

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 17 日(17.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/109363 A1

- (51) 国際特許分類:
C22B 26/22 (2006.01) *C22B 9/02* (2006.01)
C22B 5/04 (2006.01) *F24J 2/02* (2006.01)
C22B 5/10 (2006.01) *F24J 2/06* (2006.01)
C22B 5/16 (2006.01) *F27B 5/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050236
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 9 日(09.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-002068 2013 年 1 月 9 日(09.01.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目
1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 丹羽 達雄(NIWA, Tatsuo); 〒1008331 東京
都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会
社ニコン内 Tokyo (JP). 川辺 憲一(KAWABE,
Kenichi); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目
1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 明田
文孝(AKEDA, Fumitaka); 〒1008331 東京都千代田

区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内
Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒
1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号
富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: MAGNESIUM REFINING DEVICE, AND MAGNESIUM REFINING METHOD

(54) 発明の名称: マグネシウム精錬装置およびマグネシウム精錬方法

[図5]

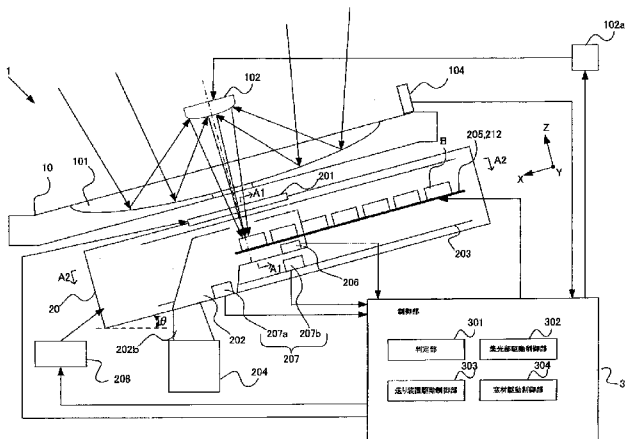


FIG. 5:
30 Control unit
301 Determination unit
302 Light focusing unit-operating control unit
303 Feed device-operating control unit
304 Window material-operating control unit

(57) Abstract: A magnesium refining device comprising: a housing vessel which houses a sample including a magnesium compound; and a light focusing device which focuses sunlight so as to irradiate the housing vessel therewith, and heats the inside of the housing vessel to a prescribed temperature. The housing vessel has: a reaction unit which causes a magnesium vapour to be produced from the sample by a thermal reduction reaction as a result of being heated to the prescribed temperature by the light focusing device; and a condenser unit which condenses the magnesium vapour. A sunlight-transmitting member which transmits the sunlight focused by the light focusing device is provided on the surface of a housing vessel casing. The reaction unit is held inside the housing vessel, and the sample is conveyed into the inside of the reaction unit.

(57) 要約: マグネシウム精錬装置は、マグネシウム化合物を含む試料を収容する収容容器と、太陽光を集光して収容容器に照射して、収容容器の内部が所定温度となるように加熱する集光装置と、を備え、収容容器は、集光装置により所定温度に加熱されることにより、熱還元反応により試料からマグネシウム蒸気を発生させる反応部と、マグネシウム蒸気を凝結させるコンデンサー部とを有し、収容容器の筐体表面には、集光装置により集光された太陽光を透過させる太陽光透過部材が設けられ、反応部は、収容容器の内部に保持され、反応部の内部に試料が搬入される。

WO 2014/109363 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： マグネシウム精錬装置およびマグネシウム精錬方法
技術分野

[0001] 本発明は、マグネシウム精錬装置およびマグネシウム精錬方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、自然エネルギーである太陽光のエネルギーを用いて、金属酸化物を還元させる技術が知られている（たとえば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：日本国特表２０１０－５３５３０８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、太陽光のエネルギーを用いてマグネシウムを加熱によって精錬する場合、加熱温度を一定に保持する必要がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第１の態様によると、マグネシウム精錬装置は、マグネシウム化合物を含む試料を収容する収容容器と、太陽光を集光して収容容器に照射して、収容容器の内部が所定温度となるように加熱する集光装置と、を備え、収容容器は、集光装置により所定温度に加熱されることにより、熱還元反応により試料からマグネシウム蒸気を発生させる反応部と、マグネシウム蒸気を凝結させるコンデンサー部とを有し、収容容器の筐体表面には、集光装置により集光された太陽光を透過させる太陽光透過部材が設けられ、反応部は、収容容器の内部に保持され、反応部の内部に試料が搬入される。

本発明の第２の態様によると、第１の態様のマグネシウム精錬装置において、収容容器は、熱還元反応により発生したマグネシウム蒸気が太陽光透過部材に付着することを防止するためのシールド部を内部に有し、シールド部の表面には、集光装置により集光され、太陽光透過部材を透過した太陽光を

通過させる通過領域が設けられ、反応部は、シールド部の内部に保持されることが好ましい。

本発明の第3の態様によると、第2の態様のマグネシウム精錬装置において、シールド部は、透明材料によって構成された筐体の内面または外面のうち通過領域を除いて反射材料をコーティングして構成されることが好ましい。

本発明の第4の態様によると、第3の態様のマグネシウム精錬装置において、シールド部の通過領域には所定波長の光を透過させる膜を設けることが好ましい。

本発明の第5の態様によると、第1乃至4のいずれか一態様のマグネシウム精錬装置において、反応部とコンデンサー部とは一体に形成されて収容容器の内部に保持され、収容容器の長手方向の一方の端部は他方の端部より低い高度となるように保持され、コンデンサー部の内部には、マグネシウム蒸気から凝結した液体マグネシウムが収容容器の一方の端部の方向へ、長手方向に沿って流れるように案内する案内部材が設けられることが好ましい。

本発明の第6の態様によると、第5の態様のマグネシウム精錬装置において、収容容器の一方の端部の下方に設けられ、コンデンサー部で凝結した液体マグネシウムを液体の状態で回収する回収部をさらに備え、回収部は、コンデンサー部から重力の作用によって滴下した液体マグネシウムを回収することが好ましい。

本発明の第7の態様によると、第1乃至6の何れか一態様のマグネシウム精錬装置において、収容容器に試料を搬入する搬入口と、収容容器から試料を搬出する搬出口と、収容容器の内部に設けられ、搬入口から搬出口までを結ぶ搬送路に沿って、試料を搬送する搬送部と、をさらに備え、搬送路の少なくとも一部は、反応部の内部を通過して試料を熱還元反応させるための反応用搬送路により構成されることが好ましい。

本発明の第8の態様によると、第7の態様のマグネシウム精錬装置において、搬送路は、搬入口から第1搬送方向へ試料が搬送される第1部分搬送路

と、第 1 搬送方向と逆方向の第 2 搬送方向へ試料が搬送される第 2 部分搬送路と、第 1 部分搬送路と、第 2 部分搬送路とを連結し、第 1 部分搬送路で搬送された試料を第 2 部分搬送路へ搬送させるため第 1 屈曲搬送路と、第 2 部分搬送路と、第 1 部分搬送路とを連結し、第 2 部分搬送路で搬送された試料を第 1 部分搬送路へ搬送させるための第 2 屈曲搬送路とを有し、第 2 部分搬送路の一部は、反応用搬送路により構成されることが好ましい。

本発明の第 9 の態様によると、第 7 または 8 の態様のマグネシウム精錬装置において、試料は円柱状であって、試料の中心軸は試料の搬送方向と一致し、搬送部は、少なくとも反応部においては試料を円柱の軸回りに回転させながら搬送することが好ましい。

本発明の第 10 の態様によると、第 7 または 8 の態様のマグネシウム精錬装置において、試料は角柱状であって、搬送部は、少なくとも反部においては試料を所定の平面上で二次元移動させることが好ましい。

本発明の第 11 の態様によると、第 7 乃至 10 の何れか一態様のマグネシウム精錬装置において、試料が使用可能か否かを判定する判定部をさらに備え、搬送部は、判定部により試料が使用可能ではないと判定されると、試料を搬出口を介して収容容器から搬出することが好ましい。

本発明の第 12 の態様によると、第 11 の態様のマグネシウム精錬装置において、判定部は、試料が反応用搬送路を通過した回数が所定回数を超えた場合には、試料は使用可能ではないと判定することが好ましい。

本発明の第 13 の態様によると、マグネシウム精錬方法は、マグネシウム化合物を含む試料を収容容器に収容し、太陽光を集光して収容容器に照射して、収容容器の内部が所定温度となるように加熱し、収容容器が備える反応部の内部で、熱還元反応により試料からマグネシウム蒸気を発生させ、収容容器が備えるコンデンサー部の内部で、マグネシウム蒸気を凝結させる。

本発明の第 14 の態様によると、第 13 の態様のマグネシウム精錬方法において、反応部とコンデンサー部とを一体に形成して収容容器の内部に保持し、収容容器の長手方向の一方の端部が他方の端部より低い高度となるよう

に保持し、コンデンサー部の内部において、マグネシウム蒸気から凝結した液体マグネシウムが収容容器の一方の端部の方向へ、長手方向に沿って流れるように案内することが好ましい。

本発明の第１５の態様によると、第１４の態様のマグネシウム精錬方法において、収容容器の一方の端部において、重力の作用によってコンデンサー部から滴下した液体マグネシウムを回収することが好ましい。

本発明の第１６の態様によると、第１３乃至１５の何れか一態様のマグネシウム精錬方法において、収容容器に試料を搬入する搬入口と、収容容器から試料を搬出する搬出口とを結び、少なくとも一部が反応部の内部を通過する搬送路に沿って、試料を搬送することが好ましい。

本発明の第１７の態様によると、第１６の態様のマグネシウム精錬方法において、円柱状であって、中心軸が搬送方向と一致する試料を、少なくとも反応部においては、円柱の軸回りに回転させながら搬送することが好ましい。

本発明の第１８の態様によると、第１６の態様のマグネシウム精錬方法において、角柱状の試料を、少なくとも反応部においては、所定の平面上で二次元移動させることが好ましい。

本発明の第１９の態様によると、第１６乃至１８の何れか一態様のマグネシウム精錬方法において、試料が使用可能か否かを判定し、試料が使用可能ではないと判定されると、試料を搬出口を介して収容容器から搬出することが好ましい。

本発明の第２０の態様によると、第１９の態様のマグネシウム精錬方法において、試料が反応部を通過した回数が所定回数を超えた場合に、試料は使用可能ではないと判定することが好ましい。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、集光装置により太陽光を集光させて収容容器を照射することにより、収容容器内の試料を熱還元反応に必要な所定温度にて加熱することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の第1の実施の形態によるマグネシウム精錬装置の一例を示す構成図

[図2]第1の実施の形態によるレトルトの構成を模式的に示す図

[図3]マグネシウム合金の発火温度に対するカルシウムの添加量の影響を示す図

[図4]難燃性マグネシウム合金を生成する系と、リサイクルの系とを示すシステム系統図

[図5]第2の実施の形態によるマグネシウム精錬装置の一例を示す構成図

[図6]第2の実施の形態のレトルト内部の一例を示す構成図

[図7]第2の実施の形態のレトルト内部の一例を示す構成図

[図8]コンデンサシールドに設けられた開口の大きさを説明する図

[図9]図9(a)はマグネシウム精錬装置を用いたマグネシウム精錬方法を説明するフローチャート、図9(b)は送り装置の搬送処理を説明するフローチャート

発明を実施するための形態

[0008] 従来からマグネシウムの精錬方法の一例としてピジョン法が知られている。ピジョン法では、ドロマイト鉱石 ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) を焼成し酸化物としたものとフェロシリコンとを混合してブリケットを生成する。生成したブリケットを反応炉（レトルト）内に収容し、真空下にて1200℃程度的高温で約8時間一定に加熱することによる熱還元反応によりマグネシウムの蒸気が発生する。このマグネシウムの蒸気を凝集させてマグネシウムを結晶として取り出している。純度の高いマグネシウムは燃焼しやすく、搬送に危険を伴うことから、別の元素を加えてマグネシウム合金として難燃化することがなされている。すなわち、マグネシウム合金を生成するために、必要な物質を添加し、再度加熱を行うことにより、所望の合金を得ている。

