダー、または所望の直径または厚さのストリップを得る。ロッドまたはワイヤを得るためには溝転造を採用する一方、ストリップおよびテープには平面転造を採用する。

ステージ I I 上記チューブ中のパウダーまたはストリップを M g B₂ 形成に必要とされる温度にまで、電流を流すことにより電気的に自己発熱させると同時に、所望の直径 / または厚さまで熱間転造する。

ステージ I I I 金属被覆し、熱間転造した M g B₂ チューブ / ワイヤ / ストリップ / テープを電気的な自己発熱による高温でのアニーリングに供する。ステージ I I における熱処理とステージ I I I におけるアニーリングの時間は、2つの異なるステージにおける

10

20

30

40

50

回転速度とサンプルの長さにより決まる。ステージⅠⅠⅠは、全ての未反応の残留反応物質の超伝導位相への変換を確実にし、コアにおいて発生する微小ひび割れの治癒、粒子の結晶粒粗大化の治癒、および熱化学処理に起因する応力の除去を可能にする。

【0018】

ステージⅠⅠⅠの後に適切なさらなるステージを、所望の製品に応じては系に取り込む。超伝導ワイヤおよびテープについては、ステージⅠⅠⅠにおいて得られる製品は直接スプールで巻かれる。ロッドおよびストリップについては、所望の長さのピースに切断し、金属の覆いを機械的に剥がす。パウダーについては、ロッドまたはストリップの形態で得られる製品をさらに、破碎および粉碎に供する。

【0019】

図2および3に関しては、図2は本発明に従って調製した MgB_2 の典型的な粉末X線回折パターンを示し、これは形成された製品が、 MgB_2 と共存するトレース量のみの MgO を伴う純粋な MgB_2 であることを証明し、図3は、本発明の方法に従って調製した MgB_2 の典型的な走査電子顕微鏡写真を示し、これは MgB_2 超伝導体の特性を示している。

【0020】

本発明をさらに以下の例により示す。しかしながら、本例は本発明の範囲を限定するものとして解釈すべきでない。

【0021】

例1

本例は、どのように MgB_2 超伝導バルク体を、プレートまたはストリップおよびパウダーの形態で、圧縮され封止された金属チューブの電氣的な自己発熱により作製するかを示す。ステンレススチールチューブ（SS304，OD/ID = 6/4 mmおよび長さ = 12 cm）を用意し、洗浄する。約3 cmのチューブの一端部分を、2つの焼入ダイス鋼ブロックの間で、液圧プレスを用いて1 GPaの圧力で一軸加圧成形することにより平らにする。 Mg パウダー（Alfa Aesar、純度：99.8%、メッシュ：-325）とアモルファス B パウダー（Alfa Aesar、純度：99%、メッシュ：-325）の原子比1：2の粉碎した混合物を、チューブの解放端から約5 cmの長さまでにチューブ中に充填した。その後、チューブを0.01 torrの真空にまで回転真空ポンプに接続することにより排気した。排気中、チューブの未充填部分を1 GPaの圧力で加圧して平らにした。排気し封止した両端を有する状態で、チューブのパウダー充填部分を1 GPaの圧力での一軸加圧成形により圧縮した。平らにしたチューブの両端を溶接し、完全に密封する。溶接を、いかなる溶剤をも伴わずに、低い電力で操作する一定の直流電流源を用いて行う。溶接中、濡れた布をサンプルの周りに巻きつけて、サンプルの加熱を回避する（以後の記載では「低温溶接」と示す）。サンプルの両端を直流定電流源に接続した。サンプルを、アルミナボードを用いて熱的に絶縁した。サンプルの中央に熱電対を、温度を監視するために設置した。その後、サンプルを800 Kの温度にまで、1分あたり約50 Kの温度変化率（ramp rate）で、最大で90 Aの電流を次第に流すことにより電氣的に自己発熱させた。サンプルをこの温度で30分間ソーク（soak）した後、徐々に室温にまで冷却した。パウダーを充填したサンプルの部分を切り離した。金属ケーシングの端を砥石車を用いて碎き落とす。サイズ4.5 mm × 8 mm × 1.5 mmの長方形のプレートの形態にある MgB_2 超伝導体を、金属覆いを除去した後に回収した。長方形のプレートを半分に切り離し、めのう乳鉢と乳棒を用いて擦り潰して MgB_2 パウダーを得た。 MgB_2 プレートとパウダーの両方とも、相純度、微細構造および超伝導性について試験し、これらは優れたものであることが見出された。

【0022】

例2

本例はどのようにモノフィラメントの MgB_2 超伝導ワイヤおよびテープを、電氣的な自己発熱兼熱間転造、およびアニーリングにより作製するかを示す。

【0023】

Mg パウダー (Alfa Aesar、純度：99.8%、メッシュ：-325) とアモルファス B パウダー (Alfa Aesar、純度：99%、メッシュ：-325) の混合物を含有する、排気し封止したステンレススチールチューブ (SS304, OD/ID = 6/4 mm, 長さ = 12 cm) を、例 1 に示す方法に従って用意した。これを冷間転造に供して、直径 2 mm のワイヤを得た。1 本の長さ 20 cm のワイヤを、図 1 のステージ II において示すように、800 °C で 30 分間、15 A の電流を流すことにより電氣的な自己発熱兼熱間溝転造に供し、直径 1.4 mm の熱間転造したワイヤを得た。その後このワイヤを、図 1 のステージ III において示すように、800 °C で 30 分間、8 A の電流を流すことにより電氣的な自己発熱下でのアニーリングに供し、徐々に冷却して MgB₂ 超伝導ワイヤを得た。他の 1 本の冷間転造ワイヤ (直径 = 2 mm、長さ = 20 cm) を、800 °C で 30 分間、電氣的な自己発熱兼平面転造に供し、続いて、800 °C で 30 分間、電氣的な自己発熱によりアニーリングし、徐々に冷却して厚さ 0.5 mm の MgB₂ 超伝導テープを得た。ワイヤとテープを、相純度、微細構造、超伝導性質について試験し、これらは優れていることが見出された。

