

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6506705号
(P6506705)

(45) 発行日 平成31年4月24日(2019.4.24)

(24) 登録日 平成31年4月5日(2019.4.5)

(51) Int. Cl.			F I		
H02J	15/00	(2006.01)	H02J	15/00	A
C08J	5/24	(2006.01)	C08J	5/24	CFC
B32B	15/14	(2006.01)	B32B	15/14	
B32B	15/092	(2006.01)	B32B	15/092	
F16C	32/04	(2006.01)	F16C	32/04	Z

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-17586 (P2016-17586)
(22) 出願日	平成28年2月2日(2016.2.2)
(65) 公開番号	特開2017-139848 (P2017-139848A)
(43) 公開日	平成29年8月10日(2017.8.10)
審査請求日	平成30年5月1日(2018.5.1)

(73) 特許権者	000173784 公益財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(73) 特許権者	597100538 株式会社ミラプロ 山梨県北杜市須玉町穴平1100番地
(73) 特許権者	514193395 ステンレスプロダクト株式会社 大阪府大阪市西区川口4丁目10番11号
(73) 特許権者	594069764 三星工業株式会社 新潟県上越市柿崎区法音寺345番地
(74) 代理人	100116207 弁理士 青木 俊明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フライホイール蓄電装置の収納容器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パラフェニレンジアミンとテレフタル酸クロリドの重合体を主成分とするアラミド繊維クロス層とSiCを主成分とする微粒子とエポキシ樹脂とからなる、高強度・高耐熱性の複合材と金属基材を一体化したことを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【請求項2】

請求項1記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記SiCを主成分とする微粒子の粒径が5μmから10μmの間でかつ、その含有率が5wt%から40wt%の間であることを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【請求項3】

請求項1記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記金属基材がステンレス鋼やTi合金材であることを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【請求項4】

請求項1記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記金属基材がアルミニウム/ステンレス鋼ないしはアルミニウム/Ti合金材料からなる異種金属ハイブリッド基材であることを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【請求項5】

請求項4記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記異種金属ハイブリッド基材が拡散接合法ないしは爆着法ないしは圧延法により製造されたことを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

10

20

【請求項 6】

請求項 4 記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記異種金属ハイブリッド基材におけるアルミニウムが純度 99.99% (4N) 以上であることを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れか 1 項記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記フライホイール蓄電装置の収納容器の内部に、金属基材と SiC を含むエポキシ樹脂とアラミド繊維クロス層からなる複合材リングを設置することを特徴とするフライホイール蓄電装置の収納容器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、衝撃エネルギー吸収特性に優れたフライホイール蓄電装置の収納容器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 15 は従来のフライホイール蓄電装置の模式図、図 16 はフライホイール蓄電装置の収納容器の一例を示す構成図である。

【0003】

これらの図において、101 はフライホイール蓄電装置、102 はフライホイール蓄電装置の収納容器、103 は超電導磁気軸受、104 は回転軸、105 は超電導磁気軸受 103 によって支持される大きなロータ、106 は下部ベアリング、107 は上部ベアリング、108 は真空シール、109 は発電電動機である。

20

【0004】

フライホイール蓄電装置 101 は、図 15 に示されるように、超電導磁気軸受 103 によって支持される大きなロータ 105 が回転して蓄電を行うものであり、制御不能となった場合、ロータ 105 が収納容器 102 に衝撃力（荷重）を与える可能性があるため、収納容器 102 には堅牢性が要求される。そこで、従来は例えば、図 16 に示されるように、収納容器 102 に厚肉基材 102A が用いられ、さらに補強リブ 102B が複数設けられる。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】ケブラー Wikipedia <https://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=ケブラー&oldid=57457415>

【非特許文献 2】WEBカタログ TEIJIN パラアミド繊維・トワロン <http://catalog.teijin.co.jp/template.phtml?id=186>