[0009] 上記のピジョン法による熱還元工程で難燃化されたマグネシウム合金を得ようとする、1200℃よりも更に高温の1400℃程度の温度まで上昇

させる必要がある。その結果、二酸化炭素が更に多量に発生し環境への更なる悪影響が及ぶことと、 1400°C の高温加熱によりガス炉やレトルトの寿命は短くなり、マグネシウムを生成するための製造コストも上昇することにより、実現が不可能である。また、後工程にてマグネシウム合金を生成する際にも、装置に多大な負担をかけるとともに、二酸化炭素の発生を伴うことになる。

[0010] ー第1の実施の形態ー

本発明の第1の実施の形態は、上記した二酸化炭素の発生を防ぎ、高温かつ長時間の加熱に対して耐久性が高く環境負荷の小さいマグネシウム精錬装置に関するものである。本実施の形態のマグネシウム精錬装置は、太陽炉によって集光させた太陽光のエネルギーを利用して、試料（ブリケット）を所定の温度で加熱して熱還元反応によりマグネシウムを精錬する。その際、熱還元反応により精錬されたマグネシウムには所定量のカルシウムが含まれることにより、難燃性を有するマグネシウムが生成される。この場合、熱還元反応中のマグネシウムの蒸気圧に対して、カルシウムの蒸気圧が所定パーセントとなる温度まで加熱される。すなわち、従来のピジョン法を用いて熱還元反応によるマグネシウム生成温度をより高温とすることで、カルシウムを含有させた難燃性のマグネシウムを得るものである。以下、詳細に説明する。

[0011] 図1は、マグネシウム精錬装置1の構成の一例を示す図である。マグネシウム精錬装置1は、集光部10と、レトルト20と、制御部30とを備えている。本実施の形態の集光部10は、主鏡101と、直達光センサ104と、駆動機構105とを有している。

[0012] 主鏡101は、たとえば凹面鏡や平面鏡を複数枚組み合わせて放物面（パラボラ面）を有するように構成される。主鏡101は、レトルト20内で局所的に、たとえば 1400°C 程度の高温を得るために、 2000 倍以上の集光度を有し、レトルト20内の試料が搬入される位置に焦点を結ぶように構成される。その結果、太陽光のエネルギーは、集光部10の主鏡101によ

リレトルト 20 内の試料を加熱する。

[0013] 主鏡 101 は、公知の技術を用いて、太陽の移動に応じて水平方向および／または俯仰方向に駆動して、太陽と対向するように追尾駆動を行う。この場合、制御部 30 は、時刻や集光部 10 の設置位置（たとえば緯度、経度情報）に基づいて算出される太陽の位置と、直達光センサ 104 から入力した太陽からの直達光の日射量に応じた信号（直達日射量信号）とに応じて、主鏡 101 が太陽と対向するための駆動量を算出する。駆動機構 105 は、制御部 30 により算出された駆動量を示す駆動信号を入力して、主鏡 101 を水平方向および／または俯仰方向に駆動させる。

[0014] レトルト 20 は、主鏡 101 に着脱可能に構成され、内部にブリケット B（試料）を収容する収容容器として機能するとともに、ブリケット B を太陽光のエネルギーで加熱することにより、熱還元反応にてマグネシウムを析出させるための反応炉として機能する。

[0015] 図 2 に、レトルト 20 の構造を模式的に示す。レトルト 20 は、耐熱性の高い材料により形成される中空の筒状部材である。レトルト 20 は図示しない真空ポンプ等に接続されて、内部を真空中に維持することが可能である。後述するように、ブリケット B には少なくとも MgO と CaO とが含まれている。

[0016] レトルト 20 は、集光された太陽光が照射されてブリケット B から熱還元反応によりマグネシウム蒸気を発生させるための反応部 21 と、発生したマグネシウム蒸気を回収するコンデンサー 22 と、コンデンサー 22 を冷却するための冷却部 23 と、反応部 21 からの熱を遮断する遮熱板 24 とを有し、冷却部 23 側で主鏡 101 に装着される。反応部 21 の内部には、ブリケット B が配置され、集光部 10 にて集光された太陽光により照射される。太陽光により照射されたブリケット B はマグネシウムの沸点（1107℃）を超える温度（たとえば 1400℃程度）まで局所的に加熱される。その結果、ブリケット B が還元反応を行うことによりマグネシウムは蒸気として発生し、図示しない吸引装置により吸引され、コンデンサー 22 へ至る。なお、

カルシウムの沸点は 1487°C であるため、少量のカルシウムも蒸気となり、コンデンサー22へ至る。本実施の形態では、一例として、マグネシウムの蒸気圧に対してカルシウムの蒸気圧が1パーセント～5パーセントとなるようにブリケットBを加熱する温度を設定している。

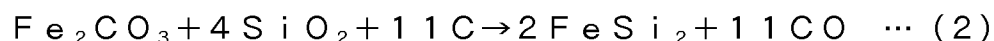
[0017] コンデンサー22は、内部の温度が所定温度、たとえばマグネシウムの融点以下の適当な温度で保持されるように、冷却部23により冷却される。本実施の形態では、冷却部23は、一例として海水等を用いた冷却水の作用によりコンデンサー22を冷却する水冷式の冷却装置であるものとする。コンデンサー22が冷却部23により冷却されることによって、反応部21で蒸気となったマグネシウムとカルシウムとが吸引装置により吸引され、コンデンサー22内で凝結し、マグネシウムに数パーセントのカルシウムが混入した合金として析出する。析出したマグネシウム合金をコンデンサー22から取り出すことによって、難燃性を有するマグネシウム合金を得る。

[0018] ブリケットBの生成方法としては、従来からの技術（たとえばピジョン法）のように採掘されたドロマイトを原料とする方法と、海水を精製して得られたにがり等から得られた水酸化マグネシウム $\text{Mg}(\text{OH})_2$ や、マグネシウムを電極材とした燃料電池等の使用後の電極材から取り出した水酸化マグネシウム $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を原料とする方法とを採り得る。

[0019] ドロマイトを原料とする場合には、採掘したドロマイト（ $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ）を粉砕し、加熱することにより以下の（1）の反応式により焼成ドロマイト（ $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$ ）が生成される。



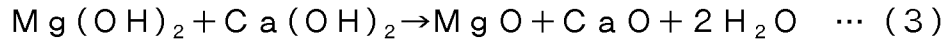
[0020] 一方、酸化マグネシウム（ MgO ）の還元剤として機能する、ケイ素（Si）、鉄（Fe）、カルシウム（Ca）、炭素（C）の金属およびその酸化物、すなわちフェロシリコン（ FeSi_2 ）を、以下の（2）の反応式により生成する。



上記（1）、（2）のようにして生成された焼成ドロマイトとフェロシリ

コンとを混合し、所定の大きさ、形状を有するブリケットBを得る。

[0021] 水酸化マグネシウム $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を原料とする場合には、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を加えて加熱脱水することにより、以下の(3)の反応式により酸化マグネシウム(MgO)を生成する。



そして、(2)により生成されたフェロシリコンを、酸化マグネシウム(MgO)と混合して、所定の大きさ、形状を有するブリケットBを得る。

[0022] 上述したマグネシウム精錬装置1を用いることによって、以下に説明する精錬工程を実現して、難燃性マグネシウム合金を生成する。上述した方法により生成されたブリケットBをレトルト20内に収容して、 1400°C 程度の高温にて加熱すると、以下の(4)の反応式に示す熱還元反応を行う。



[0023] 上記の(4)式に示す反応により、マグネシウムが蒸気として発生し、コンデンサー22内に凝結する。このとき、少量のカルシウムも蒸気となり、マグネシウム蒸気に混入するため、少量のカルシウムを含むマグネシウムがコンデンサー22に凝結する。本実施の形態では、マグネシウムの蒸気圧に対してカルシウムの蒸気圧が1パーセント以上となるようにブリケットBを加熱しているので、コンデンサー22に析出する合金にも、マグネシウムに対してカルシウムが1パーセント以上添加される。

[0024] 図3は、マグネシウム合金の発火温度に対するカルシウムの添加量の関係を示す図である。図3に示すように、カルシウムの添加量が1パーセントを超えると、発火温度を 1000K 以上とすることができる。これは、純マグネシウムの発火温度が 800K 以下であることに比べてかなり高い。本実施の形態のマグネシウム精錬装置1により生成されるマグネシウム合金では、上述したようにマグネシウムに対してカルシウムの添加量が1パーセント以上となる。したがって、マグネシウム精錬装置1により生成されたマグネシウム合金は難燃性を示す。これにより、搬送時の安全性を確保できる。

[0025] 図4に、上述のようにして難燃性マグネシウム合金を生成する系と、リサ

イクルの系とを示す。図4に示すように、難燃性マグネシウム合金を生成し、燃料材や燃料電池等の電極材等の用途に用いることができる。マグネシウム合金を燃料材として使用すると、 MgO が残留する。この MgO に反応式(2)により得られたフェロシリコンを混合してブリケットBを生成し、再びマグネシウム精錬装置1のレトルト20内に搬入する。そして、反応式(4)で示す熱還元反応を行わせることにより、再び難燃性マグネシウム合金を生成することができる。また、燃料電池の電極材として使用すると $Mg(OH)_2$ が残留する。この $Mg(OH)_2$ に対して反応式(3)に示す反応を行わせることにより MgO を生成させる。そして、同様にしてブリケットBを生成し、レトルト20内に搬入して熱還元反応を行わせることにより、再び難燃性マグネシウム合金を生成することができる。この結果、マグネシウム精錬装置1により、マグネシウムを循環利用することができる。さらに、反応式(4)の熱還元反応の際に生成する SiO_2 等のスレッジを、還元剤として再び利用することができる。

[0026] 上述した第1の実施の形態によるマグネシウム精錬装置によれば、次の作用効果が得られる。

(1) マグネシウム精錬装置1は、マグネシウム化合物を含む試料としてブリケットBを収容するレトルト20と、太陽光を集光してレトルト20に照射して、レトルト20の内部が所定温度となるように加熱する集光部10とを備えている。レトルト20は、集光部10により所定温度に加熱されることにより、熱還元反応によりブリケットBからマグネシウム蒸気を発生させる反応部21を有する。したがって、太陽光のエネルギーを用いてマグネシウムを熱還元反応により析出させることができる。その結果、ガス炉等にて化石燃料を燃焼させて長時間の高温加熱による二酸化炭素の発生を伴うことなく、環境へ悪影響を及ぼすことがなくなる。

[0027] 特に、集光部10により太陽光を集光するので、レトルト20を $1400^{\circ}C$ の高温まで加熱することができる。したがって、 $1400^{\circ}C$ 程度まで加熱してマグネシウムを熱還元反応させることにより、カルシウムを混入させて