10

【0024】

例 3

本例はどのようにマルチフィラメント構造の MgB₂ 超伝導ワイヤを、電氣的な自己発熱兼熱間転造、およびアニーリングにより作製するかを示す。

【0025】

例 1 および 2 に示したように、反応混合物を含有する、冷間転造した直径 2 mm で長さ 10 cm のモノフィラメントワイヤをまず作製した。その後、端部を封じたワイヤを別のステンレススチールチューブ (SS304, OD/ID = 10/7 mm, 長さ = 10 cm) 中に詰めた。ワイヤを詰めたチューブを溝転造機を用いて冷間転造して、直径 5 mm のマルチフィラメントワイヤを得た。このワイヤを図 1 のステージ II において示すように、800 °C で 30 分間、95 A の電流を流すことにより電氣的な自己発熱兼熱間転造に供して直径 3 mm のマルチフィラメントワイヤを得た。続いて、図 1 のステージ III において示すように、800 °C で 30 分間、35 A の電流を流すことにより電氣的な自己発熱下でのアニーリングに供した後、ゆっくりと冷却した。こうして得られたマルチフィラメントの MgB₂ 超伝導ワイヤを、相純度、微細構造および超伝導性について試験し、これらは優れていることが見出された。

20

30

【0026】

利点

1. 本方法は単純で、エネルギー効率がよく、費用効率が高い。
2. 本方法は、優れた相純度、微細構造および超伝導性質を有する、高品質 MgB₂ ベースの超伝導ワイヤ、テープ、バルク体、およびパウダーを提供する。
3. 本方法は連続的である。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明の方法に従って有用である電氣的な自己発熱兼熱間転造、およびアニーリングによる、超伝導 MgB₂ ロッド、ストリップ、ワイヤ、テープおよびパウダーの連続的な製造のための方法。図中で言及される関連する部分、プロセス工程、および製品を以下に示す図。

40

【図 2】本発明に従って調製した MgB₂ 超伝導体の典型的な粉末 X 線回折パターンを示す図。

【図 3】本発明の方法に従って調製した MgB₂ 超伝導体の典型的な顕微鏡写真。

【符号の説明】

【0028】

1 ... Mg および B パウダーを充填した、排気し封止した金属チューブ、2 ... 断熱材、3 ... 熱電対、4 ... サンプルの自己発熱のための電力供給の導線、5 ... プロセスステージ I：直径減少および圧縮、6 ... プロセスステージ II：電氣的な自己発熱兼熱間転造、7 ... プ

50

ロセスステージⅠⅠⅠ：電気的な自己発熱の下でのアニーリング、8 ... 製品、9 ... ロッド、10 ... ストリップ、11 ... ワイヤ、12 ... テープ、13 ... パウダー

【図1】

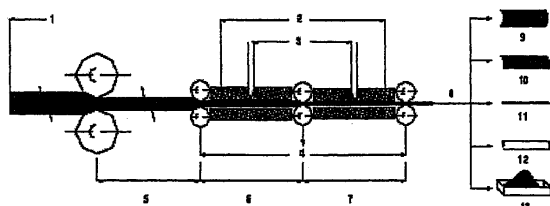


図1 電気的な自己発熱兼熱間転造、およびアニーリングによる MgB_2 超伝導ロッド、ストリップ、ワイヤ、テープおよびパウダーの連続的な製造のための方法

【図2】

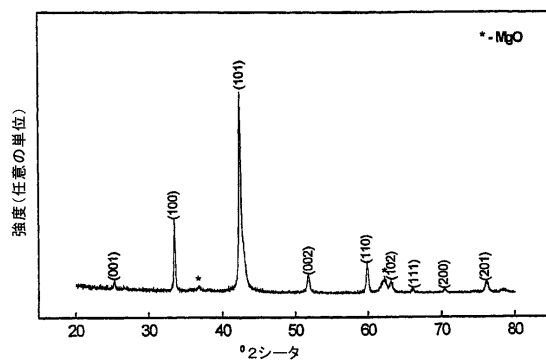


図2

【図3】

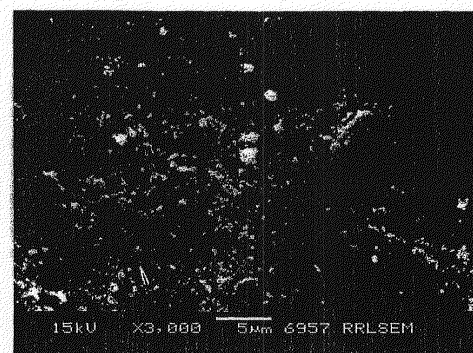


図3

フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (72)発明者 アップエンドラン、シアマブラサド
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 アマ、アプヒラシュ・クマー・ラビーエンドラン・ネアー・ギリジャク・マリ
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 クティ、ピノド・クリシュナン
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 パドマバシー、アロイシウス・ラジャッパン
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 ムリコリ、サルン・パリアン
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 サブラマニアン、テンナバラジャン
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内
- (72)発明者 ペルマル、グルスワミー
インド国、ケララ、6 9 5 0 1 9 トリバンドルム、インダストリアル・エステイト・ピー・オー、リージョナル・リサーチ・ラボラトリー（シーエスアイアール）内

審査官 米田 健志

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 2 9 4 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 6 3 7 6 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 4 7 4 4 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 8 4 9 5 6 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 4 9 3 5 8 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 7 6 0 1 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01B 12/00 ~ 13/00