

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5896889号  
(P5896889)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 4 J 2/48 (2006.01)

F 2 4 J 2/48

G

F 2 4 J 2/48

N

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-268597 (P2012-268597)  
 (22) 出願日 平成24年12月7日(2012.12.7)  
 (65) 公開番号 特開2014-114996 (P2014-114996A)  
 (43) 公開日 平成26年6月26日(2014.6.26)  
 審査請求日 平成27年5月12日(2015.5.12)

(73) 特許権者 000003218  
 株式会社豊田自動織機  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
 (73) 特許権者 000173522  
 一般財団法人ファインセラミックスセンタ  
 ー  
 愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敬  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100093665  
 弁理士 蛭谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学選択膜

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

A g 含有層と、該 A g 含有層に隣接して配置される A g 拡散防止層とを少なくとも含む光学選択膜であって、

該 A g 拡散防止層が  $\text{FeSi}_x$  ( $x = 1 \sim 2$ ) を含む、  
 光学選択膜。

【請求項 2】

前記  $\text{FeSi}_x$  が  $\text{FeSi}_2$  ( $x = 2$ ) である、請求項 1 に記載の光学選択膜。

【請求項 3】

前記  $\text{FeSi}_2$  が  $\text{FeSi}_2$  である、請求項 2 に記載の光学選択膜。

10

【請求項 4】

前記  $\text{FeSi}_2$  が  $\text{FeSi}_2$  である、請求項 2 に記載の光学選択膜。

【請求項 5】

前記 A g 含有層が赤外線反射膜である、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

【請求項 6】

少なくとも、前記 A g 含有層と、前記 A g 拡散防止層とが、この順で積層されてなる、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

【請求項 7】

少なくとも、前記 A g 拡散防止層と、前記 A g 含有層と、前記 A g 拡散防止層とが、こ

20

の順で積層されてなる、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学選択膜に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽の光エネルギーを直接電気に変換する太陽光発電がよく知られているが、近年、太陽の光エネルギーを一度、熱に変換して、その熱を利用して発電を行う太陽熱利用システムが注目されている。この太陽熱利用システムでは、集光部で太陽光を集光し、そして集光した太陽光によって、容器又は流路内の熱媒体（オイル、溶解塩、熔融ナトリウム等）を加熱することが知られている。そして、容器又は流路の表面に被覆物、薄膜等を提供し、それによって集光した太陽光による熱媒体の加熱を促進することが検討されている。

10

【0003】

例えば、特許文献 1 では、赤外領域反射層、反射層の上方へ配置される少なくとも 1 層の吸収層、及び吸収層の上方へ配置される反射防止層から構成される、特にパラボラコレクターの吸収チューブに用いる放射線選択的吸収コーティングであって、反射層は少なくとも 2 層のバリア層上へ配置され、及び少なくとも 2 層のバリア層のうちの第二バリア層は  $\text{SiO}_x$  化合物から成ることを特徴とする吸収コーティングが提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 198170 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、集光した太陽光による熱媒体の加熱を促進して、更に効率的に光を熱に変換する太陽熱利用システムが望まれているのが現状である。本発明は、このようなニーズを踏まえて本発明者らが鋭意検討した結果、見出されたものである。

30

【0006】

したがって、本発明は、光を熱に効率的に変換することに寄与する光学選択膜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】

【0007】

上記目的を達成するための手段は、以下の第(1)項～第(7)項である。

(1) Ag 含有層と、その Ag 含有層に隣接して配置される Ag 拡散防止層とを少なくとも含む光学選択膜であって、その Ag 拡散防止層が  $\text{FeSi}_x$  ( $x = 1 \sim 2$ ) を含む、光学選択膜。

(2) その  $\text{FeSi}_x$  が  $\text{FeSi}_2$  ( $x=2$ ) である、第(1)項に記載の光学選択膜。

(3) その  $\text{FeSi}_2$  が  $\text{FeSi}_2$  である、第(2)項に記載の光学選択膜。

40

(4) その  $\text{FeSi}_2$  が  $\text{FeSi}_2$  である、第(2)項に記載の光学選択膜。

(5) その Ag 含有層が赤外線反射膜である、第(1)項から第(4)項のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