、難燃性の高いマグネシウム合金を得ることができる。従来の技術では、析出したマグネシウムを再度加熱することにより、他の物質を添加させた合金を得ていた。これに対して、本実施の形態では、集光部10を用いて太陽光を加熱用のエネルギーとして用いることにより、1回の工程で1400℃の高温での加熱を実現できるので、難燃性マグネシウムの製造工程を簡略化できる。さらに、従来の技術のように、再加熱によって合金を得る必要がなくなるので、二酸化炭素の排出を抑制して、環境へ悪影響を及ぼすことがなくなる。

[0028] (2) レトルト20は、マグネシウム蒸気を凝結させるコンデンサー22を更に有する。したがって、反応部21で熱還元反応により発生したマグネシウム蒸気から効率良くマグネシウム合金を得ることができるので、生産性の低下を抑制できる。

[0029] 第1の実施の形態によるマグネシウム精錬装置を、次のように変形できる。

(1) 集光部10による集光度を変更し、加熱温度を変えることにより、マグネシウム合金を生成するための原料を生成するためにマグネシウム精錬装置1を用いることができる。この場合、上記の反応式(3)に示す焼成によりMgOを生成する工程や、反応式(2)に示すフェロシリコンを加熱により生成する工程に利用することができる。この結果、マグネシウム合金の生成に加えて、原料となるMgOの焼成やフェロシリコンの加熱の際にも化石燃料を燃焼させる必要がなくなるので、マグネシウム合金を生成するシステム全体として二酸化炭素の発生を抑制し環境への悪影響を与えることがなくなる。

[0030] (2) レトルト20の加熱方法は、主鏡101を有する集光部10を用いるものに限定されない。太陽光を集光してレトルト20を照射して、レトルト20の内部温度が1400℃となるように加熱し、レトルト20内に収容されたマグネシウム化合物を含むブリケットBから熱還元反応によりマグネシウム蒸気を発生させることが可能なあらゆる方法を用いることができる。た

例えば、集光部 10 は複数の平面鏡のそれぞれから反射された反射光を一点に重ね合わせて集光するヘリオスタット方式を用いてもよい。

[0031] ー第 2 の実施の形態ー

本発明の第 2 の実施の形態による材料処理装置を説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付し、第 1 の実施の形態との相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、集光部の構造とレトルトの構造と精錬されたマグネシウム合金の回収方法とが、第 1 の実施の形態と異なる。

[0032] 図 5 ～ 8 に第 2 の実施の形態のマグネシウム精錬装置 1 の構造を模式的に示す。図 6 は、図 5 に示すレトルト 20 の A1-A1 断面図であり、図 7 は、図 5 に示すレトルト 20 の A2-A2 断面図である。なお、説明の都合上、図 5 ～ 7 に示すように、x 軸、y 軸、z 軸からなる座標軸を設定する。

[0033] 第 2 の実施の形態による集光部 10 は、凹面鏡からなる主鏡 101 と凸面鏡からなる副鏡 102 とを有するカセグレン光学系により構成され、放物面による主鏡 101 に加えて、双曲面による凸面鏡からなる副鏡 102 と、副鏡 102 を駆動する駆動機構 102a とを更に有する。主鏡 101 の表面あるいは裏面は耐腐食加工したアルミや銀の膜が用いられ、副鏡 102 の表面あるいは裏面は、たとえばエネルギー吸収の小さい誘電体多層膜ミラーが用いられる。集光部 10 では、太陽光は主鏡 101 で反射されて副鏡 102 へ進み、後述するレトルト 20 内に搬入されるブリケット B の上面（z 軸＋側）で副鏡 102 により集光する。なお、副鏡 102 は、ブリケット B に効率よく太陽光を集光させ、かつ主鏡 101 の裏面にレトルト 20 を配置するために、太陽光がブリケット B 上で集光する際の開き角（NA）が小さくなるように設計されているものとする。駆動機構 102a は、後述する制御部 30 からの駆動信号により副鏡 102 を駆動させて、ブリケット B の表面にて太陽光が集光する集光度を変更する。

[0034] レトルト 20 は、制御部 30 により、長手方向（x 軸方向＋側）の一方の端部が他方の端部（x 軸方向－側）よりも高度が低くなるように、図 5 にて

破線で示す水平面に対して所定の角度 θ だけ傾いた状態で、図示しない姿勢制御機構を介して支持される。すなわち、 x 軸は水平面に対して所定の角度 θ だけ傾いた方向に設定される。なお、上記の所定の角度 θ は、後述するように還元反応により液体となったマグネシウムがマグネシウム回収部204内に流入、滴下するのに最適な角度として、実験等によって決定されるものとする。

[0035] レトルト20は、窓材201と、コンデンサシールド202と、第2シールド203と、マグネシウム回収部204と、送り装置205と、温度センサ206と、圧力センサ207と、ポンプ208と、ブリケット搬入口210と、ブリケット搬出口211と、搬送路212とを備えている。窓材201は、レトルト20の上部（ z 軸+側、集光部10側）に設けられた開口を覆い、集光部10にて集光された太陽光をレトルト20の内部に透過させる。窓材201は、後述するコンデンサシールド202からの輻射熱を反射する、透明電極ITO膜（インジウム錫酸化膜）等のなどの可視光（太陽光）を透過し赤外光を反射する膜（太陽光透過赤外反射膜）を備えて構成される。窓材201は交換可能に設けられ、レトルト20内に導かれる太陽光の光束の範囲よりも広い。窓材201は、制御部30から出力される駆動信号に応じて、図示しない駆動機構により、設けられた場所で x y 平面に平行な面上を2次元移動可能に構成されている。

[0036] コンデンサシールド202は、レトルト20の内部に設けられ、普通鋼を材料とする中空の部材である。コンデンサシールド202には、集光部10からの太陽光がブリケットBを照射可能となるように、開口202hが設けられている。コンデンサシールド202の内部には、後述する送り装置205によって搬送路212上をブリケットBが搬送され、ブリケットBはコンデンサシールド202の内部で開口202hを通して太陽光の照射を受ける。また、コンデンサシールド202の底部（ z 軸-側）の y 軸+側端部には下方に設けられたマグネシウム回収部204と連通する連通部202bが設けられている。

[0037] 図8を参照して、開口202hの直径について説明する。図8では、ブリケットBの上面（z軸+側）とコンデンサシールド202の内壁とのz軸方向の距離をZとし、集光部10からの太陽光の光束がブリケットBの上面で結ぶ径（スポット径）をDとする。太陽光の開き角を $\theta 1$ とすると、開口202hの直径Hは、以下の式（5）を満たすように形成される。

$$2(D + 2Z \tan \theta 1) \geq H > D + 2Z \tan \theta 1 \quad \cdots (5)$$

[0038] コンデンサシールド202の内部は次のような構成を有している。図6に示すように、コンデンサシールド202の内部には、マグネシウムが液体の状態で連通部202bを介してマグネシウム回収部204に導かれるように、複数のガイド部材202gが設けられている。なお、以後の説明では、複数のガイド部材202gのうち、開口202hの開口端部に沿って設けられるガイド部材には符合202g1を付し、コンデンサシールド202の底部（z軸-側）に設けられるガイド部材には符合202g2を付し、上記以外のガイド部材には符合202g3を付す。

[0039] ガイド部材202g1は、開口202hの開口端部からz軸-方向に突設している。ガイド材202g1は、窓材201を介して入射する太陽光の光束を遮らない方向に向かって突設している。すなわち、ガイド部材202g1は、析出したマグネシウム液体が窓材201の方向にはみ出さないように、窓材201を覆う形状となるように形成されている。ガイド部材202g2は、コンデンサシールド202の底部内壁にx軸方向に沿って延在するように設けられる。ガイド部材202g3は、コンデンサシールド202の内壁からz軸方向に沿って突設し、x軸方向に沿って延在するように設けられる。なお、ガイド部材202g1～202g3の厚みはコンデンサシールド202を構成する部材厚よりも厚くなるように形成されている。なお、ガイド部材202g1～202g3は、コンデンサシールド202の中心付近に置かれた焦点面の方向に突出していてもよい。また、ガイド部材202g1～202g3は、断面が矩形のものではなく、たとえば三角状に突出していてもよい。上述したように、ガイド部材202g1～202g3を有するこ

とにより、コンデンサシールド202の内面の表面積が増加するので、多量のマグネシウムの析出を可能にする。

[0040] コンデンサシールド202の内部は、マグネシウムの融点（651℃）を超える温度、たとえば700℃程度～800℃程度に保たれ、かつ、コンデンサシールド202のマグネシウム蒸気以外による内部圧力は、1Pa以下に調節される。このため、熱還元反応によって蒸気となったマグネシウムは、酸化することなくコンデンサシールド202の内壁に到達して凝結し、液体となって内壁に付着する。換言すると、コンデンサシールド202は、ブリケットBが熱還元反応するための反応部と、熱還元反応によって発生したマグネシウム蒸気が凝結するためのコンデンサー部とが一体に形成されたものである。上述したようにレトルト20は、水平面に対して所定の角度 θ だけ傾いているので、液体となってコンデンサシールド202の内壁に付着したマグネシウムは、重力の影響を受け、ガイド部材202g2、202g3が延在する方向、すなわちx軸に沿って案内される。そして、コンデンサシールド202のx軸+側の端面に到達した液体のマグネシウムは、連通部202bを介して、マグネシウム回収部204へ流入、あるいは滴下する。

[0041] 第2シールド203は、コンデンサシールド202を内部に保持するように設けられる。第2シールド203は、コンデンサシールド202からの輻射熱によってレトルト20の筐体外壁を通して熱が外部に散逸することを防ぐために設けられ、集光部10からの太陽光は透過するが、コンデンサシールド202からの輻射熱を反射する材料によって形成される。本実施の形態では、第2シールド203として、石英やガラス等の透明材料によって円筒形に形成された部材の内面に、アルミをコーティングしたものをを用いる。ただし、集光部10からの太陽光がブリケットBへ向けて通過する範囲203a、すなわち窓材201に対応する範囲にはコーティングを施さない。なお、第2シールド203として、鏡面加工したステンレスを用いてもよい。また、石英やガラス等の透明材料による第2シールド203の範囲203aに対して誘電体多層膜を設けてもよいし、ITO（インジウム錫酸化膜）膜な

どの太陽光透過赤外反射膜で被覆してもよい。また、ステンレスによる第2シールド203に透明材料による窓部を組み合わせてもよい。レトルト20の内部に上記の構造を有する第2シールド203が設けられることにより、第2シールド203とレトルト20との間の空間は、200℃程度の温度に保持される。この結果、レトルト20の筐体外壁が高温になることを防ぐことができる。

[0042] 図7に示すように、レトルト20の内部には、x軸一側端部に設けられたブリケット搬入口210およびブリケット搬出口211と、ブリケット搬入口210からブリケット搬出口211までを結ぶ搬送路212とが設けられている。搬送路212は、搬入されたブリケットBをx軸+方向へ搬送する第1搬送路212aと、第1搬送路212aと連結され第1搬送路212aから搬送されたブリケットBの搬送方向をx軸-方向へ変更するための第1屈曲搬送路212bと、第1屈曲搬送路212bと連結され第1屈曲搬送路212bから搬送されたブリケットBをx軸-方向へ搬送する第2搬送路212cと、第2搬送路212cと連結され第2搬送路212cから搬送されたブリケットBの搬送方向をx軸+方向へ変更するための第2屈曲搬送路212dとが設けられている。第2搬送路212cの一部はコンデンサシールド202の内部を通過する反应用搬送路212c1であり、窓材201を通過した太陽光によりブリケットBを照射させて熱還元反応させるために設けられている。