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記したように、フライホイール蓄電装置は、収納容器内部に質量十数トンものフライホイールを備えており、そのフライホイールが毎分千回転から数千回転に加速することで MJ（メガジュール）級の電気エネルギーを運動エネルギーに変換でき、逆に毎分数千回転から千回転まで減速することで、その運動エネルギーを電気エネルギーに変換できるものであるが、高速回転するフライホイールが震度 7 クラスの大震災に見舞われて制御不能に陥るような不測の事態に備えて、従来の収納容器は厚さ百ミリ超のステンレス鋼等の高強度部材で構成され、さらに堅牢性を増すために補強リブを数多く備えたものとなっている。

50

【0007】

このため、フライホイール蓄電装置の収納容器自体の重量が十数トン超にもなり、コスト面も含めて製作性が悪く、さらに輸送等の取り扱い性も悪いなどハンドリング面も不利になるという問題がある。

【0008】

本発明は、上記状況に鑑みて、収納容器の製作コスト低減と不測の事態に備えた安全対策を両立することができる、フライホイール蓄電装置の収納容器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕フライホイール蓄電装置の収納容器において、パラフェニレンジアミンとテレフタル酸クロリドの重合体を主成分とするアラミド繊維クロス層とSiCを主成分とする微粒子とエポキシ樹脂とからなる、高強度・高耐熱性の複合材と金属基材を一体化したことを特徴とする。

【0010】

〔2〕上記〔1〕記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記SiCを主成分とする微粒子の粒径が5 μ mから10 μ mの間でかつ、その含有率が5wt%から40wt%の間であることを特徴とする。

【0011】

〔3〕上記〔1〕記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記金属基材がステンレス鋼やTi合金材であることを特徴とする。

【0012】

〔4〕上記〔1〕記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記金属基材がアルミニウム/ステンレス鋼ないしはアルミニウム/Ti合金材料からなる異種金属ハイブリッド基材であることを特徴とする。

【0013】

〔5〕上記〔4〕記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記異種金属ハイブリッド基材が拡散接合法ないしは爆着法ないしは圧延法により製造されたことを特徴とする。

【0014】

〔6〕上記〔4〕記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記異種金属ハイブリッド基材におけるアルミニウムが純度99.99%（4N）以上であることを特徴とする。

【0015】

〔7〕上記〔1〕から〔6〕の何れか1項記載のフライホイール蓄電装置の収納容器において、前記フライホイール蓄電装置の収納容器の内部に、金属基材とSiCを含むエポキシ樹脂とアラミド繊維クロス層からなる複合材リングを設置することを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

【0017】

フライホイール蓄電装置の収納容器の補強リブを廃止することが可能となり、さらに従来、百数十mm厚のステンレス鋼からなる収納容器の基材厚さを3割程度削減することが可能となり、収納容器の製作コスト低減と不測の事態に備えた安全対策を両立することができる、衝撃エネルギー吸収特性に優れたフライホイール蓄電装置の収納容器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施例を示すフライホイール蓄電装置の収納容器の模式図である。

10

20

30

40

50

【図2】本発明の補強部材に用いるアラミド繊維の例であるケブラー（デュポン社、登録商標）の分子構造〔基本ユニット〕を示す図である。

【図3】本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の斜視図である。

【図4】図3の収納容器の外面イメージを示す収納容器の図面代用写真である。

【図5】収納容器の変形によるエネルギー吸収の説明図である。

【図6】本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器のSiCの含有率の範囲とエネルギー吸収特性の関係を示す図である。

【図7】本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の基本構成〔実施例1（SUS1.0mm）、実施例2（SUS1.5mm）を示す図である。

【図8】本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の他の構成〔実施例3（SUS/4Nアルミ1.0mm、アルミ層は0.2mm）、実施例4（SUS/4Nアルミ1.5mm、アルミ層は0.2mm）を示す図である。

【図9】実施例1～4のアラミドから見た図面代用外観写真（アラミド繊維の平織り状態がわかる）である。

【図10】衝撃（落錘）試験の様子を示す図面代用写真である。

【図11】実施例1の衝撃試験の結果を示す図面代用写真である。

【図12】実施例2の衝撃試験の結果を示す図面代用写真である。

【図13】比較例の衝撃試験の結果を示す図面代用写真である。

【図14】本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の内部に複合材リングを設置する構成例を示す図である。