(6) 少なくとも、その Ag 含有層と、その Ag 拡散防止層とが、この順で積層されてなる、第(1)項から第(5)項のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

(7) 少なくとも、その Ag 拡散防止層と、その Ag 含有層と、その Ag 拡散防止層とが、この順で積層されてなる、第(1)項から第(5)項のいずれか 1 項に記載の光学選択膜。

【発明の効果】

【0008】

50

本発明によれば、光を熱に効率的に変換することに寄与する光学選択膜が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の光学選択膜の1つの実施態様である、光学選択膜1の断面模式図である。

【図2】図2は、本発明の光学選択膜の別の1つの実施態様である、光学選択膜2の断面模式図である。

【図3】図3は、実施例1で作製された光学選択膜3の断面模式図である。

【図4】図4は、実施例1で作製された光学選択膜3の加熱前後の断面模式図である。

【図5】図5は、実施例1で作製された光学選択膜3の光学特性の結果を示す図である。

【図6】図6は、比較例1で作製された膜4の断面模式図である。

【図7】図7は、比較例1で作製された膜4の加熱前後の断面模式図である。

【図8】図8は、比較例1で作製された膜4の光学特性の結果を示す図である。

【図9】図9は、比較例1の結果を示す光学顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(1) 光学選択膜

本発明による光学選択膜は、Ag含有層と、Ag含有層に隣接して配置されるAg拡散防止層とを少なくとも含む光学選択膜であって、Ag拡散防止層が $\text{FeSi}_X$  ( $X=1\sim 2$ )を含むことを特徴とする光学選択膜である。本発明による光学選択膜は、光を熱に効率的に変換することに寄与することができる。すなわち、本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層が、本発明による光学選択膜を加熱した際に、Ag含有層のAg(銀)が光学選択膜を構成する他の層に拡散することを防止して安定的な光学特性を維持することに寄与する。本発明による光学選択膜が、集光した太陽光及び熱媒体によって加熱される温度は、400 以上でよく、600 以上であることが好ましく、700 以上であることがより好ましい。本発明による光学選択膜は、使用時に高温にさらされても安定的な光学特性を維持することができる。

【0011】

本発明による光学選択膜を構成するAg含有層はAg(銀)を含み、Ag(銀)は、単一の銀元素から構成される純金属でもよいし、銀元素と他の金属元素とか構成される銀合金でもよいし、銀元素と非金属元素とかから構成される銀の金属様でもよい。他の金属元素としては、例えば、金(Au)、銅(Cu)、Pd(パラジウム)等が挙げられる。非金属元素としては、例えば、Si(シリコン)が挙げられる。

【0012】

本発明による光学選択膜を構成するAg含有層は、任意の割合で、Ag(銀)を含有してよいが、80vol%~100vol%以上の割合で含有することが好ましい。

【0013】

本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層は、Ag含有層に隣接して配置される。隣接して配置されとは、Ag拡散防止層の少なくとも1部と、Ag含有層の少なくとも1部とが接して配置されることをいう。本発明による光学選択膜において、Ag拡散防止層が、Ag含有層に積層されていることが好ましい。

【0014】

本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層は、任意の割合で $\text{FeSi}_X$  ( $X=1\sim 2$ )を含んでよいが、80vol%~100vol%以上の割合で含むことが好ましい。

【0015】

本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層に含まれる $\text{FeSi}_X$ が $\text{FeSi}_2$  ( $X=2$ )であることが好ましい。Ag拡散防止層に $\text{FeSi}_2$  ( $X=2$ )が含まれることによって、本発明による光学選択膜は、光を熱に更に効率的に変換することに寄与することができる。