[0043] 送り装置205は、搬送路212に沿って設けられた、たとえばベルトや複数のローラー等によって構成されている。送り装置205は、所定の形状を有するブリケットBを連続的に順次、コンデンサシールド202に搬送する。なお、本実施の形態では、ブリケットBは円柱状に形成され、ブリケットBの中心軸が搬送方向と一致するように搬送路212上で搬送される。送り装置205は、後述するように制御部30からの駆動信号に応じて、x軸一側端部のブリケット搬入口210と第1搬送路212aとを連結し、ブリケット搬入口210から搬入されたブリケットBをx軸+方向へ搬送する。

ブリケットBが第1搬送路212aに導かれると、送り装置205は、第1搬送路212aのx軸一側端部を第2屈曲搬送路212dと連結させて、搬送路212上にブリケットBが必要量以上搬入されないようにする。搬送路212上に搬入されたブリケットBは、第1搬送路212a、第1屈曲搬送路212b、第2搬送路212c、第2屈曲搬送路212dの順序で搬送され、再び第1搬送路212aに搬送され、上記の順序で搬送路212上にて搬送される。

[0044] 第2搬送路212cの一部の反応用搬送路212c1では、ブリケットBは、図示しない回転機構により、ブリケットBのx軸方向の中心軸を中心として回転しながらx軸一方向に沿って移動する。これにより、ブリケットBの表面の広い範囲に太陽光が照射されるので、ブリケットBの利用効率が向上する。副鏡102は駆動機構102aにより微小駆動して、太陽光の光軸方向に沿って集光位置を移動させる。これにより、熱還元反応に伴ってブリケットBの表面形状が変形し、図8に示すブリケットBの上面（z軸+側）とコンデンサシールド202の内壁とのz軸方向の距離Zとの間に変動が生じて、ブリケットBの表面温度は実質的に一定の高温で推移する。

[0045] 制御部30によってブリケットBが使用可能ではないと判定されるまで、ブリケットBは送り装置205により搬送路212上で搬送され続ける。その結果、同一のブリケットBは、反応用搬送路212c1上を複数回搬送される。制御部30は、たとえば、同一のブリケットBが反応用搬送路212c1を所定回数搬送された場合や、最初に反応用搬送路212c1を通過してから所定時間が経過した場合等に、ブリケットBが使用可能ではないと判定する。この場合、ブリケットBが反応用搬送路212c1を搬送される回数をカウントするカウンタや、時間計測をするためのタイマ等を備えていればよい。なお、上記の所定回数や所定時間は、予め実験等に基づいて、ブリケットBが熱還元反応によってマグネシウム蒸気を発生するのに適した形状が保持可能となるように決定されている。

[0046] 制御部30によりブリケットBが使用可能ではないと判定されると、送り

装置 205 は、第 2 搬送路 212 c を第 2 屈曲搬送路 212 d から切り離し、ブリケット搬出口 211 と連結させる。このため、熱還元反応に使用された使用済のブリケット B は、第 2 搬送路 212 c からブリケット搬出口 211 に搬送され、レトルト 20 の外部に排出される。上述の動作を繰り返すことにより、所定量のブリケット B が搬送路 212 上にて搬送される。

[0047] 送り装置 205 は、制御部 30 からの速度指示信号に応じて、ブリケット B の移動速度を制御する。熱還元反応によりマグネシウムが発生するために十分な期間、ブリケット B が集光部 10 からの太陽光により照射されるように、移動速度が決定される。

[0048] 温度センサ 206 は、コンデンサシールド 202 内の温度を計測して、計測した温度を示す温度信号を制御部 30 へ出力する。圧力センサ 207 は、コンデンサシールド 202 内の圧力を計測する第 1 圧力センサ 207 a と、コンデンサシールド 202 の外部のレトルト 20 内の圧力を計測する第 2 圧力センサ 207 b とによって構成される。第 1 圧力センサ 207 a および第 2 圧力センサ 207 b は、計測した圧力を示す圧力信号を制御部 30 へそれぞれ出力する。ポンプ 208 は、制御部 30 による駆動信号に応じて駆動することで、図示しない注排気系統を介して、コンデンサシールド 202 の内部、およびコンデンサシールド 202 の外部のレトルト 20 内の圧力を所定の圧力となるように調整する。なお、第 1 圧力センサ 207 a により計測されるコンデンサシールド 202 内部の圧力は、ブリケット B が熱還元反応を起こしている最中には、析出したマグネシウム蒸気の圧力を示す。コンデンサシールド 202 内の圧力は、マグネシウム蒸気が存在しないときには、上述したように、蒸気となったマグネシウムが酸化しないように 1 Pa 以下に調整される。また、コンデンサシールド 202 の外部のレトルト 20 内の圧力は、熱の対流による伝達を防止するために、100 Pa 以下に調整される。

[0049] 制御部 30 は、CPU、ROM、RAMなどを有し、各種のデータ処理を実行する演算装置である。制御部 30 は、上述した直達光センサ 104、温

度センサ 206、圧力センサ 207 等の各種センサからの信号を入力して、集光部 10 を照射する太陽光の光量、コンデンサシールド 202 内の温度、コンデンサシールド 202 およびレトルト 20 内の圧力を監視する。監視結果に応じて、制御部 30 は、集光部 10 の駆動制御、送り装置 205 の駆動制御、窓材 201 の駆動制御等の処理を実行する。以下、制御部 30 による各種駆動制御の処理の詳細について説明する。

[0050] 上記の各種駆動制御の処理を実行するため、制御部 30 は、判定部 301 と、集光部駆動制御部 302 と、送り装置駆動制御部 303 と、窓材駆動制御部 304 とを備えている。判定部 301 は、直達光センサ 104、温度センサ 206、圧力センサ 207 から入力した信号に基づいて、集光部 10 の駆動、送り装置 205 の駆動、窓材 201 の駆動の何れを行うかを判定する。判定部 301 は、上述したように、ブリケット B が使用可能か否かを判定する。集光部駆動制御部 302 は、判定部 301 の判定結果に応じて、集光部 10 を水平方向および／または俯仰方向に駆動させる駆動量を算出し、駆動信号として集光部 10 の駆動機構 105 へ出力する。

[0051] 送り装置駆動制御部 303 は、判定部 301 の判定結果に応じて、ブリケット B のレトルト 20 内部への搬入またはレトルト 20 からの搬出を指示する信号や、ブリケット B の搬送速度を算出し、算出した搬送速度にてブリケット B を搬送するように指示する速度指示信号を送り装置 205 へ出力する。窓材駆動制御部 304 は、判定部 301 の判定結果に応じて、窓材 201 の駆動方向と駆動量とを指示する駆動信号を出力して、窓材 201 を x y 平面に平行な面上で二次元駆動させる。判定部 301 と、集光部駆動制御部 302 と、送り装置駆動制御部 303 と、窓材駆動制御部 304 との処理の詳細について、以下で説明を行う。

[0052] ー送り装置の駆動ー

直達光センサ 104 からの直達日射量信号が示す日射量が第 1 閾値未満の場合には、判定部 301 は雲や大気の状態等の要因により太陽光の強度が弱く、ブリケット B への加熱が不十分になると判定し、ブリケット B に太陽光

が照射される時間を長くする必要があると判定する。この場合、送り装置駆動制御部303は、送り装置205によるブリケットBの搬送速度が低速となるように、日射量に応じて新たな搬送速度を算出する。そして、送り装置駆動制御部303は、算出した搬送速度でブリケットBが搬送されるように、送り装置205へ速度指示信号を出力する。その結果、太陽光の強度が弱くなった場合であっても、ブリケットBへの太陽光の照射時間を長くすることで、ブリケットBを熱還元反応に必要な温度まで加熱することができる。なお、再び日射量が強くなった場合には、すなわち日射量が第1閾値以上の場合には、判定部301はブリケットBへの太陽光の照射時間を短くする必要があると判定し、送り装置駆動制御部303は、ブリケットBの搬送速度が高速となるように送り装置205へ速度指示信号を出力する。

[0053] 第1圧力センサ207aからの圧力信号が示すコンデンサシールド202内の圧力が第2閾値未満の場合には、判定部301は熱還元反応により析出したマグネシウム蒸気の量が少ないと判定し、ブリケットBに対してより長時間の熱還元反応が必要であると判定する。すなわち、判定部301は、ブリケットBがより長い時間をかけてコンデンサシールド202を通過する必要があると判定する。この場合も、送り装置駆動制御部303は、送り装置205によるブリケットBの搬送速度が低速となるように、コンデンサシールド202内の圧力に応じて新たな搬送速度を算出する。そして、送り装置駆動制御部303は、算出した搬送速度でブリケットBが搬送されるように、送り装置205へ速度指示信号を出力する。その結果、ブリケットBがコンデンサシールド202内を低速で通過するため、太陽光による照射時間を長くすることができるので、より多くのマグネシウム蒸気を析出させることができる。

[0054] なお、温度センサ206により検出されたコンデンサシールド202内の温度が700℃以上に保持されるように、制御部30は、駆動機構102aに駆動信号を出力して、副鏡102を微駆動させる。その結果、太陽光の集光度が変更されて、コンデンサシールド202内の温度低下を抑制できる。

また、太陽光の一部をコンデンサシールド202に照射させることにより、適切な温度が保持された状態でブリケットBを加熱できる。また、第1圧力センサ207aにより計測されたコンデンサシールド202内の圧力が、所定の圧力に保持されるように、制御部30は、駆動機構102aに駆動信号を出力して、副鏡102を微駆動させる。その結果、太陽光の集光度が変更されて、ブリケットBから析出するマグネシウム蒸気の量が不足とならないように制御できるので、マグネシウム合金の生産性低下を抑制できる。

[0055] 窓材の駆動

判定部301は、マグネシウム精錬装置1が起動してから所定の時間が経過するごとに、窓材201を所定方向に所定量駆動するように窓材駆動制御部304へ駆動信号を出力する。窓材201にマグネシウムの蒸気が付着して、太陽光の透過率が低下している領域を避けて、窓材201の透過率が高い領域を通してブリケットBの表面に太陽光を導くことを目的としている。このため、上記の窓材201が駆動する所定方向と所定量は、これまで窓材201がレトルト20の内部に対面していた領域とは異なる領域がレトルト20の内部に面するように予め決定されている。

[0056] ポンプの駆動

判定部301は、圧力センサ207から入力した圧力信号が示す圧力値に基づいて、コンデンサシールド202の内部、およびコンデンサシールド202の外部のレトルト20内の圧力を一定に保持する。本実施の形態では、第2圧力センサ207bから入力した圧力信号が示す圧力値が100Paを超えることがないような排気速度を有するポンプ208が配置されている。

[0057] 図9(a)に示すフローチャートを参照して、マグネシウム精錬装置1によるマグネシウムの精錬方法について説明する。

ステップS1においては、太陽光は主鏡101で反射されて副鏡102へ進み、副鏡102によりブリケットBに集光されてコンデンサシールド202の内部を所定の温度（すなわちマグネシウムの融点を超える温度）に加熱してステップS2へ進む。なお、ステップS1においては、駆動機構102

aは、副鏡102を駆動させて、太陽光が集光する位置をブリケットBの表面上または太陽光の光軸上の少なくとも一方で移動させる。ステップS2では、コンデンサシールド202内部にて熱還元反応によってブリケットBからマグネシウム蒸気を発生させてステップS3へ進む。ステップS3では、蒸気となったマグネシウムがコンデンサシールド202の内壁に凝結してステップS4へ進む。