【図15】従来のフライホイール蓄電装置の模式図である。

【図16】従来のフライホイール蓄電装置の収納容器の一例を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器は、パラフェニレンジアミンとテレフタル酸クロリドの重合体を主成分とするアラミド繊維クロス層とSiCを主成分とする微粒子とエポキシ樹脂とからなる、高強度・高耐熱性の複合材と金属基材を一体化した。

【実施例】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0021】

まず、本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の構成について順次説明する。

【0022】

図1は本発明の実施例を示すフライホイール蓄電装置の収納容器の模式図、また、図2は本発明の補強部材に用いるアラミド繊維の例である、ケブラー（デュポン社、登録商標）の分子構造〔基本ユニット〕を示す図である。

【0023】

これらの図において、1はフライホイール蓄電装置の収納容器、2は基材、3は補強部材、4は回転軸である。

【0024】

本発明は、フライホイール蓄電装置の収納容器の製作コスト低減と不測の事態に備えた安全対策を両立するため、収納容器の外周に衝撃エネルギー吸収特性に優れた複合材を一体化することで安全対策をとりつつ、補強リブの廃止とさらに収納容器の基材厚さを大幅に削減することで構成の簡素化を図り製作コストを削減するものである。

【0025】

具体的な衝撃エネルギー吸収特性に優れたフライホイール蓄電装置の収納容器としては、パラフェニレンジアミンとテレフタル酸クロリドの重合体を主成分とするアラミド繊維クロス層とSiCを主成分とする微粒子とエポキシ樹脂とからなる、高強度・高耐熱性の複合材が望ましい。

【0026】

10

20

30

40

50

図3は本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の斜視図、図4は図3の収納容器の外表面イメージを示す収納容器の図面代用写真、図5は収納容器の変形によるエネルギー吸収の説明図である。

【0027】

これらの図において、11はフライホイール蓄電装置の収納容器、12は収納容器の金属基材層、13はアラミド繊維クロス層、13Aは収納容器の外表面であり、アラミド繊維の平織り状態がわかる。14はローター由来の破片である。

【0028】

図6は本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器のSiCの含有率の範囲とエネルギー吸収特性の関係を示す図であり、横軸はSiCの含有率(wt%)、縦軸はエネルギー吸収特性(正規化)[シャルピー衝撃試験]である。

10

【0029】

図7は本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の基本構成[実施例1(SUS1.0mm)、実施例2(SUS1.5mm)]を示す図である。

【0030】

この図において、15は金属基材(SUSまたはTi合金)、18はエポキシ樹脂(SiC微粒子を含む)16とアラミド繊維クロス層17を繰り返し積層し、一体化した収納容器である。

【0031】

図8は本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の他の構成[実施例3(SUS/4Nアルミ1.0mm、アルミ層は0.2mm)、実施例4(SUS/4Nアルミ1.5mm、アルミ層は0.2mm)]を示す図である。

20

【0032】

この実施例では、図7の本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の基本構成として、金属基材(SUSまたはTi合金)層12にさらに金属中間材[アルミ(4N以上)]12Aを追加する。

【0033】

なお、比較例としてSUS1.5mmを示す。

【0034】

表1は、実施例1~4及び比較例の構成を示す。

30

【0035】

【表1】

項目	金属基材 (構成)	金属基材の厚さ ※アラミド層は4mm厚	記事
実施例1	SUS	1mm	
実施例2	SUS	1.5mm	
実施例3	SUS/4Nアルミ	1mm	アルミ層は0.2mm
実施例4	SUS/4Nアルミ	1.5mm	アルミ層は0.2mm
比較例	SUS	1.5mm	