10

20

30

40

50

## 【0016】

本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層に含まれる $\text{FeSi}_2$  ( $X=2$ ) が、  
-  $\text{FeSi}_2$ であることが好ましい。Ag拡散防止層に -  $\text{FeSi}_2$ が含まれることによ  
って、本発明による光学選択膜は、光を熱に更に効率的に変換することに寄与するこ  
ができる。

## 【0017】

本発明による光学選択膜を構成するAg拡散防止層に含まれる $\text{FeSi}_2$  ( $X=2$ ) が、  
-  $\text{FeSi}_2$ であることが好ましい。Ag拡散防止層に -  $\text{FeSi}_2$ が含まれることによ  
って、本発明による光学選択膜は、光を熱に更に効率的に変換することに寄与するこ  
ができる。

10

## 【0018】

本発明による光学選択膜を構成するAg含有層が、赤外線反射膜であることが好ましい。  
赤外反射膜の厚さは本発明の効果を奏すれば任意の厚さでよいが、少なくとも100nm  
の厚さであることが好ましい。また、本発明による光学選択膜を構成するAg含有層が  
光吸収層でもよい。

## 【0019】

本発明による光学選択膜を構成するAg含有層が光吸収層である場合、サーメット層  
(Ceramic + Metal = Cermet) でよい。本発明による光学選択膜を構成する  
サーメット層は、銀粒子又は銀ナノ粒子と酸化アルミウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) とのコンポジット  
材から構成されてもよいし、銀粒子又は銀ナノ粒子と酸化ジルコニウム ( $\text{ZrO}$  又は  $\text{ZrO}_2$ )  
とのコンポジット材から構成されてもよいし、銀粒子又は銀ナノ粒子と二酸化珪  
素 ( $\text{SiO}_2$ ) とのコンポジット材から構成されてもよい。サーメット層の厚みは、好ま  
しくは60~180nmであり、より好ましくは80nm~150nmである。

20

## 【0020】

本発明による光学選択膜は、反射防止層として透明誘電体層を含んでよい。本発明によ  
る光学選択膜を構成する透明誘電体層は、特に限定されることはないが、例えば、 $\text{SiO}_2$   
層、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層、AlN層等が挙げられるが、 $\text{SiO}_2$ 層であることが好ましい。本発明  
による光学選択膜を構成する透明誘電体層の厚さは本発明の効果を奏すれば任意の厚さで  
よいが、10nm~500nmの厚さであることが好ましい。

## 【0021】

本発明による光学選択膜は、公知である任意の製造方法で得ることができる。例えば、  
本発明による光学選択膜の基板の基板温度を室温にして、物理気相堆積 (PVD)、スパ  
ッタリング等によって、本発明による光学選択膜は製造され得る。

30

## 【0022】

以下、図1及び図2を参照しながら、本発明による光学選択膜について更に詳細に説明  
をする。なお、本発明による光学選択膜は、本発明の目的及び主旨を逸脱しない範囲内  
で、図1及び図2の本発明の実施の形態に限定されるものではない。

## 【0023】

図1は、本発明の光学選択膜の1つの好ましい実施態様である、光学選択膜1の断面模  
式図である。本発明の実施の形態に係る光学選択膜1は、Ag含有層(11)の上方にAg  
拡散防止層(12)が積層されてなるものである。光学選択膜1は、Ag拡散防止層(12)  
がAg含有層(11)の片面に積層された光学選択膜である。

40

## 【0024】

図2は、本発明の光学選択膜の別の1つの好ましい実施態様である、光学選択膜2の断  
面模式図である。本発明の実施の形態に係る光学選択膜2は、Ag拡散防止層(21)の  
上方にAg含有層(22)が積層され、さらに、Ag含有層(22)の上方にAg拡散防  
止層(23)が積層されてなるものである。光学選択膜2は、Ag拡散防止層(21)及  
びAg拡散防止層(23)がAg含有層(22)の両面に積層された光学選択膜である。