[0058] ステップS4では、レトルト20が長手方向の一方の端部（x軸方向＋側）は他方の端部（x軸方向－側）より低い高度となるように保持され、コンデンサシールド202の内部に設けられたガイド部材202g（202g1～202g3）に沿って、マグネシウム蒸気から凝結した液体マグネシウムがレトルト20のx軸方向＋側の端部の方向へ、長手方向に沿って流れるように案内してステップS5へ進む。ステップS5においては、レトルト20のx軸方向＋側の端部の下方に設けられ、コンデンサシールド202で凝結した液体マグネシウムを液体の状態で回収するマグネシウム回収部204は、コンデンサシールド202から重力の作用によって滴下した液体マグネシウムを回収して処理を終了する。

[0059] 上述したマグネシウムの精錬方法の際に、ブリケットBをレトルト20に搬入するための処理を図9（b）のフローチャートを用いて説明する。

ステップS10では、レトルト20にブリケットBを搬入するブリケット搬入口210と、送り装置205は、レトルト20からブリケットBを搬出するブリケット搬出口211と、レトルト20の内部に設けられ、ブリケット搬入口210からブリケット搬出口211までを結び、少なくとも一部は、コンデンサシールド202の内部を通過してブリケットBを熱還元反応させるための反应用搬送路212c1により構成される搬送路212に沿ってブリケットBを搬送させてステップS11へ進む。このとき、送り装置205は、円柱状のブリケットBの中心軸をブリケットBの搬送方向であるx軸方向と一致させ、少なくともコンデンサシールド202内部においてはブリケットBを円柱の軸回りに回転させながら搬送する。ステップS11では、

制御部30の判定部301は、ブリケットBが使用可能か否かを判定する。ブリケットBが使用可能と判定された場合には、ステップS11が肯定判定されてステップS10へ戻る。ブリケットBが使用可能ではないと判定されるとステップS11が否定判定されてステップS12へ進む。なお、ステップS11においては、判定部301は、上述したように、同一のブリケットBが反応用搬送路212c1を所定回数搬送された場合や、最初に反応用搬送路212c1を通過してから所定時間が経過した場合等に、ブリケットBが使用可能ではないと判定する。ステップS12では、送り装置205は、ブリケットBをブリケット搬出口211を介してレトルト20から外部に搬出して処理を終了する。

[0060] 上述した第2の実施の形態によるマグネシウム精錬装置によれば、第1の実施の形態により得られる作用効果に加えて、次の作用効果が得られる。

(1) レトルト20の筐体表面には、集光部10により集光された太陽光を透過させる窓材201が設けられ、コンデンサシールド202はレトルト20の内部に保持され、コンデンサシールド202の内部にブリケットBが搬入される。この結果、太陽光のエネルギーロスを抑制してブリケットBを加熱できるので、マグネシウム精錬効率を向上できる。

[0061] (2) レトルト20は、熱還元反応により発生したマグネシウム蒸気が窓材201に付着することを防止するための第2シールド203を内部に有し、第2シールド203の表面には、集光部10により集光され、窓材201を透過した太陽光を透過させる範囲203aが設けられ、コンデンサシールド202は、第2シールド203の内部に保持される。したがって、第2シールド203を設けることにより、熱還元反応により高温となったコンデンサシールド202からの熱輻射の影響による熱損失を抑制できるので、マグネシウムの熱還元反応を高温下で継続して行うことができる。さらに、熱輻射の影響によるレトルト20の高温化を抑制することができるので、レトルト20の劣化速度を抑え耐久性を長期に渡って維持することができる。さらに、熱還元反応で生成したマグネシウム蒸気が、レトルト20に設けられた窓

材 201 に付着して、太陽光の透過率を低下させることを抑制できるので、コンデンサシールド 202 の内部を高温に維持して、マグネシウムの精錬効率を維持することができる。

[0062] (3) 第 2 シールド 203 は、透明材料によって構成された筐体の内面または外面のうち範囲 203 a を除いて反射材料をコーティングして構成される。したがって、コンデンサシールド 202 からの熱輻射の影響による熱損失を抑制し、マグネシウムの熱還元反応を高温下で継続して行うことができるので、マグネシウム合金の精錬効率を向上させることができる。さらに、熱輻射の影響によるレトルト 20 の高温化を抑制することができるので、レトルト 20 の劣化速度を抑え耐久性を長期に渡って維持して、マグネシウム合金の製造コストを低減できる。さらに加えて、レトルト 20 の筐体表面が高温になることが抑制されるので、作業員による保守、点検、整備等の作業が容易に行える。

[0063] (4) 第 2 シールド 203 の範囲 203 a には所定波長の光を透過させる膜を設けた。この結果、太陽光のエネルギーロスを抑制してブリケット B を高温で長時間加熱できるので、マグネシウム精錬効率を向上できる。

[0064] (5) レトルト 20 の長手方向の一方の端部 (x 軸方向 + 側) は他方の端部 (x 軸方向 - 側) より低い高度となるように保持され、コンデンサシールド 202 の内部には、マグネシウム蒸気から凝結した液体マグネシウムがレトルト 20 の x 軸方向 + 側の端部の方向へ、長手方向に沿って流れるように案内するガイド部材 202 g (202 g 1 ~ 202 g 3) が設けられる。レトルト 20 を水平方向に対して角度 θ だけ傾けて重力の作用を利用するとともに、複数のガイド部材 202 g を x 軸方向に沿って延伸させているので、液体マグネシウムを所望の位置に集めることができ、凝結したマグネシウムの回収効率を向上させることができる。

[0065] (6) レトルト 20 の x 軸方向 + 側の端部の下方に設けられ、コンデンサシールド 202 で凝結した液体マグネシウムを液体の状態で回収するマグネシウム回収部 204 をさらに備え、マグネシウム 204 は、コンデンサシールド

ド２０２から重力の作用によって滴下した液体マグネシウムを回収する。液体となったマグネシウムを重力の作用を利用してマグネシウム回収部２０４に滴下させることができ、工程の自動化に寄与する。

[0066] (７) レトルト２０にブリケットＢを搬入するブリケット搬入口２１０と、レトルト２０からブリケットＢを搬出するブリケット搬出口２１１と、レトルト２０の内部に設けられ、ブリケット搬入口２１０からブリケット搬出口２１１までを結ぶ搬送路２１２に沿って、ブリケットＢを搬送する送り装置２０５とをさらに備え、搬送路２１２の少なくとも一部は、コンデンサシールド２０２の内部を通過してブリケットＢを熱還元反応させるための反应用搬送路２１２ｃ１により構成される。したがって、送り装置２０５によりブリケットＢを連続的にコンデンサシールド２０２内部に搬入できるので、工程の自動化に寄与することができる。

[0067] (８) ブリケットＢは円柱状であって、ブリケットＢの中心軸はブリケットＢの搬送方向であるｘ軸方向と一致し、送り装置２０５は、少なくともコンデンサシールド２０２内部においてはブリケットＢを円柱の軸回りに回転させながら搬送する。これにより、ブリケットＢの表面の広い範囲に太陽光が照射されるので、ブリケットＢの利用効率が向上する。

[0068] (９) 制御部３０の判定部３０１は、ブリケットＢが使用可能か否かを判定し、送り装置２０５は、判定部３０１によりブリケットＢが使用可能ではないと判定されると、ブリケットＢをブリケット搬出口２１１を介してレトルト２０から外部に搬出する。この結果、ブリケットＢの使用適不適の判定と、使用不適と判定されたブリケットＢの搬出とを自動で行うことができるので、マグネシウム合金の精錬工程の自動化に寄与する。

[0069] (１０) 集光部１０は、凹面鏡により構成される主鏡１０１と、凸面鏡により構成される副鏡１０２とを有し、太陽光を主鏡１０１で反射した反射光を副鏡１０２へ導き、反射光を副鏡１０２で反射してレトルト２０内のブリケットＢの表面に集光させるカセグレン光学系により構成される。この結果、集光部１０の裏面にレトルト２０を配置することができるので、マグネシウ

ム精錬装置 1 は作業員が集光部 10 で集光される太陽光に曝されることなくレトルト 20 の交換や整備等の作業が容易に行える構造をとることができる。

[0070] (11) 駆動機構 102a は、副鏡 102 を駆動させて、太陽光が集光する位置をブリケット B の表面上または太陽光の光軸上の少なくとも一方で移動させる。したがって、ブリケット B の上面にて太陽光が集光する集光度を変更することにより、ブリケット B に効率よく太陽光を集光させて、熱還元反応を所望の温度で長時間継続的に行わせることができる。

[0071] (12) 太陽から集光部 10 へ到達する直達光を検出する直達光センサ 104 と、レトルト 20 のコンデンサシールド 202 の内部の圧力を検出する第 1 圧力センサ 207a と、コンデンサシールド 202 の内部の温度を検出する温度センサ 206 と、を備え、駆動機構 102a は、直達光センサ 104 による検出結果と第 1 圧力センサ 207a による検出結果と温度センサ 206 による検出結果との少なくとも一つ、または組み合わせに連動させて、副鏡 102 を駆動させる。したがって、太陽が雲で隠れている等の太陽光の光量が少ない場合やコンデンサシールド 202 内部の状態に応じて、太陽光の集光度を変更することができるので、太陽光の多少によらず、ブリケット B を高温で継続的に加熱して、マグネシウム合金の精錬効率の低下を抑制できる。

[0072] (13) 直達光センサ 104 による検出結果と第 1 圧力センサ 207a による検出結果と温度センサ 206 による検出結果との少なくとも一つ、または組み合わせに連動させて、送り装置駆動部 303 は、送り装置 205 によるブリケット B の搬送速度を決定する。この結果、太陽が雲で隠れている等の太陽光の光量が少ない場合やコンデンサシールド 202 内部の状態に応じて、送り装置 205 を制御してブリケット B の搬送速度を低速に変更できるので、太陽光の多少によらずブリケット B を所望の温度にて加熱して、生産性を維持できる。

[0073] 上述した第 2 の実施の形態によるマグネシウム精錬装置を、次のように変

形できる。

(1) マグネシウム回収部204に重力の作用を利用して、連通部202bを介して液体のマグネシウムを流入、滴下させるものに代えて、レトルト20を振動させて、振動の衝撃により液体のマグネシウムをマグネシウム回収部204に滴下させてもよい。この場合、レトルト20を振動させるための振動機構をさらに有する。ただし、振動によりブリケットB上で太陽光が集光する位置が一定とならずに、所望の加熱温度が得られないことがないように、振幅や振動時間や振動のタイミング等を制御することが必要となる。

[0074] (2) ブリケットBの形状が円柱状であるものに限定されず、搬送路212上を搬送可能な形状に形成されていればよい。たとえば、ブリケットBの形状が角柱状に形成されていてもよい。この場合、第2搬送路212cの一部の反応用搬送路212c1では、送り装置205はブリケットBをx-y平面上で二次元移動させる。この場合、上述した図9(b)のフローチャートにおけるステップS11において、送り装置205は、円柱状のブリケットBの中心軸をブリケットBの搬送方向であるx軸方向と一致させ、少なくともコンデンサシールド202内部においてはブリケットBを円柱の軸回りに回転させながら搬送するものに代えて、ブリケットBをx-y平面上で二次元移動させればよい。これにより、ブリケットBの上面の広い範囲に太陽光が照射されるので、ブリケットBの利用効率が向上する。