【0036】

図9は実施例1~4のアラミドから見た図面代用外観写真(アラミド繊維の平織り状態がわかる)である。

40

【0037】

図10は衝撃(落錘)試験の様子を示す図面代用写真である。

【0038】

この図において、21は試験用の錘、22は被試験体であり、高さ2mの位置から試験用の錘21を被試験体22に自由落下させる。

【0039】

表2は、実施例1~4及び比較例の衝撃試験結果を示す。

【0040】

50

【表 2】

項目	金属基材 (構成)	金属基材の厚さ ※アラミド層は4mm厚	サンプル試験結果
実施例1	SUS	1mm	△非貫通、変形大
実施例2	SUS	1.5mm	○非貫通、変形小
実施例3	SUS/4Nアルミ	1mm	○非貫通、変形小
実施例4	SUS/4Nアルミ	1.5mm	◎非貫通、変形極小
比較例	SUS	1.5mm	×貫通

【0041】

図11は実施例1の衝撃試験の結果を示す図面代用写真、図12は実施例2の衝撃試験の結果を示す図面代用写真、図13は比較例の衝撃試験の結果を示す図面代用写真である。

10

【0042】

図14は本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器の内部に複合材リングを設置する構成例を示す図である。

【0043】

この図において、31は収納容器、32は複合材リング、33はフライホイールのロータ(弾み車)である。

【0044】

このように、収納容器31の内部に、金属基材とSiCを含むエポキシ樹脂とアラミド繊維クロス層からなる複合材リング32を設置する。

20

【0045】

本発明によれば、万一フライホイールのロータが破損しても収納容器31はダメージを受けず、事後、複合材リング32のみを取り外し部品交換するだけで、収納容器31は再使用できる。

【0046】

なお、上記のアラミド繊維の例としては、図2に分子構造を示したケブラーや、トワロン(帝人株式会社、登録商標)が好適であるが、これらに限定されるものではない。

【0047】

上記のSiCを主成分とする微粒子は粒径が5 μ mから10 μ mの間でかつ、その含有率が5wt%から40wt%の間であることが望ましい。

30

【0048】

また、上記の基材(金属基材)はステンレス鋼やTi合金材であることが望ましい。

【0049】

なお、上記の金属基材はアルミニウム/ステンレス鋼ないしはアルミニウム/Ti合金材料からなる異種金属ハイブリッド基材であっても良い。

【0050】

この異種金属ハイブリッド基材は、拡散接合法ないしは爆着法ないしは圧延法により製造されたものが望ましい。

【0051】

上記の異種金属ハイブリッド基材におけるアルミニウムは純度99.99%(4N)以上であることが望ましい。

40

【0052】

このような構成の複合材からなる補強部材を収納容器の外周に一体化することで、収納容器の基材厚さを大幅に削減し、補強リブを廃止しても堅牢性を保持し、製作コスト低減と不測の事態に備えた安全対策が両立可能となる。

【0053】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 5 4 】

本発明のフライホイール蓄電装置の収納容器は、その収納容器の製作コスト低減と不測の事態に備えた安全対策を両立することができるフライホイール蓄電装置の収納容器として利用可能である。

【符号の説明】

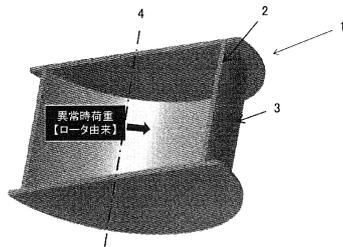
【 0 0 5 5 】

- 1、1 1、1 8 フライホイール蓄電装置の収納容器
- 2 基材
- 3 補強部材
- 4 回転軸
- 1 2 収納容器の金属基材層
- 1 2 A 金属中間材 [アルミ (4 N 以上)]
- 1 3、1 7 アラミド繊維クロス層
- 1 3 A 収納容器の外面
- 1 4 ローター由来の破片
- 1 5 金属基材 (S U S または T i 合金)
- 1 6 エポキシ樹脂 (S i C 微粒子を含む)
- 2 1 試験用の錘
- 2 2 被試験体
- 3 1 収納容器
- 3 2 複合材リング
- 3 3 フライホイールのロータ (弾み車)