## 【実施例】

## 【0025】

50

以下、本発明をより具体的に説明するための実施例を提供する。なお、本発明は、その目的及び主旨を逸脱しない範囲で以下の実施例に限定されるものではない。

【0026】

(実施例1)

図3に示す光学選択膜3を作製した。室温下で石英基板(不図示)に、Ag(銀)をターゲットとしてスパッタリングすることによってAg層(31)を積層し、続いて、FeSi<sub>2</sub>をターゲットとしてスパッタリングすることによってAg層(31)の上方にFeSi<sub>2</sub>層(32)を積層して、光学選択膜3を成膜した。

【0027】

続いて、光学選択膜3を700℃で1時間加熱した。光学選択膜3の加熱前後の断面模式図を図4に示す。図4に示すように、Ag層(31)に含まれるAg(銀)粒子(33)が加熱後に、FeSi<sub>2</sub>層(32)に拡散していないことが理解できる。

10

【0028】

次に、Ag層(31)に含まれるAg(銀)粒子(33)が加熱後に、FeSi<sub>2</sub>層(32)に拡散していないことを検証するために、加熱後の光学選択膜3の光学特性の実測値を光学選択膜3の光学特性の計算値と比較して評価をした。

【0029】

まず、加熱後の光学選択膜3の構成層であるAg層(31)及びFeSi<sub>2</sub>層(32)のそれぞれの単層膜を成膜し、分光エリプソメータ及び分光光度計で測定して、分光エリプソメータによる測定データ、並びに分光光度計で測定した反射率特性及び透過率特性から、光学選択膜3のAg層(31)の光学定数(屈折率n<sub>1</sub>、消衰係数k<sub>1</sub>)及びFeSi<sub>2</sub>層(32)の光学定数(屈折率n<sub>2</sub>、消衰係数k<sub>2</sub>)をそれぞれ算出した。算出されたAg層(31)の光学定数(屈折率n<sub>1</sub>、消衰係数k<sub>1</sub>)及びFeSi<sub>2</sub>層(32)の光学定数(屈折率n<sub>2</sub>、消衰係数k<sub>2</sub>)を基にして、多層膜近似を用いて、光学選択膜3の光反射率(%) (膜厚については、FeSi<sub>2</sub>層が25nm相当であり、Ag層が100nm相当である。)を計算した。分光光度計で測定した光学選択膜3の光反射率(%)の実測値と、光反射率の計算値とを比較した結果を図5に示す。

20

【0030】

図5に示すように、光学選択膜3の光反射率(%)の実測値と計算値とは、全波長領域でほぼ一致し、加熱後のAg層(31)の赤外線反射機能が低下していないことが確認された。したがって、上記の図4に示したように、Ag層(31)に含まれるAg(銀)粒子(33)が加熱後に、FeSi<sub>2</sub>層(32)に拡散していないことが検証された。

30

【0031】

(比較例1)

図6に示す膜4を作製した。室温下で石英基板(不図示)に、Ag(銀)をターゲットとしてスパッタリングすることによってAg層(34)を積層し、続いて、SiO<sub>2</sub>をターゲットとしてスパッタリングすることによってAg層(34)の上方にSiO<sub>2</sub>層(35)を積層して、膜4を成膜した。

【0032】

続いて、膜4を700℃で1時間加熱した。膜4の加熱前後の断面模式図を図7に示す。図7に示すように、Ag層(34)に含まれるAg(銀)粒子(36)が加熱後に、膜4全体にわたって拡散していることが理解できる。

40

【0033】

次に、Ag層(34)に含まれるAg(銀)粒子(36)が加熱後に、膜4全体にわたって拡散していることを検証するために、加熱後の膜4の光学特性の実測値を膜4の光学特性の計算値と比較して評価をした。

【0034】

まず、加熱後の膜4の構成層であるAg層(34)及びSiO<sub>2</sub>層(35)のそれぞれの単層膜を成膜し、分光エリプソメータ及び分光光度計で測定して、分光エリプソメータによる測定データ、並びに分光光度計で測定した反射率特性及び透過率特性から、膜4の