[0075] (3) 集光部10による集光度を変更し、加熱温度を変えることにより、マグネシウム合金を生成するための原料を生成するためにマグネシウム精錬装置1を用いることができる。この場合、上記の反応式(3)に示す焼成によりMgOを生成する工程や、反応式(2)に示すフェロシリコンを加熱により生成する工程に利用することができる。この結果、マグネシウム合金の生成に加えて、原料となるMgOの焼成やフェロシリコンの加熱の際にも化石燃料を燃焼させる必要がなくなるので、マグネシウム合金を生成するシステム全体として二酸化炭素の発生を抑制し環境への悪影響を与えることがなくなる。さらには、加熱温度を1400℃程度ではなく、1200℃程度まで

加熱することにより、マグネシウム精錬装置 1 では、カルシウムが含有されたマグネシウム合金に代えて、純度の高いマグネシウムを得ることができる。

[0076] 本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

[0077] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2013 年第 2068 号（2013 年 1 月 9 日出願）

符号の説明

[0078] 1…マグネシウム精錬装置、10…集光部、
20…レトリート、21…反応部、
22…コンデンサー、30…制御部、
101…主鏡、102…副鏡、102a…駆動機構、
104…直達光センサ、201…窓材、
202…コンデンサシールド、203…第 2 シールド、
204…マグネシウム回収部、205…送り装置、202h…開口、
202g、202g1、202g2、202g3…ガイド部材、206…温度センサ、
207、207a、207b…圧力センサ、第 1 圧力センサ、第 2 圧力センサ、
210…ブリケット搬入口、211…ブリケット搬出口、212…搬送路、
301…判定部、302…集光部駆動制御部、
303…送り装置駆動制御部、304…窓材駆動制御部

請求の範囲

- [請求項1] マグネシウム化合物を含む試料を収容する収容容器と、
 太陽光を集光して前記収容容器に照射して、前記収容容器の内部が
 所定温度となるように加熱する集光装置と、を備え、
 前記収容容器は、前記集光装置により前記所定温度に加熱されるこ
 とにより、熱還元反応により前記試料からマグネシウム蒸気を発生さ
 せる反応部と、前記マグネシウム蒸気を凝結させるコンデンサー部と
 を有し、
 前記収容容器の筐体表面には、前記集光装置により集光された太陽
 光を透過させる太陽光透過部材が設けられ、
 前記反応部は、前記収容容器の内部に保持され、前記反応部の内部
 に前記試料が搬入されるマグネシウム精錬装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のマグネシウム精錬装置において、
 前記収容容器は、熱還元反応により発生した前記マグネシウム蒸気
 が前記太陽光透過部材に付着することを防止するためのシールド部を
 内部に有し、
 前記シールド部の表面には、前記集光装置により集光され、前記太
 陽光透過部材を透過した太陽光を通過させる通過領域が設けられ、
 前記反応部は、前記シールド部の内部に保持されるマグネシウム精
 錬装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のマグネシウム精錬装置において、
 前記シールド部は、透明材料によって構成された筐体の内面または
 外面のうち前記通過領域を除いて反射材料をコーティングして構成さ
 れるマグネシウム精錬装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のマグネシウム精錬装置において、
 前記シールド部の前記通過領域には所定波長の光を透過させる膜を
 設けるマグネシウム精錬装置。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載のマグネシウム精錬装置にお

いて、

前記反応部と前記コンデンサー部とは一体に形成されて前記収容容器の内部に保持され、

前記収容容器の長手方向の一方の端部は他方の端部より低い高度となるように保持され、

前記コンデンサー部の内部には、前記マグネシウム蒸気から凝結した液体マグネシウムが前記収容容器の前記一方の端部の方向へ、前記長手方向に沿って流れるように案内する案内部材が設けられるマグネシウム精錬装置。

[請求項6] 請求項5に記載のマグネシウム精錬装置において、

前記収容容器の前記一方の端部の下方に設けられ、前記コンデンサー部で凝結した前記液体マグネシウムを液体の状態で回収する回収部をさらに備え、

前記回収部は、前記コンデンサー部から重力の作用によって滴下した前記液体マグネシウムを回収するマグネシウム精錬装置。

[請求項7] 請求項1乃至6の何れか一項に記載のマグネシウム精錬装置において、

前記収容容器に前記試料を搬入する搬入口と、

前記収容容器から前記試料を搬出する搬出口と、

前記収容容器の内部に設けられ、前記搬入口から前記搬出口までを結ぶ搬送路に沿って、前記試料を搬送する搬送部と、をさらに備え、

前記搬送路の少なくとも一部は、前記反応部の内部を通過して前記試料を熱還元反応させるための反应用搬送路により構成されるマグネシウム精錬装置。

[請求項8] 請求項7に記載のマグネシウム精錬装置において、

前記搬送路は、

前記搬入口から第1搬送方向へ前記試料が搬送される第1部分搬送路と、

前記第 1 搬送方向と逆方向の第 2 搬送方向へ前記試料が搬送される第 2 部分搬送路と、

前記第 1 部分搬送路と、前記第 2 部分搬送路とを連結し、前記第 1 部分搬送路で搬送された前記試料を前記第 2 部分搬送路へ搬送させるため第 1 屈曲搬送路と、

前記第 2 部分搬送路と、前記第 1 部分搬送路とを連結し、前記第 2 部分搬送路で搬送された前記試料を前記第 1 部分搬送路へ搬送させるための第 2 屈曲搬送路とを有し、

前記第 2 部分搬送路の一部は、前記反応用搬送路により構成されるマグネシウム精錬装置。

[請求項 9] 請求項 7 または 8 に記載のマグネシウム精錬装置において、
前記試料は円柱状であって、前記試料の中心軸は前記試料の搬送方向と一致し、

前記搬送部は、少なくとも前記反応部においては前記試料を前記円柱の軸回りに回転させながら搬送するマグネシウム精錬装置。

[請求項 10] 請求項 7 または 8 に記載のマグネシウム精錬装置において、
前記試料は角柱状であって、
前記搬送部は、少なくとも前記反部においては前記試料を所定の平面上で二次元移動させるマグネシウム精錬装置。

[請求項 11] 請求項 7 乃至 10 の何れか一項に記載のマグネシウム精錬装置において、

前記試料が使用可能か否かを判定する判定部をさらに備え、

前記搬送部は、前記判定部により前記試料が使用可能ではないと判定されると、前記試料を前記搬出口を介して前記収容容器から搬出するマグネシウム精錬装置。

[請求項 12] 請求項 11 に記載のマグネシウム精錬装置において、

前記判定部は、前記試料が前記反応用搬送路を通過した回数が所定回数を超えた場合には、前記試料は使用可能ではないと判定するマグ

ネシウム精錬装置。

- [請求項13] マグネシウム化合物を含む試料を収容容器に収容し、
 太陽光を集光して前記収容容器に照射して、前記収容容器の内部が
 所定温度となるように加熱し、
 前記収容容器が備える反応部の内部で、熱還元反応により前記試料
 からマグネシウム蒸気を発生させ、
 前記収容容器が備えるコンデンサー部の内部で、前記マグネシウム
 蒸気を凝結させるマグネシウム精錬方法。
- [請求項14] 請求項 1 3 に記載のマグネシウム精錬方法において、
 前記反応部と前記コンデンサー部とを一体に形成して前記収容容器
 の内部に保持し、
 前記収容容器の長手方向の一方の端部が他方の端部より低い高度と
 なるように保持し、
 前記コンデンサー部の内部において、前記マグネシウム蒸気から凝
 結した液体マグネシウムが前記収容容器の一方の端部の方向へ、前記
 長手方向に沿って流れるように案内するマグネシウム精錬方法。
- [請求項15] 請求項 1 4 に記載のマグネシウム精錬方法において、
 前記収容容器の前記一方の端部において、重力の作用によって前記
 コンデンサー部から滴下した前記液体マグネシウムを回収するマグネ
 シウム精錬方法。
- [請求項16] 請求項 1 3 乃至 1 5 の何れか一項に記載のマグネシウム精錬方法に
 おいて、
 前記収容容器に前記試料を搬入する搬入口と、前記収容容器から前
 記試料を搬出する搬出口とを結び、少なくとも一部が前記反応部の内
 部を通過する搬送路に沿って、前記試料を搬送するマグネシウム精錬
 方法。
- [請求項17] 請求項 1 6 に記載のマグネシウム精錬方法において、
 円柱状であって、中心軸が搬送方向と一致する前記試料を、少なく

とも前記反応部においては、前記円柱の軸回りに回転させながら搬送するマグネシウム精錬方法。

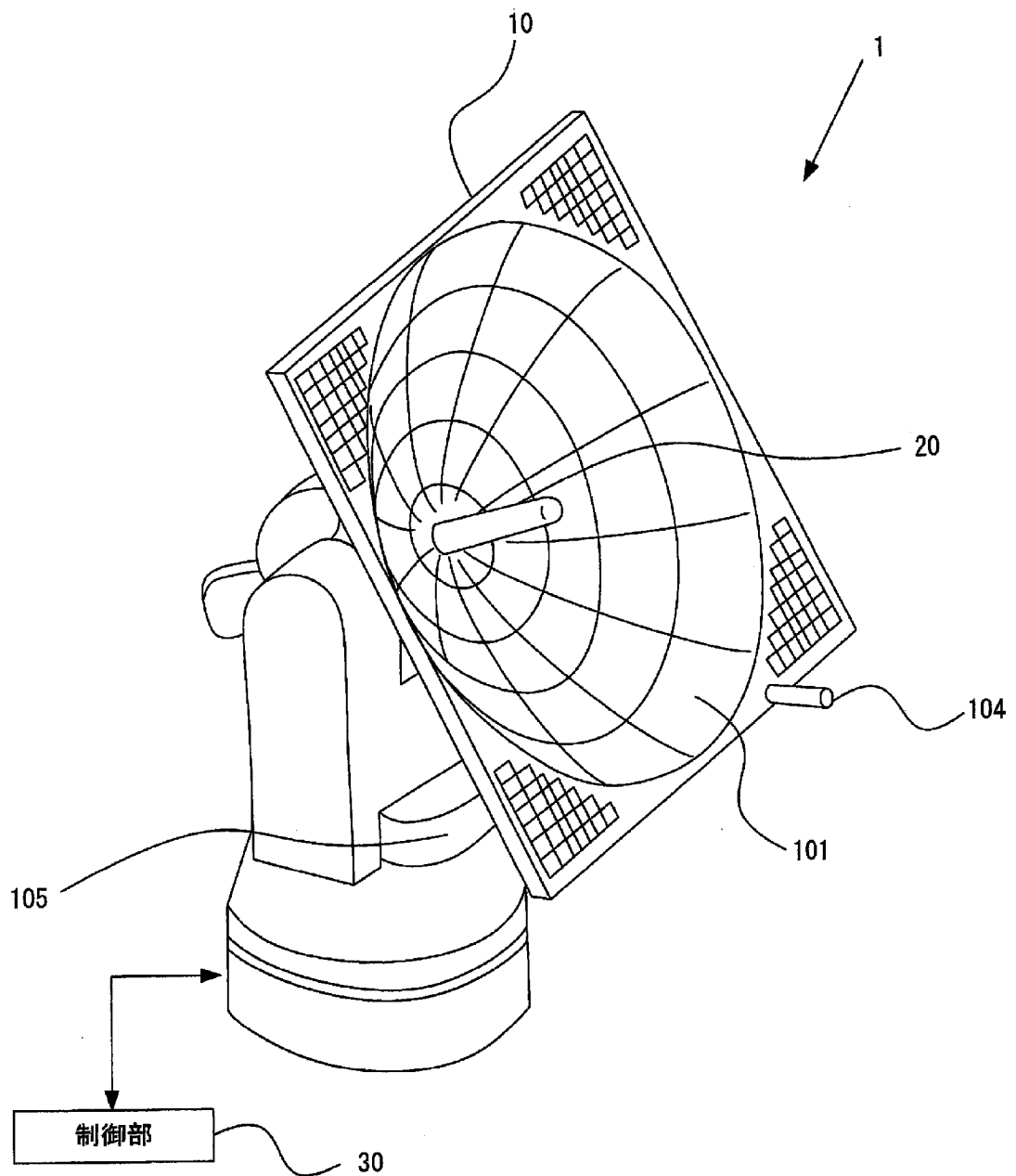
[請求項18] 請求項16に記載のマグネシウム精錬方法において、
角柱状の前記試料を、少なくとも前記反応部においては、所定の平面上で二次元移動させるマグネシウム精錬方法。