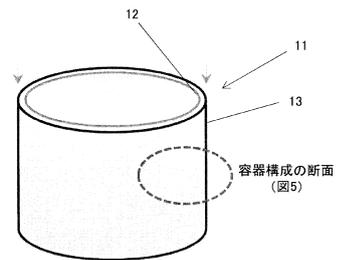
10

20

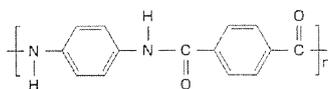
【 図 1 】



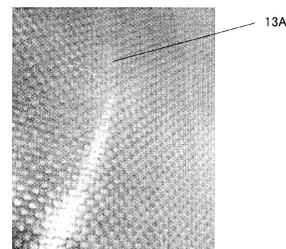
【 図 3 】



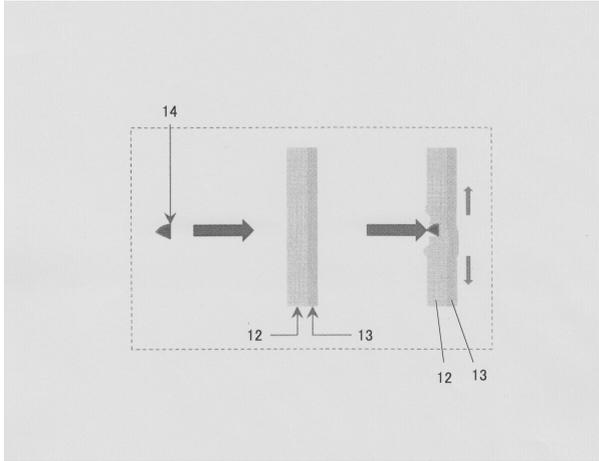
【 図 2 】



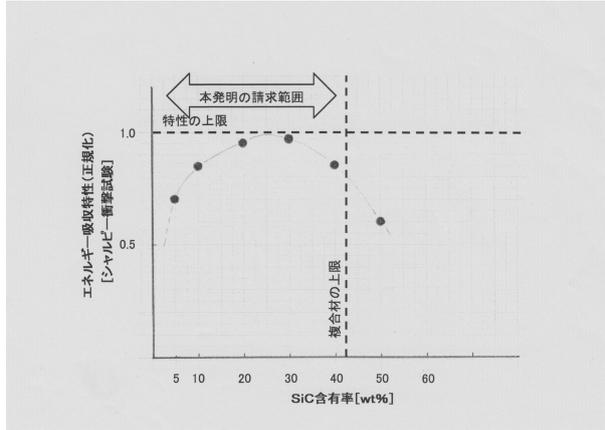
【 図 4 】



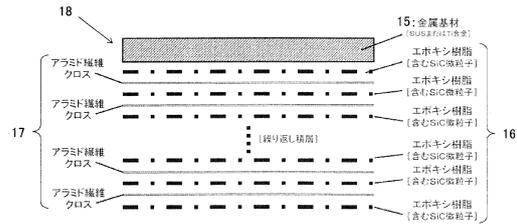
【図5】



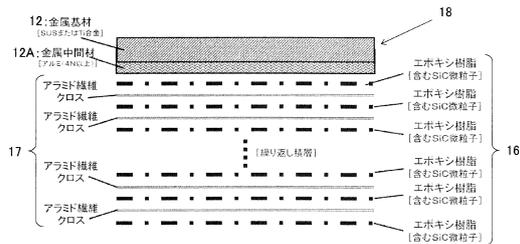
【図6】



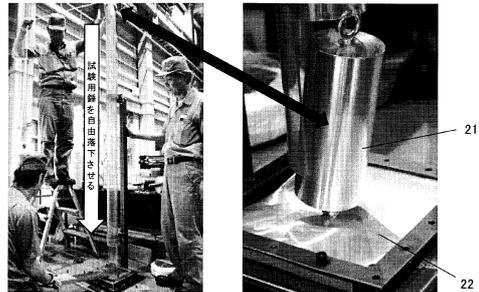
【図7】



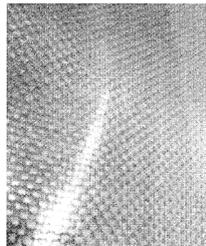
【図8】



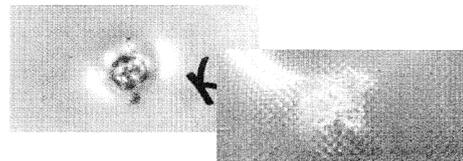
【図10】



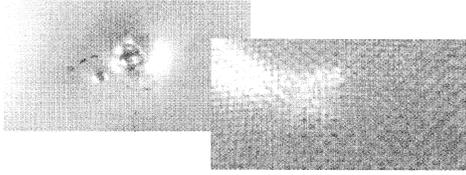
【図9】



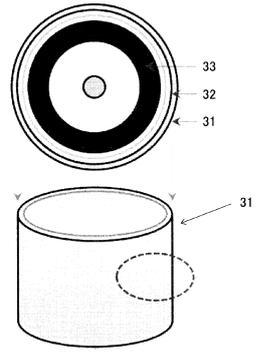
【図11】



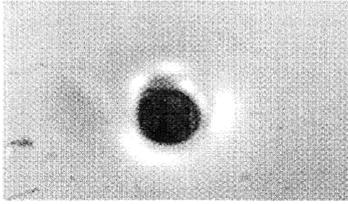
【図 1 2】



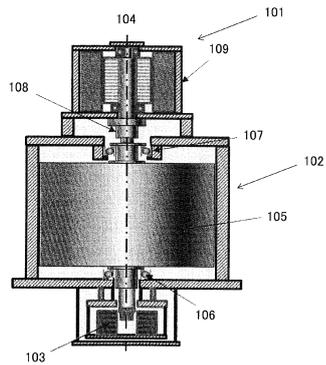
【図 1 4】



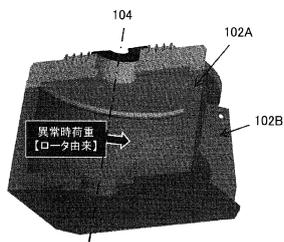
【図 1 3】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100089635
弁理士 清水 守
- (74)代理人 100096426
弁理士 川合 誠
- (72)発明者 山下 知久
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 小方 正文