50

A g 層 ( 3 4 ) の光学定数 ( 屈折率 $n_1$ 、消衰係数 $k_1$  ) 及び S i O<sub>2</sub> 層 ( 3 5 ) の光学定数 ( 屈折率 $n_3$ 、消衰係数 $k_3$  ) をそれぞれ算出した。算出された A g 層 ( 3 4 ) の光学定数 ( 屈折率 $n_1$ 、消衰係数 $k_1$  ) 及び S i O<sub>2</sub> 層 ( 3 5 ) の光学定数 ( 屈折率 $n_3$ 、消衰係数 $k_3$  ) を基にして、多層膜近似を用いて、膜 4 の光反射率 ( % ) ( 膜厚については、S i O<sub>2</sub> 層が 1 0 0 n m 相当であり、A g 層が 1 0 0 n m 相当である。 ) を計算した。分光光度計で測定した膜 4 の光反射率 ( % ) の実測値と、光反射率の計算値とを比較した結果を図 8 に示す。

#### 【 0 0 3 5 】

図 8 に示すように、膜 4 の光反射率 ( % ) の実測値と計算値とは大きく異なり、実測値は、約 1 0 0 0 n m の波長から光反射率 ( % ) が約 4 0 % まで低下し、加熱後の A g 層 ( 3 4 ) の赤外線反射機能が低下していることが確認された。したがって、上記の図 7 に示したように、A g 層 ( 3 4 ) に含まれる A g ( 銀 ) 粒子 ( 3 6 ) が加熱後に、膜 4 の全体にわたって拡散していることが検証された。

10

#### 【 0 0 3 6 】

さらに、図 9 の光学顕微鏡写真が示すように、A g 層 ( 3 4 ) に含まれる A g ( 銀 ) 粒子 ( 3 6 ) が加熱後に、膜 4 全体にわたって拡散して、A g ( 銀 ) 粒子 ( 3 7 ) と S i O<sub>2</sub> 粒子 ( 3 8 ) が、A g ( 銀 ) 粒子 ( 3 7 ) の拡散により混在していることが確認された。

#### 【 符号の説明 】

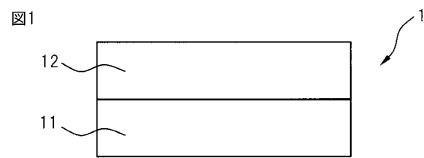
#### 【 0 0 3 7 】

- 1 光学選択膜
- 2 光学選択膜
- 3 実施例 1 で作製された光学選択膜
- 4 比較例 1 で作製された膜
- 1 1 A g 含有層
- 1 2 A g 拡散防止層
- 2 1 A g 拡散防止層
- 2 2 A g 含有層
- 2 3 A g 拡散防止層
- 3 1 A g 層
- 3 2 F e S i<sub>2</sub> 層
- 3 3 A g ( 銀 ) 粒子
- 3 4 A g 層
- 3 5 S i O<sub>2</sub> 層
- 3 6 A g ( 銀 ) 粒子
- 3 7 A g ( 銀 ) 粒子
- 3 8 S i O<sub>2</sub> 粒子