[請求項19] 請求項16乃至18の何れか一項に記載のマグネシウム精錬方法において、
前記試料が使用可能か否かを判定し、
前記試料が使用可能ではないと判定されると、前記試料を前記搬出口を介して前記収容容器から搬出するマグネシウム精錬方法。

[請求項20] 請求項19に記載のマグネシウム精錬方法において、
前記試料が前記反応部を通過した回数が所定回数を超えた場合に、前記試料は使用可能ではないと判定するマグネシウム精錬方法。

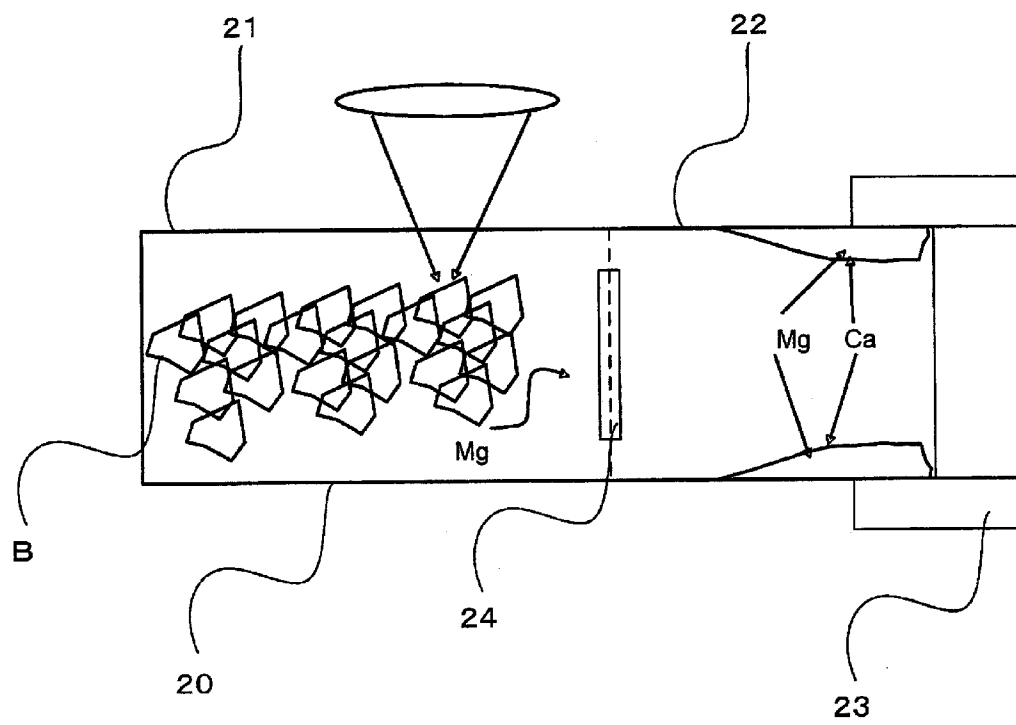
[図1]

【図 1】



[図2]

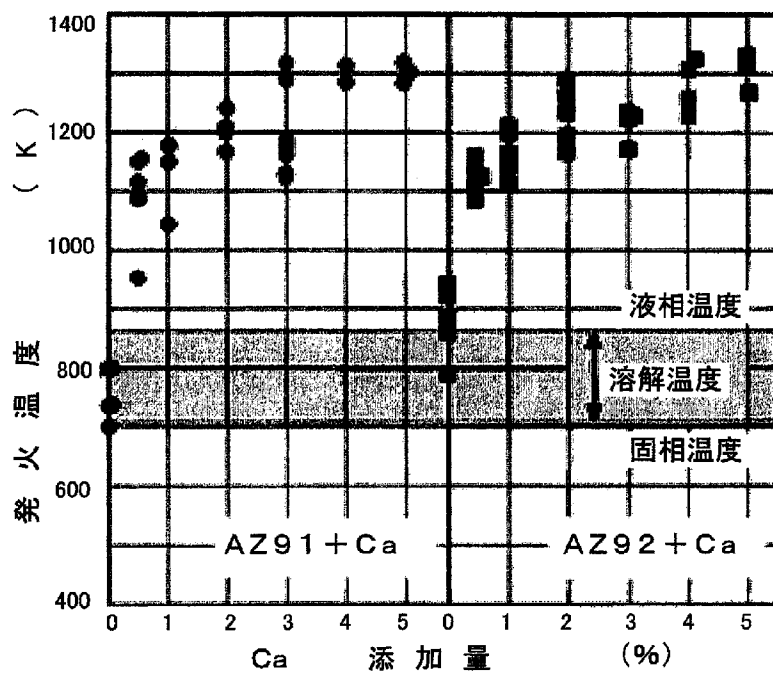
【図2】



[図3]

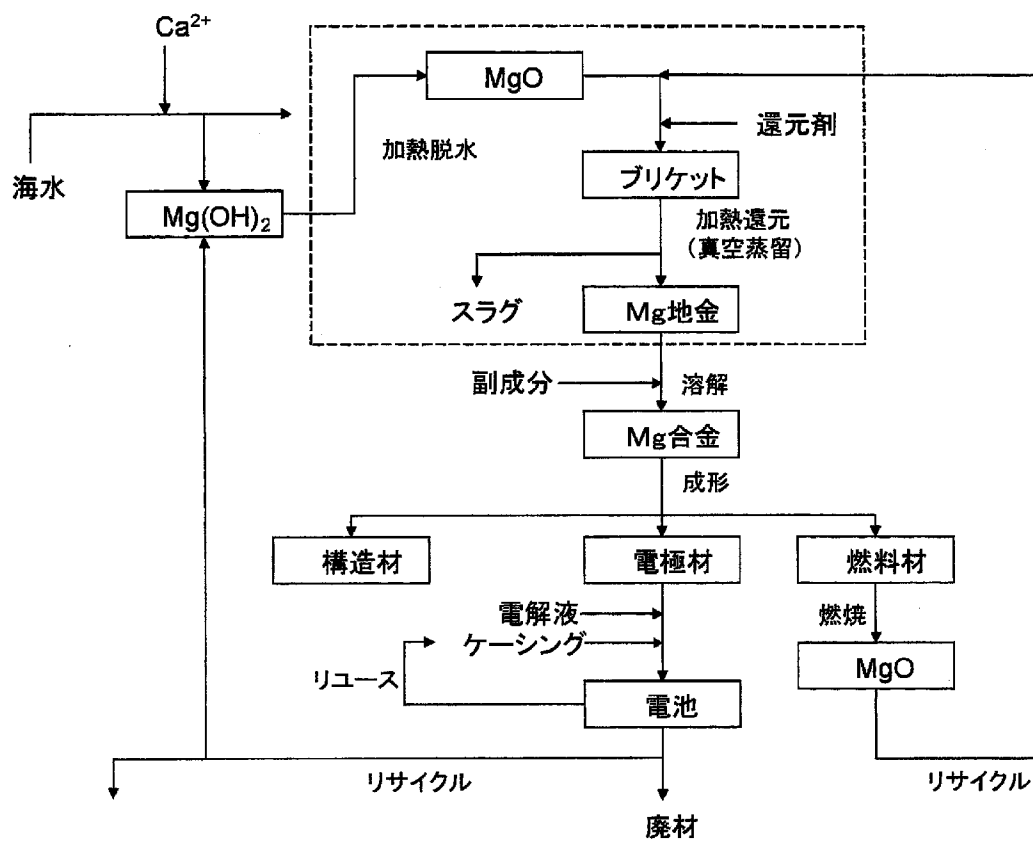
【図3】

マグネシウム合金の発火温度に対するカルシウムの添加量の影響



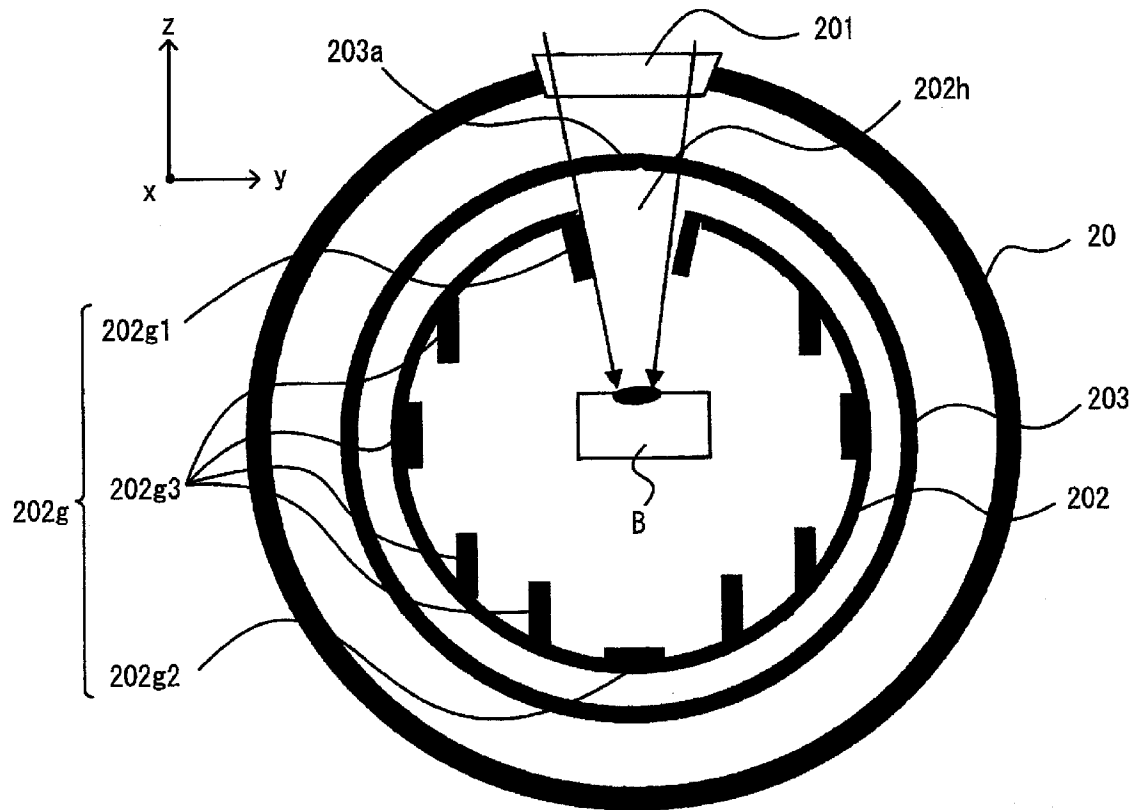
[図4]