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 宮崎 佳樹
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 清水 秀樹
山梨県北杜市須玉町穴平 1 1 0 0 番地 株式会社 ミラプロ内
- (72)発明者 澤村 秀次
山梨県北杜市須玉町穴平 1 1 0 0 番地 株式会社 ミラプロ内
- (72)発明者 小澤 孝仁
山梨県北杜市須玉町穴平 1 1 0 0 番地 株式会社 ミラプロ内
- (72)発明者 松井 義
大阪府大阪市西区川口 4 丁目 1 0 番 1 1 号 ステンレスプロダクト株式会社内
- (72)発明者 土肥 哲也
大阪府大阪市西区川口 4 丁目 1 0 番 1 1 号 ステンレスプロダクト株式会社内
- (72)発明者 上島 史生
大阪府大阪市西区川口 4 丁目 1 0 番 1 1 号 ステンレスプロダクト株式会社内
- (72)発明者 森本 富治
新潟県上越市柿崎区法音寺 3 4 5 番地 三星工業株式会社内
- (72)発明者 徳永 宏
新潟県上越市柿崎区法音寺 3 4 5 番地 三星工業株式会社内
- (72)発明者 浅野 幸雄
新潟県上越市柿崎区法音寺 3 4 5 番地 三星工業株式会社内

審査官 大手 昌也

- (56)参考文献 特表 2 0 1 3 - 5 3 1 4 5 2 (J P , A)
特表平 0 8 - 5 1 2 4 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 2 8 9 4 4 (J P , A)
特表 2 0 1 5 - 5 0 1 3 9 2 (J P , A)
米国特許第 0 4 2 6 2 8 4 0 (U S , A)
特開 2 0 1 5 - 2 2 3 6 3 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J 1 5 / 0 0
B 3 2 B 1 5 / 0 9 2
B 3 2 B 1 5 / 1 4
C 0 8 J 5 / 2 4
F 1 6 C 3 2 / 0 4