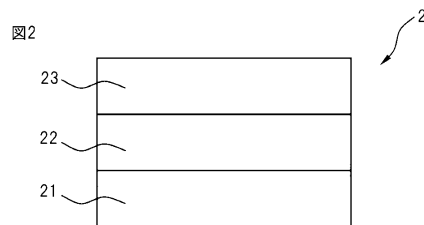
20

30

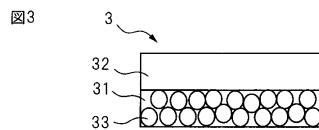
【図 1】



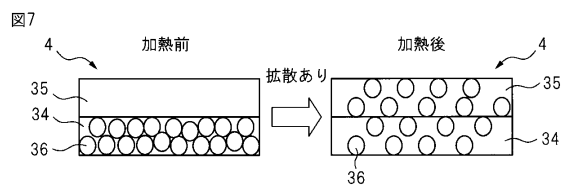
【図 2】



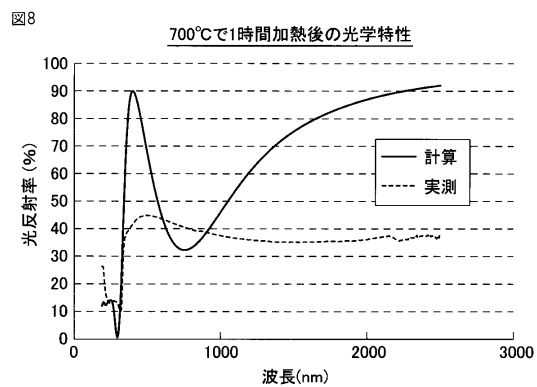
【図 3】



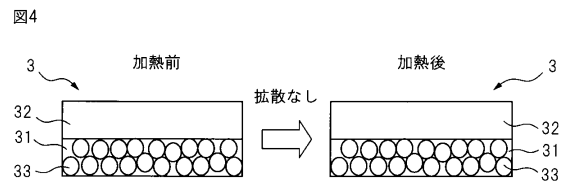
【図 7】



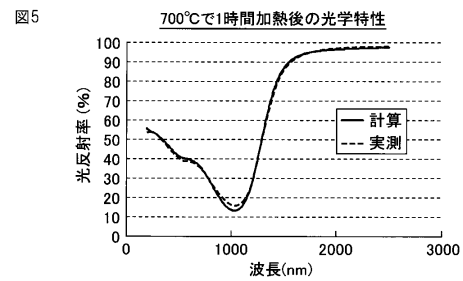
【図 8】



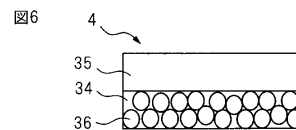
【図 4】



【図 5】

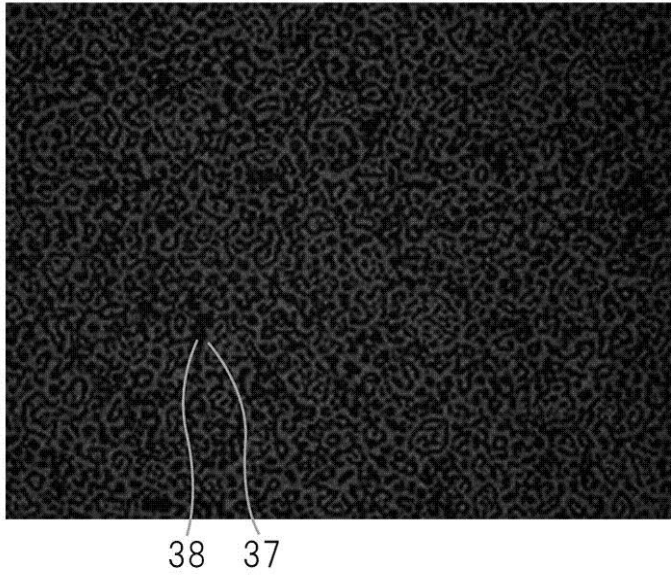


【図 6】



【図 9】

図9





---

フロントページの続き

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(74)代理人 100147142

弁理士 石森 昭慶

(72)発明者 筒井 琢仁

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)発明者 則武 和人

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)発明者 笹谷 亨

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)発明者 奥原 芳樹

愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号 一般財団法人ファインセラミックスセンター内

(72)発明者 須田 聖一

愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号 一般財団法人ファインセラミックスセンター内

審査官 鈴木 貴雄

(56)参考文献 特開2009-198170(JP,A)

特開2010-271033(JP,A)

特表2012-506021(JP,A)

特開2012-205998(JP,A)

特開平10-153704(JP,A)

国際公開第2013/141180(WO,A1)

特開2013-104617(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F24J 2/00 - 2/54