【図4】



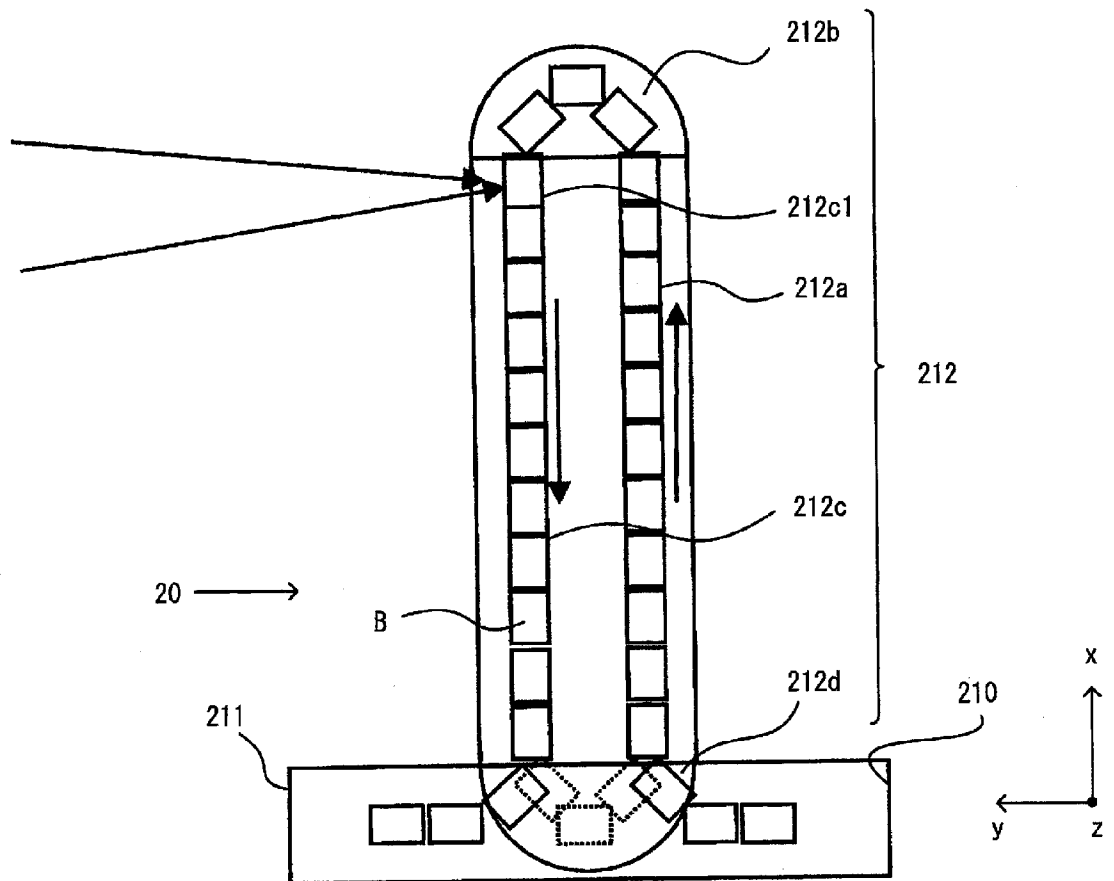
[図6]

【図6】



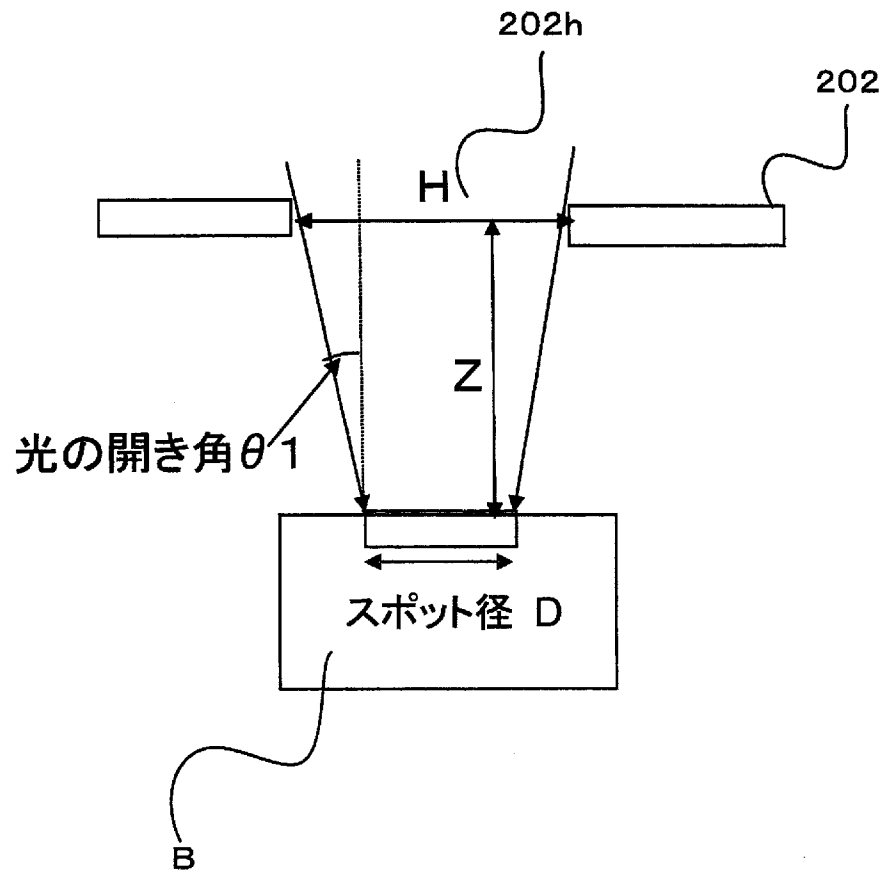
[図7]

【図7】



[図8]

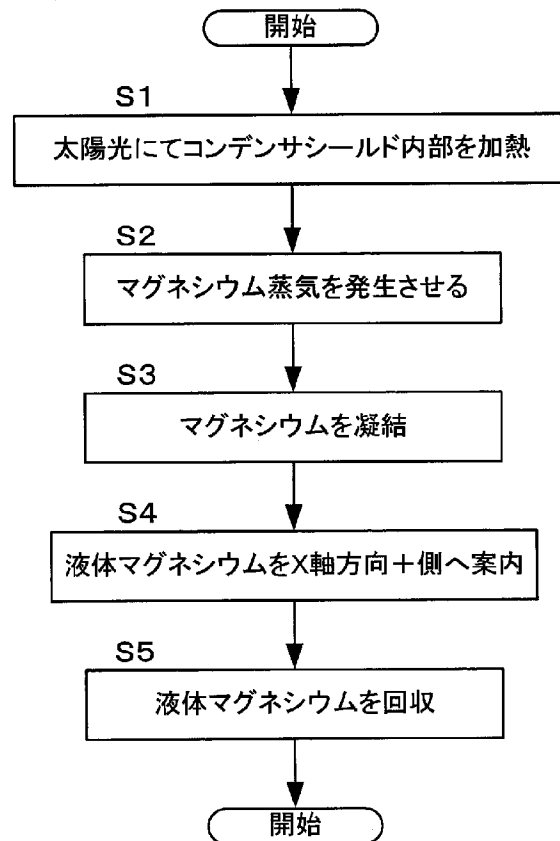
【図8】



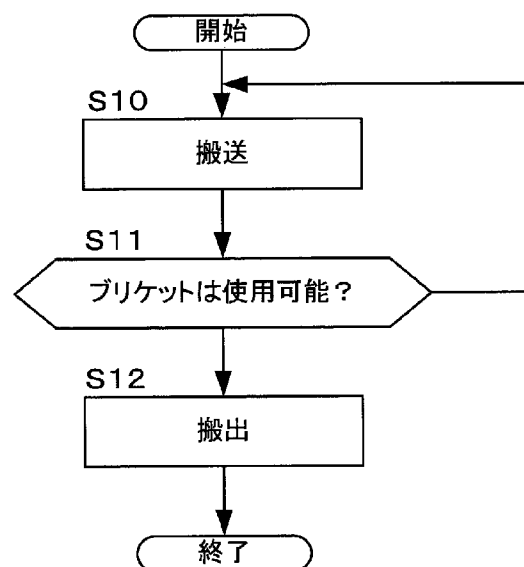
[図9]

【図9】

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B26/22(2006.01)i, C22B5/04(2006.01)i, C22B5/10(2006.01)i, C22B5/16(2006.01)i, C22B9/02(2006.01)i, F24J2/02(2006.01)i, F24J2/06(2006.01)i, F27B5/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22B26/22, C22B5/04, C22B5/10, C22B5/16, C22B9/02, F24J2/02, F24J2/06, F27B5/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2013-185255 A (Japan Basic Material Co., Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), fig. 1 to 2; paragraphs [0018] to [0037] (Family: none)	1, 13
Y A	WO 2010/050450 A1 (Electra Holdings Co., Ltd.), 06 May 2010 (06.05.2010), fig. 3; paragraphs [0018] to [0036], [0041] to [0044] & US 2012/0097653 A1 & EP 2351861 A1 & AU 2009310941 A & CN 102264927 A	1-2, 13 3-12, 14-20
Y A	JP 2010-249345 A (Masahide ICHIKAWA), 04 November 2010 (04.11.2010), fig. 1 to 3; paragraphs [0011] to [0027] (Family: none)	1-2, 13 3-12, 14-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 March, 2014 (19.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050236

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-144956 A (IHI Corp.), 01 July 2010 (01.07.2010), fig. 1; paragraphs [0010] to [0035] (Family: none)	1-20
A	US 5904748 A (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO., LTD.), 18 May 1999 (18.05.1999), fig. 1; column 1, line 60 to column 7, line 41 & EP 825268 A1 & AU 3417497 A & IL 121557 A	1-20
A	US 5980605 A (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO., LTD.), 09 November 1999 (09.11.1999), fig. 1; column 1, line 30 to column 7, line 13 & EP 825269 A2 & AU 3417397 A & CA 2213311 A & IL 121558 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22B26/22(2006.01)i, C22B5/04(2006.01)i, C22B5/10(2006.01)i, C22B5/16(2006.01)i,
C22B9/02(2006.01)i, F24J2/02(2006.01)i, F24J2/06(2006.01)i, F27B5/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22B26/22, C22B5/04, C22B5/10, C22B5/16, C22B9/02, F24J2/02, F24J2/06, F27B5/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X	JP 2013-185255 A（日本素材株式会社）2013.09.19, 図1-2, 【0018】-【0037】（ファミリーなし）	1, 13
Y A	WO 2010/050450 A1（株式会社エレクトラホールディングス） 2010.05.06, 図3, [0018] - [0036], [0041] - [0044] & US 2012/0097653 A1 & EP 2351861 A1 & AU 2009310941 A & CN 102264927 A	1-2, 13 3-12, 14-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

越本 秀幸

4 E

4 0 3 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2010-249345 A (市川 雅英) 2010. 11. 04, 図 1 - 3, 【0 0 1 1】 - 【0 0 2 7】 (ファミリーなし)	1-2, 13 3-12, 14-20
A	JP 2010-144956 A (株式会社 I H I) 2010. 07. 01, 図 1, 【0 0 1 0】 - 【0 0 3 5】 (ファミリーなし)	1-20
A	US 5904748 A (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO. LTD.) 1999. 05. 18, 図 1, 第 1 欄第 6 0 行 - 第 7 欄第 4 1 行 & EP 825268 A1 & AU 3417497 A & IL 121557 A	1-20
A	US 5980605 A (YEDA RESEARCH AND DEVELOPMENT CO. LTD) 1999. 11. 09, 図 1, 第 1 欄第 3 0 行 - 第 7 欄第 1 3 行 & EP 825269 A2 & AU 3417397 A & CA 2213311 A & IL 121558 A	1-20